

# ÍNDICE

## MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

### VOLUMEN 1



Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
**Universidad** Zaragoza

---

EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

## Datos del proyecto

Número de Volumen	Volumen 1.
Código de proyecto	MCA21
Título de proyecto	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Índice.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

## 1. Índice

### 2. Memoria

<b>1. Objeto .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Alcance .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Normas y referencias diversas .....</b>	<b>7</b>
<i>a. Disposiciones legales y normas aplicadas.....</i>	<i>7</i>
<i>b. Bibliografía.....</i>	<i>7</i>
<i>c. Linkografía.....</i>	<i>11</i>
<i>d. Programas de cálculo utilizados .....</i>	<i>11</i>
<i>e. Otras referencias.....</i>	<i>11</i>
<b>5. Definiciones y abreviaturas .....</b>	<b>11</b>
<i>a. Abreviaturas .....</i>	<i>11</i>
<i>b. Definiciones .....</i>	<i>12</i>
<b>6. Requisitos de diseño .....</b>	<b>13</b>
<i>a. Requisitos del cliente.....</i>	<i>13</i>
<i>b. Legislación, reglamento y normativa aplicables .....</i>	<i>14</i>
<i>c. Emplazamiento y entorno socio-económico y ambiental .....</i>	<i>14</i>
<i>d. Estudios realizados encaminados a la definición de la solución adoptada .....</i>	<i>15</i>
<i>e. Interfaces con otros sistemas y elementos externos.....</i>	<i>15</i>
<b>7. Análisis de soluciones.....</b>	<b>16</b>
<i>a. Carcasa.....</i>	<i>17</i>
<i>b. Fuente de alimentación .....</i>	<i>18</i>
<i>c. Señales de alerta .....</i>	<i>20</i>
<i>d. Firmware .....</i>	<i>21</i>
<i>e. Interfaz de comunicación con usuario .....</i>	<i>21</i>
<i>f. Almacenamiento de datos.....</i>	<i>23</i>
<i>g. Gestión del tiempo .....</i>	<i>24</i>
<i>h. Comunicación .....</i>	<i>24</i>
<i>i. Unidad de control.....</i>	<i>25</i>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

<i>j. Subsistema RF</i> .....	<b>26</b>
<i>k. Subsistema acústico</i> .....	<b>27</b>
<i>l. Subsistema lumínico</i> .....	<b>28</b>
<i>m. Subsistema de calidad del aire</i> .....	<b>29</b>
<b>8. Resultados finales</b> .....	<b>30</b>
<i>a. Fuente de alimentación</i> .....	<b>30</b>
<i>b. Interfaz de comunicación con ususario</i> .....	<b>31</b>
<i>c. Sistema de almacenamiento</i> .....	<b>31</b>
<i>d. Sistema de gestión del tiempo</i> .....	<b>31</b>
<i>e. Sistema de alerta visual</i> .....	<b>32</b>
<i>f. PCB A</i> .....	<b>32</b>
I. Conexión con PCB - B .....	32
II. Otro conectores .....	32
III. Unidad de control.....	33
IV. Subsistema RF .....	34
<i>g. PCB B</i> .....	<b>34</b>
I. Conexión con PCB - A .....	35
II. Subsistema acústico .....	35
III. Subsistema lumínico .....	35
IV. Subsistema calidad del aire.....	36
<b>9. Planificación</b> .....	<b>37</b>
<i>a. Etapas</i> .....	<b>37</b>
<i>b. Cronograma de fabricación o Diagrama de Gant</i> .....	<b>38</b>
<b>10. Orden de prioridad entre los documentos básicos</b> .....	<b>40</b>

### 3. Anexos

<b>1. Documentación de partida</b> .....	<b>2</b>
<i>a. Criterios para la elección de sensores y parámetros a medir</i> .....	<b>2</b>
<i>b. Límites de los parámetros contaminantes</i> .....	<b>2</b>
I. Radiofrecuencia.....	2
II. Contaminación acústica .....	5
III. Contaminación lumínica.....	8
IV. Calidad del aire.....	9
<b>2. Cálculos que jsutifican las soluciones adoptadas</b> .....	<b>13</b>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

<i>a. Carcasa</i> .....	13
<i>b. Placas y pistas de circuito impreso</i> .....	14
<i>c. Fuente de alimentación</i> .....	14
<i>d. Señales de alerta</i> .....	18
<i>e. Interfaz de comunicación con usuario</i> .....	19
<i>f. Almacenamiento de datos</i> .....	21
<i>g. Gestión del tiempo</i> .....	23
<i>h. Unidad de control</i> .....	23
<i>i. Subsistema RF</i> .....	27
<i>j. Subsistema acústico</i> .....	30
<i>k. Subsistema lumínico</i> .....	33
I.    Luz visible .....	33
II.    Luz ultravioleta.....	35
<i>I. Subsistema calidad del aire</i> .....	37
I.    Sensor concentración de polvo .....	37
II.    Sensor concentración COV .....	40
<b>3. Hojas de características</b> .....	<b>43</b>
<b>4. Diagramas de flujo</b> .....	<b>43</b>
<i>a. Diagrama de la máquina de estados principal</i> .....	44
<i>b. Tabla de transición entre estados</i> .....	45
<i>c. Estados</i> .....	45
I.    Proceso de inicialización .....	46
II.    Reposo.....	47
III.    Lectura.....	48
IV.    Display .....	49
V.    Registro datos .....	50
<b>5. Propuesta software</b> .....	<b>43</b>

## 4. Planos

<b>1. Plano esquema general del circuito - PCB A</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Plano de listado de componentes - PCB A</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Plano de pistas de la cara TOP - PCB A</b> .....	<b>4</b>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

4. <i>Plano de pistas de la cara BOTTOM - PCB A</i> .....	5
5. <i>Plano de serigrafía de componentes - PCB A</i> .....	6
6. <i>Plano de mascarilla cara TOP - PCB A</i> .....	7
7. <i>Plano de mascarilla cara BOTTOM - PCB A</i> .....	8
8. <i>Plano de taladrado - PCB A</i> .....	9
9. <i>Plano esquema general del circuito - PCB B</i> .....	10
10. <i>Plano de listado de componentes - PCB B</i> .....	11
11. <i>Plano de pistas de la cara TOP - PCB B</i> .....	12
12. <i>Plano de pistas de la cara BOTTOM - PCB B</i> .....	13
13. <i>Plano de serigrafía de componentes - PCB B</i> .....	14
14. <i>Plano de mascarilla cara TOP - PCB B</i> .....	15
15. <i>Plano de mascarilla cara BOTTOM - PCB B</i> .....	16
16. <i>Plano de taladrado - PCB B</i> .....	17
17. <i>Plano de mecanizado de la caja - Cuerpo</i> .....	18
18. <i>Plano de mecanizado de la caja – Secciones cuerpo</i> .....	19
19. <i>Plano de mecanizado de la caja – Tapa superior</i> .....	20
20. <i>Plano de mecanizado de la caja – Tapa inferior</i> .....	21
21. <i>Plano de mecanizado de la caja – Tapa lateral</i> .....	22
22. <i>Plano de mecanizado de la caja – Cubre antena</i> .....	23
23. <i>Plano de serigrafía de la caja</i> .....	24
24. <i>Plano de interconexionado exterior – PCB A</i> .....	25
25. <i>Plano de interconexionado exterior – PCB B</i> .....	26
26. <i>Plano de disposición espacial</i> .....	27
27. <i>Plano de vista exterior</i> .....	28

## 5. Pliego de condiciones

1. <i>Introducción</i> .....	2
2. <i>Condiciones administrativas</i> .....	2
a. <i>Documentación del proyecto</i> .....	2
b. <i>Condiciones de seguridad</i> .....	2

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

I.	Normativa y Reglamentación .....	3
II.	Métodos de ensayo.....	4
<i>c.</i>	<i>Normativas de presentación del proyecto</i> .....	<b>4</b>
<i>d.</i>	<i>Normativas generales</i> .....	<b>5</b>
<i>e.</i>	<i>Normativas específicas</i> .....	<b>6</b>
<i>f.</i>	<i>Normativas aplicables por marcado CE</i> .....	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Pliego de condiciones técnicas .....</b>	<b>7</b>
<i>a.</i>	<i>Características de los materiales</i> .....	<b>7</b>
<i>b.</i>	<i>Normas de medición e inspección de materiales</i> .....	<b>7</b>
<i>c.</i>	<i>Verificaciones previas .....</i>	<b>8</b>
<i>d.</i>	<i>Condiciones generales de los materiales .....</i>	<b>8</b>
I.	Componentes electrónicos: .....	9
II.	Sensores: .....	9
III.	Carcasa: .....	9
<i>e.</i>	<i>Condiciones del montaje</i> .....	<b>9</b>
I.	Material de los cables: .....	9
II.	Colocación de los sensores: .....	9
<i>f.</i>	<i>Puesta en marcha del sistema y mantenimiento</i> .....	<b>10</b>
<i>g.</i>	<i>Precauciones de uso .....</i>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>Condiciones económicas .....</b>	<b>10</b>
<i>a.</i>	<i>Derechos y deberes del contratista</i> .....	<b>10</b>
I.	Derechos: .....	10
II.	Deberes: .....	11
<i>b.</i>	<i>Derechos y deberes del contratante</i> .....	<b>11</b>
I.	Derechos: .....	11
II.	Deberes: .....	12
<i>c.</i>	<i>Contrato</i> .....	<b>12</b>
I.	Formalización y extinción del contrato .....	12
II.	Plazos de ejecución .....	13
III.	Forma de pago .....	13
IV.	Plazo de garantía .....	13

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

## 6. Estado de las mediciones

<b>1. Partida de materiales y componentes .....</b>	<b>2</b>
a. <i>Partida de componentes internos de la PCB A .....</i>	<b>2</b>
b. <i>Partida de componentes internos de la PCB B .....</i>	<b>3</b>
c. <i>Partida de componentes externos a las PCBs .....</i>	<b>4</b>
<b>2. Partida de mano de obra.....</b>	<b>5</b>
<b>3. Partida de pruebas y ensayos .....</b>	<b>5</b>
a. <i>Partida de pruebas.....</i>	<b>5</b>
b. <i>Partida de ensayos.....</i>	<b>5</b>
<b>4. Partida de logística y embalaje.....</b>	<b>6</b>

## 7. Presupuesto

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Partida de materiales y componentes .....</b>	<b>2</b>
a. <i>Partida de componentes internos de la PCB A .....</i>	<b>2</b>
b. <i>Partida de componentes internos de la PCB B .....</i>	<b>3</b>
c. <i>Partida de componentes externos de las PCBs .....</i>	<b>4</b>
<b>3. Partida de mano de obra.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Partida de pruebas y ensayos .....</b>	<b>5</b>
a. <i>Partida de pruebas.....</i>	<b>5</b>
b. <i>Partida de ensayos.....</i>	<b>6</b>
<b>5. Partida de logística y embalaje.....</b>	<b>6</b>
<b>6. Total .....</b>	<b>6</b>

## 8. Manual de instrucciones

<b>1. Generalidades .....</b>	<b>2</b>
a. <i>Descripción del panel frontal .....</i>	<b>2</b>
b. <i>Características y especificaciones técnicas .....</i>	<b>3</b>
I. Características .....	<b>3</b>
II. Especificaciones técnicas .....	<b>4</b>
<b>2. Instalación y calibrado del equipo .....</b>	<b>4</b>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 1 Índice	Fecha revisión: 20/11/2021

<i>a. Instalación</i> .....	<b>4</b>
<i>b. Calibrado</i> .....	<b>4</b>
<b>3. Procedimiento de utilización</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Principio de funcionamiento:</b> .....	<b>8</b>
<b>5. Mantenimiento y limpieza del equipo:</b> .....	<b>9</b>
<b>6. Medidas de seguridad y precauciones de uso:</b> .....	<b>9</b>
<b>7. Lista de componentes</b> .....	<b>9</b>
<b>8. Preguntas frecuentes</b> .....	<b>10</b>
<i>a. ¿Qué hacer si no se puede modificar la fecha y hora?</i> .....	<b>10</b>
<i>b. ¿Qué hacer si la pantalla se bloquea y no puede acceder a los menús?</i> .....	<b>10</b>
<i>c. ¿Qué hacer en caso de que la iluminación led no funcione?</i> .....	<b>10</b>
<i>d. ¿Qué hacer si no se muestra algún dato de contaminante, salen valores anormales, o el dato está congelado?</i> .....	<b>10</b>
<b>9. Posibles problemas y solución</b> .....	<b>11</b>
<b>10. Garantía de fabricante y marcado CE</b> .....	<b>11</b>

# **ANEXOS**

## **MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

### **VOLUMEN 3**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

---

**EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

## Datos del proyecto

Número de Volumen	Volumen 3.
Número de Volumen	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Anexos.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

## Índice

<b>1. Documentación de partida.....</b>	<b>2</b>
a. <i>Criterios para la elección de sensores y parámetros a medir .....</i>	<b>2</b>
b. <i>Límites de los parámetros contaminantes .....</i>	<b>2</b>
I. Radiofrecuencia .....	2
II. Contaminación acústica .....	5
III. Contaminación lumínica .....	8
IV. Calidad del aire .....	9
<b>2. Cálculos que justifican las soluciones adoptadas .....</b>	<b>14</b>
a. <i>Carcasa.....</i>	<b>14</b>
b. <i>Placa y pistas circuito impreso .....</i>	<b>14</b>
c. <i>Fuente de alimentación .....</i>	<b>15</b>
d. <i>Señales de alerta.....</i>	<b>18</b>
e. <i>Interfaz de comunicación con usuario .....</i>	<b>19</b>
f. <i>Almacenamiento de datos .....</i>	<b>21</b>
g. <i>Gestión del tiempo .....</i>	<b>23</b>
h. <i>Unidad de control.....</i>	<b>23</b>
i. <i>Subsistema RF.....</i>	<b>27</b>
j. <i>Subsistema acústico .....</i>	<b>31</b>
k. <i>Subsistema lumínico.....</i>	<b>33</b>
I. Luz visible.....	33
II. Luz ultravioleta .....	36
l. <i>Subsistema calidad del aire .....</i>	<b>37</b>
I. Concentración de polvo .....	38
II. Concentración COV .....	40
<b>3. Hojas de características .....</b>	<b>43</b>
<b>4. Diagramas de flujo .....</b>	<b>43</b>
a. <i>Diagrama de la máquina de estados principal.....</i>	<b>44</b>
b. <i>Tabla de transición entre estados .....</i>	<b>45</b>
c. <i>Estados .....</i>	<b>45</b>
I. Proceso de Inicialización .....	46
II. Reposo .....	47
III. Lectura .....	48
IV. Display.....	49
V. Registro datos .....	50
<b>5. Propuesta software .....</b>	<b>51</b>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

## 1. Documentación de partida

### a. Criterios para la elección de sensores y parámetros a medir

Actualmente, un humano medio está sometido a gran cantidad de factores ambientales contaminantes, por ello se ha visto la necesidad de crear un producto que sea capaz de brindar dicha información.

Por esta razón, se han elegido los contaminantes a medir estableciendo un equilibrio entre el tiempo que suele estar expuesta una persona a dicho contaminante, junto con el coste de medir dicho parámetro, es decir, el coste del sensor que permite medir el nivel de concentración de un contaminante.

Por otro lado, existen gran cantidad de dispositivos capaces de medir, directa o indirectamente, parámetros como el nivel de ruido, o la cantidad de luz recibida, ya sea ultravioleta, o del espectro visible. En cambio, la cantidad de productos capaces de medir la calidad del aire que respiramos, en base a la concentración de compuesto orgánicos volátiles, o a la concentración a nivel usuario, es muy baja, así como de la intensidad de las señales de radiofrecuencia que está recibiendo una persona por encontrarse en un entorno saturado de este tipo de señales, ya que es el medio de comunicación establecido a globalmente.

Por tanto, la elección de medir estos contaminantes y no otros se debe principalmente a poder ofrecer al usuario información, que habitualmente no dispone, del entorno en que desarrolla su vida.

Cada uno de los sensores se ha elegido primando su capacidad y facilidad para obtener la información que es capaz de medir, junto con el coste que supone su tanto su implementación, como su compra, con el fin de poder ofrecer un producto asequible para la mayoría de la ciudadanía media.

### b. Límites de los parámetros contaminantes

La elección de los límites ambientales considerados perjudiciales para el ser humano se ha establecido en base a estudios dirigidos por diferentes entes y asociaciones internacionales o gubernamentales.

Actualmente, un humano medio está sometido a gran cantidad de factores contaminantes, y, normalmente, sin ser consciente de ello. Por lo tanto, los límites establecidos para cada parámetro contaminante son los siguientes:

#### I. *Radiofrecuencia*

Una onda electromagnética está formada por una componente eléctrica, representada por  $E$ , y una componente magnética, representada por  $H$ . Ambas componentes se representan mediante vectores, que son perpendiculares entre sí,



y perpendiculares respecto a la dirección de propagación de la onda. El producto vectorial de ambas ondas representa la densidad de potencia de la onda (w/m<sup>2</sup>).

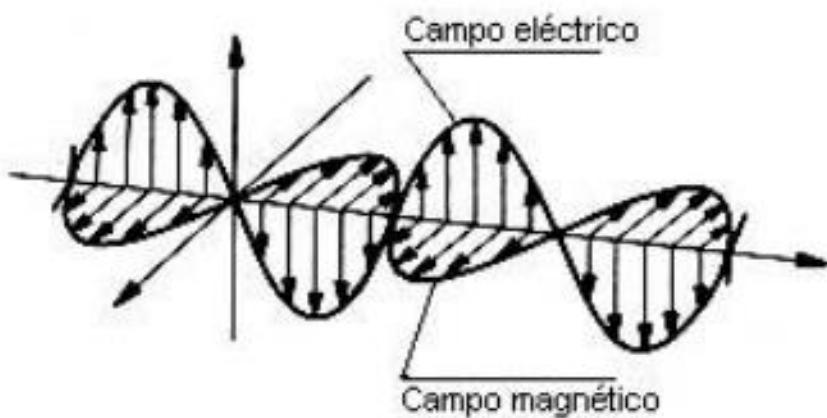


Figura 1 - Onda electromagnética

El espectro electromagnético de una onda está definido por su longitud de onda, parámetro, que junto con la permeabilidad del medio en el que se propaga y la permitividad, definen las características físicas de dicha onda. LA velocidad, la frecuencia y la longitud de onda están relacionadas por la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Ecuación 1

Donde  $\lambda$ , es la longitud de onda.  $v$  es la velocidad de propagación, y  $f$  es la frecuencia de la onda.

En la siguiente imagen se indican las frecuencias y longitudes de onda en el vacío para las distintas bandas del espectro electromagnético:

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

No ionizante						Ionizante			
hf < 12,4 eV						hf < 12,4 eV			
Subradiofrecuencias	Radiofrecuencias	Microondas	Infrarrojos	Luz visible	Ultravioletas no ionizantes	Ultravioletas ionizantes	Rayos X	Rayos γ	Rayos cósmicos
0	30 kHz	1 GHz	300 GHz	385 THz	750 THz	3 Phz	30 Phz	3 EHHz	
30 kHz	1 GHz	300 GHz	385 THz	750 THz	3000 THz	30 Phz	300 EHHz	3000 EHHz	>3000 EHHz
∞	100 km	300 mm	1 mm	780 nm	400 nm	100 nm	10 nm	100 pm	
100 km	300 mm	1 mm	780 nm	400 nm	100 nm	10 nm	1 pm	0,1 pm	< 0,1 pm

H	Banda	f	λ	Aplicaciones
11	EHF Extremely high frequencies	300 GHz   30 GHz	1 mm   10 mm	Comunicaciones diversas. Radar de navegación.
10	SHF Super high frequencies	30 GHz   3 GHz	10 mm   100 mm	Radar, radio, satélite. Usos industriales.
9	UHF Ultra high frequencies	3 GHz   300 MHz	100 mm   1 m	Horno microondas. Usos industriales y médicos. Fisioterapia. TV.
8	VHF Very high frequencies	300 MHz   30 MHz	1 m   10 m	Radio FM, TV.
7	HF High frequencies	30 MHz   3 MHz	10 m   100 m	Soldadura plásticos. Diatermia.
6	MF Medium frequencies	3 MHz   300 kHz	100 m   1 Km	Radio AM.
5	LF Low frequencies	300 kHz   30 KHz	1 Km   10 Km	Calentamiento por inducción.
—	ELF Extremely low frequencies	30 KHz   0 Hz	10 Km   ∞	Ultrasonidos. Técnicas de audio. Transporte energía eléctrica.

N determina la anchura de cada banda entre  $0,3 \cdot 10^N - 3 \cdot 10^N$  Hz  
(Internacional Telecommunication Union - ITU)

Figura 2 - Espectro de frecuencias de radiación ionizante y no ionizante

La energía de una onda depende de la energía de un fotón, que oscila entre  $1.24 \cdot 10^{-9}$  eV, y  $1.24 \cdot 10^{-3}$  eV, lo que resulta insuficiente para alterar las estructuras moleculares. Para ello, se necesita una energía del orden 10 mil veces mayor, que se alcanza en la banda ultravioleta (ionizante), como se puede ver en la imagen superior.

Por ello, la exposición de personas a campos electromagnéticos o microondas (RF-MO), junto con las infrarrojas, luz visible y una parte de ultravioleta (ultravioleta no ionizante) son radiaciones no ionizantes.

Igualmente, que sean consideradas no ionizantes, no implica que no causen ningún efecto sobre la salud de las personas en tiempos largos de exposición. La frecuencia de la radiación, junto con algunas características del medio material (conductividad, permitividad dieléctrica, tamaño y espesor) determinan los grados de absorción, reflexión y transmisión.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

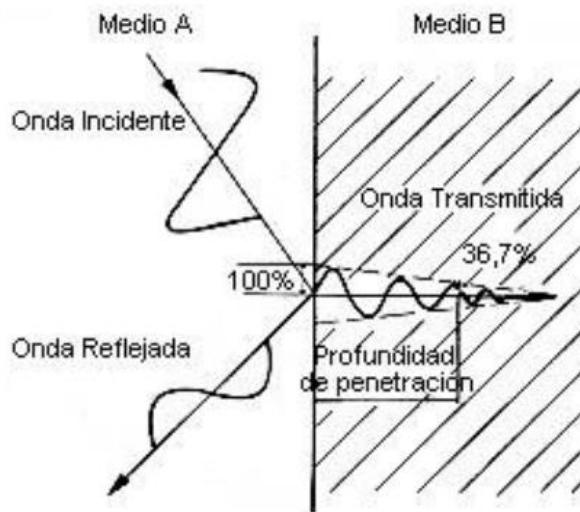


Figura 3 - Diagrama de interacción de radiación con la materia

Los efectos que causa la exposición prolongada a radiaciones no ionizantes se clasifican en dos categorías, térmicos, y no térmicos.

- Efectos térmicos: la absorción de energía por parte de los tejidos causa un incremento de temperatura tanto en la parte superficial como en los tejidos más profundos. Provocando hipertermia, quemaduras, cataratas y esterilidad.
- Efectos no térmicos: efectos observados sin que se produzca un incremento de temperatura, como, por ejemplo, alteraciones celulares, cromosómicas y genéticas. Alteraciones en el ritmo cardiaco y de la tensión arterial. Alteraciones del encefalograma. Etc.

Por todo ello, se ha establecido un límite en  $\mu\text{W}$  para la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia de  $0.462 \mu\text{W/cm}^2$ , según los criterios de INSST (Instituto de Seguridad y Salud en el Trabajo)<sup>1</sup>, establecidos en el Real Decreto 1066/2001, así como en la ICNIRP<sup>2</sup> (Comisión Internacional sobre Protección Frente a radiaciones no ionizantes) de la OMS (Organización Mundial de la Salud).

## II. Contaminación acústica

Se denomina contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. A pesar de que el

<sup>1</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref. 7:

[https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp\\_234.pdf/528209f8-f019-4027-8005-3162e4b17100](https://www.insst.es/documents/94886/327166/ntp_234.pdf/528209f8-f019-4027-8005-3162e4b17100)

<sup>2</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 8:

[https://www.upct.es/estudios/grado/5041/documentos/salidas\\_profesionales/L%C3%ADmites%20radiofrecuencias.pdf](https://www.upct.es/estudios/grado/5041/documentos/salidas_profesionales/L%C3%ADmites%20radiofrecuencias.pdf)

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

ruido no se acumula o traslada como otros tipos de contaminantes, también puede causar daños en la salud y en la calidad de vida de las personas.

Para medir el impacto del ruido ambiental se utilizan diferentes indicadores, como, por ejemplo, el Nivel de presión sonora (Lp), el Nivel de presión sonora continuo, Nivel de exposición de sonido, etc.

Dentro de las diferentes formas de contaminación acústica, se distinguen dos tipos:

- Ruido profesional: corresponde al ruido generado en ambientes laborales, especialmente alto en los sectores industriales, donde los trabajadores deben tomar medidas de protección adicional para evitar lesiones.
- Ruido comunitario: es el generado en ambientes no laborales, asociado a otro tipo de actividades como conciertos, discotecas, o del interior de los edificios, como el sistema de ventilación, máquinas de oficina o aparatos domésticos. En este apartado, también se incluye el ruido provocado por el tráfico, zonas de juegos, zonas concurridas, etc.

La forma de calcular la contaminación acústica sufrida por una persona está definida según la Directiva 2002/49/CE Evaluación y gestión del ruido ambiental, de la Comisión Europea<sup>3</sup>.

El indicador de ruido (a nivel teórico) se calcula en base a la definición del nivel día-tarde-noche, expresado como L<sub>den</sub>, medido en decibelios (dB), según la siguiente fórmula:

$$L_{den} = 10 * \log \frac{1}{24} (12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening}+5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night}+10}{10}})$$

*Ecuación 2*

Donde:

- L<sub>day</sub>: nivel sonoro medio en el plazo diurno, que corresponde de 7h a 19h.
- L<sub>evening</sub>: nivel sonoro medio en el plazo de tarde, que corresponde de 19h a 23h.
- L<sub>night</sub>: nivel sonoro medio en el plazo nocturno, que corresponde de 23h a 7h de la mañana.

Los efectos provocados por el ruido son variados, y se hacen especialmente notables con una exposición prolongada. Principalmente son:

- Pérdida de audición
- Cambios en el sistema hormonal e inmunitario.
- Aumento del ritmo cardíaco y tensión arterial.

<sup>3</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 9:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=EN>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- Efectos psicológicos como estrés, insomnio, irritabilidad, falta de concentración.

Todos estos efectos se clasifican en dos categorías según los efectos fisiológicos que provoca en el cuerpo:

- Conductiva: se interrumpe la transmisión del sonido del conducto auditivo externo al oído interno.
- Neurosensorial: provoca lesiones del oído interno o del nervio auditivo.

Cuando la causa de estos efectos es por la exposición crónica a ruidos de baja intensidad, se denomina “hipoacusia neurosensorial”, que provoca los siguientes síntomas:

Grado de hipoacusia y repercusión en la comunicación		
Grado de hipoacusia	Umbral de audición	Déficit auditivo
Audición normal	0-25dB	
Hipoacusia leve	25-40dB	Dificultad en la conversación en voz baja o a distancia.
Hipoacusia moderada	40-55dB	Conversación posible a 1 o 1,5 metros.
Hipoacusia marcada	55-70dB	Requiere conversación en voz alta
Hipoacusia severa	70-90dB	Voz alta y a 30 cm.
Hipoacusia profunda	>90dB	Escucha sonidos muy fuertes, pero no puede utilizar los sonidos como medio de comunicación.

Figura 4 - Efectos de la exposición continua al ruido

Por todo ello, y según los criterios establecidos tanto en la directiva europea, como en los informes del ISSNT<sup>4</sup> (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo) en base al Real Decreto 286/2006, se establece el límite en **30 dB** de nivel medio, medido durante el plazo de una hora, para considerar el entorno como acústicamente no saludable, teniendo en cuenta que el medidor de contaminación ambiental no va a estar situado en un ambiente laboral, sino en uno doméstico.

<sup>4</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 10:

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=EN>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

### III. Contaminación lumínica

La contaminación lumínica es producida por fuentes de luz, ya sea natural (Sol), o artificial, lámparas y focos. El sol emite radiación en todo el espectro de frecuencias, mientras que las lámparas, emiten, típicamente, en el espectro visible y el ultravioleta e infrarroja.

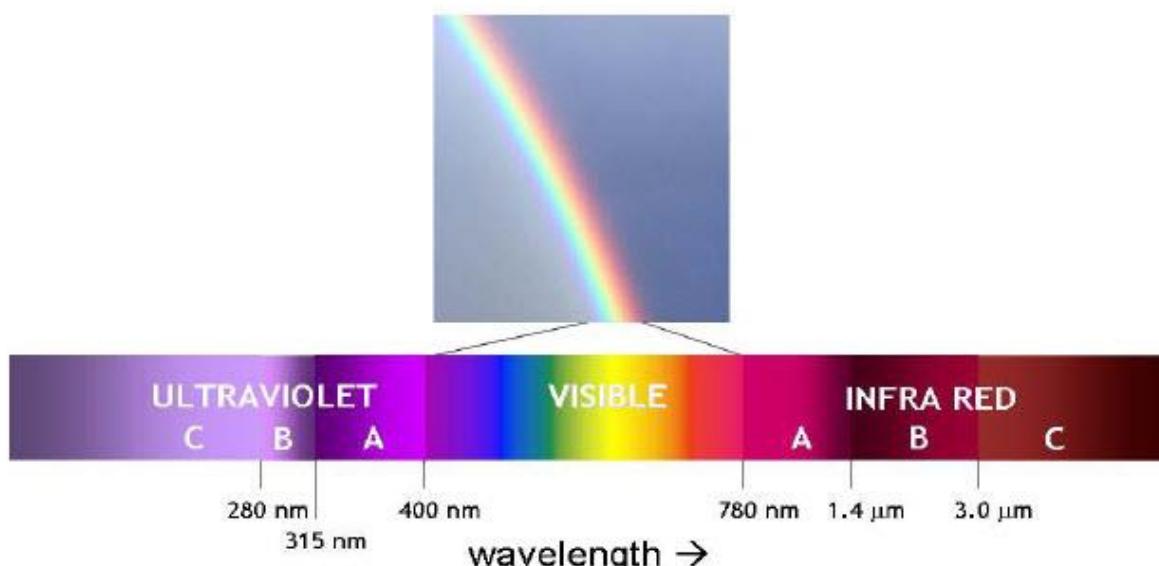


Figura 5 - Longitudes de onda de la luz visible, ultravioleta e infrarroja

La longitud de onda de la luz visible determina su color, desde violeta (longitud de onda más corta), hasta rojo (mayor longitud de onda). Las radiaciones UV se pueden subdividir en tres categorías diferenciadas, en función de la longitud de onda:

- UVA: onda larga (400-315 nm)
- UVB: onda media (315-280 nm)
- UVC: onda corta (280-100 nm)

Mientras que la luz visible se sitúa entre los 400 y 780 nm.

La atmósfera es capaz de bloquear la luz tipo UVC, el 80% de la luz UVB, y gran parte de la luz UVA.

Los niveles de radiación absorbida disminuyen conforme aumenta la distancia a dicha fuente de luz. Sin embargo, la absorción de dicha radiación provoca efectos en la materia y el cuerpo humano.

La luz visible y ultravioleta pueden desencadenar reacciones químicas si alcanzan las moléculas absorbentes adecuadas, llamadas cromóforos, abundantes en las células cutáneas y oculares. Pueden penetrar en las capas más profundas de la piel y la retina, provocando, principalmente, quemaduras. Al absorber la

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

radiación, el cuerpo humano tiende a potenciar la creación de compuesto oxidantes que atacan a las células.

Si la exposición a la luz visible intensa, y ultravioleta es prolongada e intensa, puede llegar a provocar cáncer de piel (melanoma, así como carcinoma de células escamosas y carcinoma basocelular)

Por todo ello, se han seguido las recomendaciones del Ministerio de Trabajo y Asuntos sociales<sup>5</sup>, así como de la OMS y otros organismos internacionales<sup>6</sup>, para ambientes de trabajo y domésticos para establecer el límite de intensidad de luz visible y ultravioleta para considerar el entorno saludable. Dicho límite es:

- Luz visible: **350 Lux**
- Luz ultravioleta (UVA): **3 IUV** (siguiendo el índice ultravioleta de categorías de exposición)

CATEGORÍA DE EXPOSICIÓN	INTERVALO DE VALORES DEL IUV
<b>BAJA</b>	<b>&lt; 2</b>
<b>MODERADA</b>	<b>3 A 5</b>
<b>ALTA</b>	<b>6 A 7</b>
<b>MUY ALTA</b>	<b>8 A 10</b>
<b>EXTREMADAMENTE ALTA</b>	<b>11+</b>

Figura 6 - Índice de exposición ultravioleta

#### IV. Calidad del aire

La calidad del aire se mide por numerosos factores, como, por ejemplo, en base a las concentraciones de CO (monóxido de carbono), SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), NO<sub>x</sub> (óxidos de nitrógeno), NH<sub>3</sub> (amoniaco), O<sub>3</sub> (ozono), C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> (benceno), etc. en el aire, o la medición de la concentración de polvo, de COV (compuestos orgánicos volátiles), de PM<sub>2,5</sub> y PM<sub>10</sub> (material particulado).

Los compuestos orgánicos volátiles (COV) son todos aquellos hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a la temperatura ambiente o que son muy volátiles a dicha temperatura.

<sup>5</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 11:

<https://www.diba.cat/documents/7294824/11610426/E05ntp211+iluminacion+de+los+centros+de+trabajo.pdf/054b53c0-bb26-4a1a-9f9a-fa24d180f59b>

<sup>6</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 12:

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf;jsessionid=8FE977C2FCF58A266E3F60E038DC446A?sequence=1>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Mientras que  $PM_{xx}$  son las partículas, líquidas y sólidas que se encuentran en suspensión en el aire. Se catalogan en función de su tamaño,  $PM_{10}$  corresponde a las partículas de mayor tamaño, cuyo diámetro teórico es de  $10\mu\text{m}$ , mientras que  $PM_{2,5}$  corresponde a diámetro de partícula de  $2,5\mu\text{m}$ .

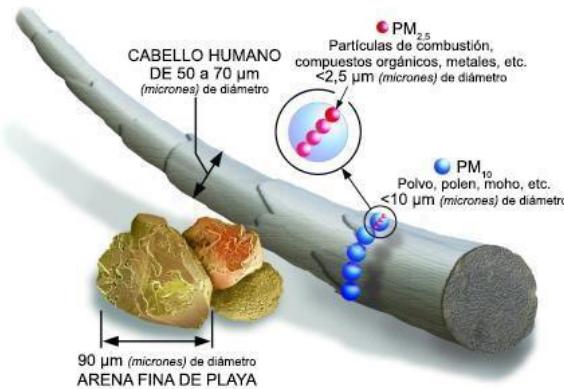


Figura 7 - Comparación de tamaño de las partículas PM

El objetivo del medidor ambiental es estar expuesto en ambientes de interior, es decir, para uso doméstico en viviendas, u oficinas, pero no en otros ambientes, como el industrial, en el que los contaminantes son diferentes, y de diferente intensidad.

Los principales contaminantes encontrados en interiores se recogen en la siguiente tabla:

Clasificación de contaminantes del aire en interiores no industriales	
Inorgánicos	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas, fibras minerales, ozono, óxidos de azufre
Orgánicos	Compuestos orgánicos volátiles (COV)
Contaminantes de origen biológico	Virus, hongos, bacterias, ácaros, pelo y caspa de mascotas
Mezclas	Humo ambiental de tabaco, plaguicidas, ambientadores, desinfectantes y otros productos de uso doméstico
Alérgenos	Hongos, mohos, ácaros del polvo, caspa y pelo de mascotas, cucarachas, plantas.

Tabla 1- Clasificación de contaminantes del aire en interiores

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Según el Observatorio de Salud y Medio Ambiente de Andalucía<sup>7</sup>, la tasa de intercambio de aire es actualmente 10 veces menor de lo que era hace 30 años, con el consiguiente incremento en humedad y en los niveles de contaminantes interiores y alérgenos aéreos, esto es debido a que, los edificios se han hecho más eficientes en la conservación de la energía a costa de disminuir el intercambio de aire con el exterior.

Con todo ello, las principales fuentes de los contaminantes expuestos en la tabla anterior son aquellas que generan contaminación debido a su uso o presencia en el interior, como son:

- Humo del tabaco: en Europa, el humo ambiental de tabaco es el contaminante más importante, además de ser considerado como fuente de otros contaminantes (monóxido de carbono, benceno, óxidos de nitrógeno y azufre, etc), según la Agencia Europea del Entorno [6]
- Agua y humedades: contribuye a la presencia de mohos, hongos, etc. Y por tanto, a la producción de alérgenos aéreos y proliferación de bacterias, como la Legionella.
- Materiales de construcción y mobiliario: constituyen una fuente de compuestos orgánicos volátiles como el formaldehído (maderas aglomeradas) y otros compuestos, como asbestos (minerales de origen natural se presentan forma de hilos o fibras).
- Uso de combustibles fósiles: se presentan en la quema de combustibles fósiles en calderas para la calefacción, o en las cocinas, y constituya una importante fuente de exposición a partículas y compuestos peligrosos.
- Uso de productos químicos domésticos: productos para la limpieza, desinfección, ambientadores, fragancias, plaguicidas, adhesivos, pinturas, selladores, aislantes, etc.
- Control de plagas: ya sea doméstico o realizado por profesionales, es una fuente importante de contaminación química en una vivienda.
- Calefacción, ventilación y aires acondicionados: un inadecuado mantenimiento o instalación puede dar lugar a polvo, suciedad o crecimiento microbiológico en los conductos y otras partes del circuito de aire de dichos sistemas, originando partículas, bacterias, etc. Lo que puede provocar que el propio sistema de ventilación introduzca aire “sucio” al interior.

---

<sup>7</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 13:

[https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824)

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- Aire contaminado procedente del exterior: introduce partículas, humos, polvos, gases procedentes de contaminantes industriales y vehículos, además de los naturales, como puede ser polen, ácaros o esporas fúngicas.
- Gases procedentes del suelo: el radón es el principal, aunque pueden producirse filtraciones de contaminantes procedentes de usos anteriores del suelo.
- Actividades de redecoración, remodelación y reparación: actividades como el pintado, impermeabilización, aislamiento, uso de adhesivos u otros productos, así como la introducción de nuevo mobiliario, pueden generar contaminantes.
- Condiciones no sanitarias: un inadecuado mantenimiento y limpieza de la vivienda da lugar a condiciones que favorecen la acumulación de contaminantes.
- Suministros: de especial importancia en ambientes interiores de edificios destinados a oficinas, hospitales, etc. Originado por el uso de productos como disolventes, toners o tintas para impresoras, desinfectantes, etc.
- Individuos: olor corporal, cosméticos, etc.
- Eventos accidentales: también especialmente importante en edificios de oficinas, hospitales, laboratorios, etc, debido al manejo y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

Los efectos de todos estos contaminantes en interiores son variados, y aún se desconocen muchos de ellos, pero, el principal problema de salud causado es el respiratorio, en la siguiente tabla se expone la enfermedad causada según la carga ambiental estimada:

Enfermedad	Carga estimada	Causa
Infecciones del tracto respiratorio inferior	Países desarrollados: 20%	Uso de combustibles fósiles sólidos en interiores.
	Países en vías de desarrollo: 46%	Humo de tabaco
EPOC (Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica)	36%	Ambientales y ocupacionales (exposición a polvo y sustancias químicas)
Cáncer de pulmón	66%	Fumar
	9%	Ocupacionales
	5%	Contaminación exterior

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Enfermedad	Carga estimada	Causa
	1%	Uso de combustibles fósiles sólidos en el interior
	-	Otros (exposición a asbestos, radón y productos químicos)
Asma (desarrollo y exacerbación)	20% prevalencia	Exposición en interiores a humedad, ácaros del polvo, alérgenos fúngicos

Tabla 2 - Estimación de la carga ambiental de enfermedades respiratorias

Con todo lo expuesto anteriormente, se han escogido como contaminantes ambientales a analizar la concentración de polvo y los compuestos orgánicos volátiles, puesto que son considerados los más importantes, y pueden ser medidos con sensores de un coste relativamente bajo.

En la siguiente tabla<sup>8</sup>, se expresa las situaciones límites a las que debería estar expuesta una persona en cuanto a los compuestos orgánicos volátiles totales:

Intervalo de concentraciones COVT recomendadas en interiores	
Situación de confort	< 200 ug/m <sup>3</sup> → < 44 ppb
Inicio de situación de desconfort	200 - 3000 ug/m <sup>3</sup> → 44 – 666 ppb
Situación de desconfort	3000 - 25000 ug/m <sup>3</sup> → 666 – 5555 ppb
Situación tóxica	> 25000 ug/m <sup>3</sup> → > 5555 ppb

Tabla 3 - Intervalo de concentraciones COVT recomendado en interiores

Según el Real Decreto 102/2011<sup>9</sup>, el límite para una concentración de polvo saludable en un entorno de interior (durante 24 horas) es de 0,5mg/m<sup>3</sup>, y de COVT (compuestos orgánicos totales) < 1000ug/m<sup>3</sup> (222 ppb). El sensor SGP ofrece COVT en unidades de ppb (resultado medio medido en 20 contaminantes COV diferentes), que son convertibles a ug/m<sup>3</sup> (para poder comparar con valores de referencia) según lo especificado por el propio fabricante<sup>10</sup>, 1ppb=4,5ug/m<sup>3</sup>.

<sup>8</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 14:

<https://lcma.upc.edu/es/control-de-la-calidad-del-aire-en-areas-urbanas/calidad-aire-interior>

<sup>9</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 15:

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2011-1645>

<sup>10</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 14:

[https://www.catsensors.com/media/pdf/Sensor\\_Sensirion\\_IAM.pdf](https://www.catsensors.com/media/pdf/Sensor_Sensirion_IAM.pdf)

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Por tanto, los límites elegidos son:

- COVT: **1000 ppb**
- Polvo: **0,5 mg/m<sup>3</sup>**

## 2. Cálculos que justifican las soluciones adoptadas

### a. Carcasa

La carcasa elegida ha sido diseñada y fabricada íntegramente por la empresa propia del medidor ambiental, se ha elegido una carcasa de PLA con un diseño cúbico y minimalista. Las caras del cubo tienen diferentes funcionalidades. La superior es la parte donde se sitúan la mayor parte los sensores, por lo que dispone de los orificios pertinentes para facilitar la lectura de los mismos. Las caras laterales del cubo, son donde se puede visualizar el estado de las mediciones mediante tres colores, por lo que debe permitir dejar el paso de la luz. La cara inferior corresponde a la zona de interfaz de usuario, por lo que dispone de los huecos necesarios para albergar el display y los pulsadores.

### b. Placa y pistas circuito impreso

El diseño de la placa es de doble capa, permitiendo agrupar en un menor espacio un mayor número de pistas, que permiten reducir el tamaño de la misma. Las pistas encargadas de suministrar corriente desde la etapa de corriente tienen una anchura suficiente para cumplir con los requisitos exigidos por la norma UNE 20-621-84/3.

Las partes de la placa que no corresponden a pistas, está destinada a ejercer como capa de masa, permitiendo eliminar ruidos electromagnéticos, así como interferencias externas que dificulten el correcto funcionamiento de los diferentes componentes.

El hardware del medidor ambiental se ha dividido en 2 PCB's diferentes, para facilitar la interacción de los sensores con el exterior, ya que cada uno presenta unas necesidades diferentes.

Por ello, cada PCB alberga un conjunto de subsistemas diferentes, y están comunicadas entre sí mediante pines cableados verticalmente entre ambas PCB's.

Los subsistemas que componen cada PCB se muestran a continuación:

- PCB-A:
  - Subsistema de control
  - Subsistema RF
  - Subsistema de alimentación
  - Conectores a módulos exteriores
- PCB-B:
  - Subsistema de calidad de aire

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- Subsistema lumínico
- Subsistema acústico

La distribución de los componentes en la placa ha sido diseñada para que ocupen el menor espacio posible.

### c. Fuente de alimentación

Es el encargado de gestionar tanto la alimentación necesaria para todos los componentes del medidor ambiental, como de controlar carga y descarga de la batería que alimenta todo el circuito. Este subsistema consta de dos componentes principales, que son:

- TP4056 (módulo carga baterías LiPo)<sup>11</sup>: chip integrado en el módulo de la carga de la batería, y que es capaz de dar 1A máximo de carga, a una batería de 3.7V. Contiene sistemas de protección contra sobrecarga/infra-descarga de la batería, y sobre-corrientes de carga, permitiendo cargar la batería de forma segura.

Los parámetros de definen este módulo son:

- Corte de voltaje de carga: 4.2V +/-1%
- Máxima corriente de salida de carga: 1000mA
- Voltaje de protección de sobrecarga de la batería: 4.28V
- Voltaje de protección de descarga de la batería: 3.0V
- Dimensiones: 25 x 16.5 x 4 mm

Dispone, como entrada dos opciones:

- Puerto microUSB estándar
- Dos pads que corresponden a Vcc(5V) y GND (masa).

Como salidas, dispone de 4 pads (dos pares), que se corresponden con:

- Vout, tensión de salida de 5V, que se conecta al circuito que se desea alimentar
- Vbat, salida con la que se gestiona la carga de la batería
- Conversor step-up<sup>12</sup>: módulo que permite elevar la tensión de salida del módulo TP4056 a 5V estables, necesarios para alimentar el resto de componentes del circuito.

Dispone de 3 pines:

- Vin: tensión de entrada
- GND: masa
- Vout: tensión de salida estabilizada a 5V

Las características del módulo step-up son las siguientes:

- Voltaje de entrada: 2V a 16V

---

<sup>11</sup><https://www.tiendatec.es/electronica/componentes/conversor-dc-dc/493-modulo-cargador-baterias-litio18650-microusb-con-proteccion-tp4056-03962a-8404930310000.html>

<sup>12</sup><https://tienda.bricogeek.com/convertidores-de-voltaje/1005-conversor-step-upstep-down-5v15a-s9v11f5.html>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- Voltaje de salida: 5V
  - Corriente máxima: 1.5A
  - Protección contra sobre corrientes, temperatura y corto-circuito
  - Eficiencia entre el 85% y el 95%
  - Dimensiones: 7.6 x 11.4 x 3.8 mm
- Batería LiPo 3.7V<sup>13</sup>: batería recargable de Ion-Litio con las siguientes características:
    - 3.7V de tensión nominal
    - 2.6Ah de capacidad de almacenamiento
    - 2 celdas
    - Dimensiones: 69 x 36 x 19 mm

Todo el subsistema de alimentación en conjunto quedaría de la siguiente manera, permitiendo obtener 5V estables a la salida del mismo:

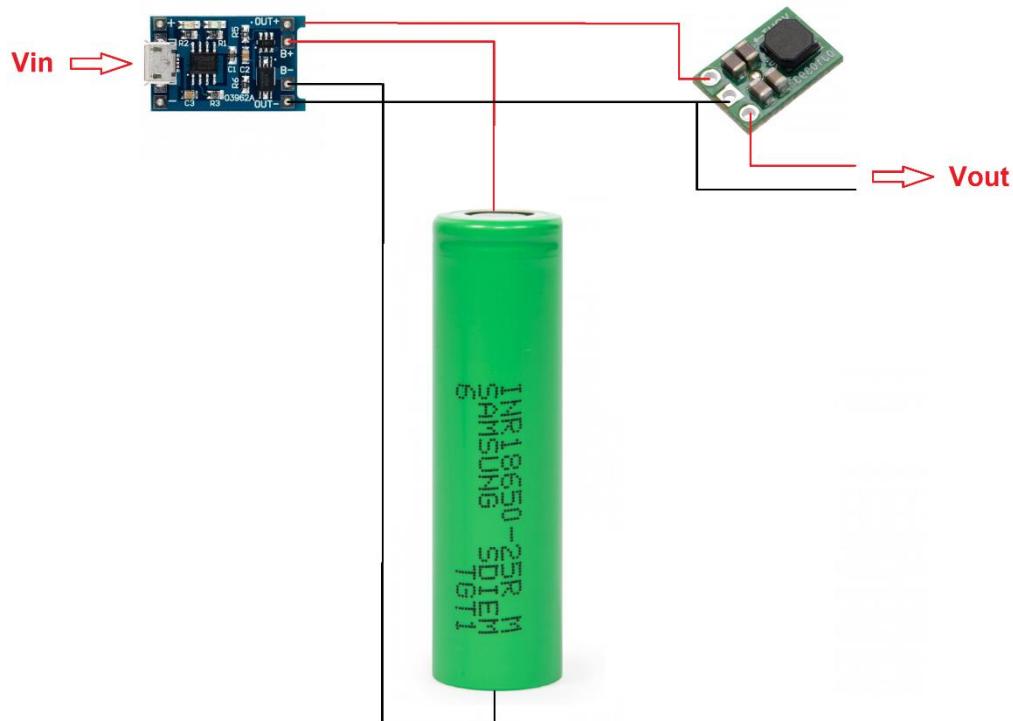


Figura 8 - Diagrama del circuito de alimentación

A continuación, se muestra la tabla de consumos de todos los elementos que conforman el medidor ambiental:

---

<sup>13</sup> <https://es.rs-online.com/web/p/baterias-recargables-de-litio/1449406/>



Subsistema	Componente	Consumo ON	Consumo Stand By
Control	ATMEGA32U4-AU	-	0,03 mA (30 uA)
	Módulo Display OLED	12 mA	0,1 mA
	Modulo RTC (DS3231)	14 mA	0,11 mA (110 uA)
	Módulo uSD	45 mA	0,15 mA
Control	Conversor Sept-up	-	0,1 mA
	LED RGB	30 mA	0 mA
RF	MAX2015	17,3 mA	0,001 mA (1 uA)
Acústico	MAX4466EXK + T	0,024 mA (24 uA)	5*10-5 mA (50 nA)
	Electret - ABM715	0,5 mA (500 uA)	0 mA
Calidad Aire	SHARP GP2Y1010AU0F	20 mA	0,5 mA
	SGP30	48,2 mA	0,01 mA (10 uA)
	Mic 5225-1.8	5 mA	0,005 mA (5 uA)
	MOSFET BSS138	120 mA	0,005 mA (5 uA)
Lumínico	VEML6070	0,1 mA (100 uA)	0,001 mA (1 uA)
	NSL-19M51	0,33 mA	0,33 mA
<b>TOTAL</b>		<b>312,454 mA</b>	<b>1,34 mA</b>

Tabla 4 - Tabla de consumos

El consumo cuando todos los sistemas están en funcionamiento, es decir, en el momento de obtener las mediciones de los sensores, o de realizar el registro de datos es de 312,454 mA, mientras que, en modo “stand by” de los componentes, el consumo se reduce a menos de 2 mA.

Para obtener el tiempo aproximado de duración de la batería, se va a suponer un sobredimensionamiento del consumo de un 10%, por tanto, en modo ON:

$$312,454 + 312,454 * 0,1 = 343,699 \text{ mA}$$

Ecuación 3

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Y en modo “stand by”:

$$1,34 + 1,34 * 0,1 = 1,474 \text{ mA}$$

Ecuación 4

La capacidad de la batería es de 2600 mAh, y teniendo en cuenta que el 95% del tiempo, el medidor ambiental está en modo “stand by”, y el 5% restante en modo ON. Con estos datos, podemos obtener una estimación del tiempo que puede durar el medidor ambiental en funcionamiento.

$$\frac{2600}{343,699 * 0,05 + 1.474 * 0,95} = 139,89 \text{ horas} = 5,82 \text{ días}$$

Ecuación 5

La duración estimada de la batería es de 3 días aproximadamente, pero, debido a la eficiencia de conversión del módulo step-up (95% a 5V), el tiempo final de duración de la batería se reduce a **5,53 días**.

Con todo ello, se cumplen sobradamente los requisitos definidos inicialmente.

#### d. Señales de alerta

Se trata de 1 led RGB controlados a través de las salidas digitales del microcontrolador, y conectados en cátodo común, tal y como se puede ver en la siguiente figura:

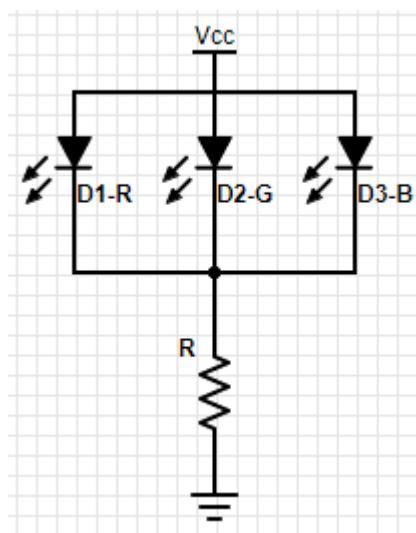


Figura 9 - Esquemático LED RGB con resistencia

Esta parte consta de los siguientes componentes:

- R: 150Ω
- LED1: led RGB

El valor de la resistencia R1 se ha escogido en base a garantizar que circulen por cada uno de los 3 pines del led una corriente de, al menos, 20mA, y no superando

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

el límite establecido por el fabricante de 150 mA<sup>14</sup>, garantizando, además, una tensión por led de 3.3V. En caso de que solo conduzca un único led (por ejemplo, al generar el color rojo, o verde), la corriente máxima que debe circular por él es de 60mA, mientras que, si conducen más leds, esta corriente se reparte entre ellos.

Por tanto:

$$V_{cc} = V_{LED} + V_R = V_{LED} + I_R * R \Rightarrow 5 = 3,3 + 60 * 10^{-3} * R$$

*Ecuación 6*

$$R = \frac{5 - 3,3}{60 * 10^{-3}} = 28,3\Omega \simeq 30\Omega$$

*Ecuación 7*

El momento de mayor disipación de potencia es cuando solo conduzca un led, en ese caso, la corriente que circula por el circuito es de 60mA, por lo que la disipación de potencia de la resistencia será de 102mW, dentro de los límites que ésta admite (2W).

$$P = V_R * I_R = (5 - 3,3) * 0.06 = 0.102W = 102mW$$

*Ecuación 8*

Los colores que identifican cuán saludable es el entorno, o si el contaminante concreto ha superado los límites establecidos, son:

- Verde: 0/7 contaminantes fuera de los límites establecidos
- Amarillo: 2/7 contaminantes fuera de los límites establecidos
- Rojo: 3/7 contaminantes fuera de los límites establecidos

De tal manera que, el usuario, con un vistazo, es capaz de ver el estado, a nivel de contaminantes, de su entorno.

#### e. Interfaz de comunicación con usuario

La función del display OLED es como indicador visual de los niveles de cada uno de los parámetros contaminantes medidos, y va acompañada de un conjunto de pulsadores que permiten navegar por los valores leídos de cada tipo de sensor.

Las características del módulo OLED son las siguientes<sup>15</sup>:

- Voltaje de funcionamiento: 3.7-5.5V

---

<sup>14</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 17:  
<https://www.farnell.com/datasheets/2046599.pdf>

<sup>15</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 18:  
<https://www.mouser.es/ProductDetail/DFRobot/DFR0507?qs=sGAEpiMZZMve4%2FbfQkoj%252BJm1f%252BpxDyW%252BDtH229wNLjs%3D>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- Corriente de trabajo: 12mA
- Controlador direccional analógico de 5 pulsadores + 2 pulsadores digitales
- Display OLED con resolución 128x64px, y 0.96''
- Comunicación I2C y SPI

El ciclo de menú por el que el usuario puede navegar, con los datos de cada contaminante se ver en el siguiente ejemplo:

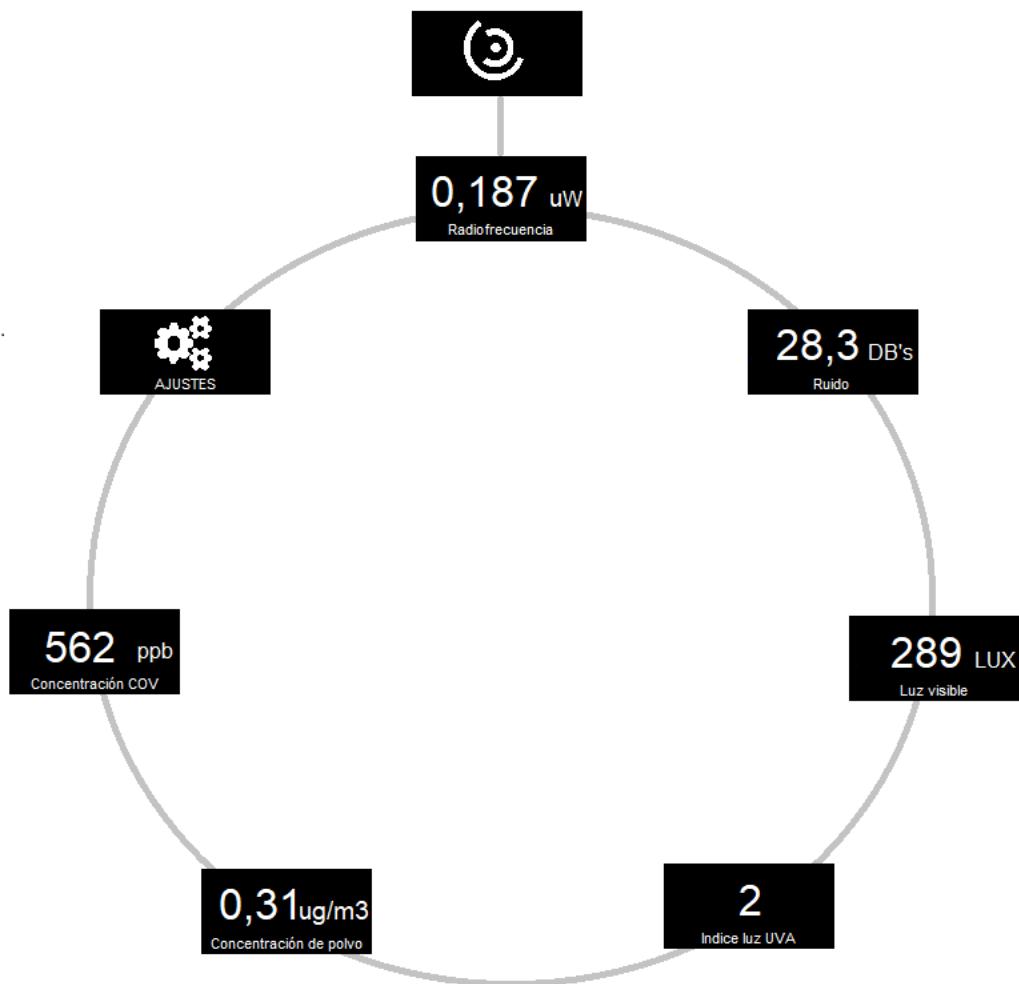


Figura 10 - Ciclo de navegación del menú

A través de las pantallas mostradas anteriormente, el usuario podrá visualizar los niveles de cada contaminante en tiempo real. Además de un punto de menú de ajustes, donde el usuario podrá configurar la fecha y hora en el dispositivo.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

En el documento “Manual de instrucciones”, dispone de información relativa al uso<sup>16</sup> y configuración<sup>17</sup> del dispositivo a través del display OLED.

#### *f. Almacenamiento de datos*

Las características del módulo elegido son las siguientes<sup>18</sup>:

- Tensión de alimentación: 5V
- Consumo: 200mA
- Comunicación SPI
- Compatibilidad con MicroSD, microSDHC y MicroSDXC
- Dimensiones: 40 x 24mm

Dentro de la tarjeta microSD, se gestionan un conjunto de ficheros que permiten el correcto funcionamiento del dispositivo, dichos ficheros y su estructura se explican a continuación:

- Fichero de configuración, config.txt:
 

```
[DIRECTORIOS]
ruta_fichero_datos: "/datos.txt"
```

```
[LIMITE CONTAMINANTES]
limite_luz_visible: "350"
limite_luz_uv: "3"
limite_rf: "0.462"
limite_db: "30"
limite_covt: "1000"
limite_polvo: "0.5"
```

- Fichero con el logo, logo.ico
- Fichero de almacenamiento de datos, data.txt, que contiene la siguiente cabecera de tabla, para estructurar los datos según la fecha y hora en que se ha leído el dato contaminante:

Time | LUZ | UV | DBS | RF | COVT | POLVO

---

<sup>16</sup> Manual de instrucciones, apartado “3. Procedimiento de utilización”

<sup>17</sup> Manual de instrucciones, apartado “2. Instalación y calibrado del equipo”, subapartado “b. Calibrado”

<sup>18</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 19:

[https://www.tiendatec.es/arduino/modulos/631-modulo-adaptador-microsd-para-arduino-8406311180004.html?search\\_query=modulo+uSD&results=1](https://www.tiendatec.es/arduino/modulos/631-modulo-adaptador-microsd-para-arduino-8406311180004.html?search_query=modulo+uSD&results=1)

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Time	LUZ	UV	DBS	RF	COVT	POLVO
18/09/2021 14:03	200	2	55	0,125	438	0,35
18/09/2021 14:04	202	2	59	0,112	445	0,39
18/09/2021 14:05	205	3	51	0,145	450	0,4
18/09/2021 14:06	198	2	64	0,133	439	0,33

Figura 11 - Ejemplo de fichero de almacenamiento de datos

Los datos son almacenados cada minuto, momento en el que se guarda en un array los valores leídos de cada uno de los sensores, y cada 60 minutos, es decir, cada hora, se envían los datos a la tarjeta microSD.

Por tanto, se almacenan 60 líneas, que contienen 8 parámetros medidos (fecha, hora, intensidad luz visible, índice ultravioleta, nivel de decibelios, intensidad señal radiofrecuencia, concentración de COVT y concentración de polvo), cada hora.

Según los experimentos realizados sobre un ordenador con sistema operativo Windows 10, el tamaño en disco que ocupa un fichero .txt con una línea de cabecera más 60 líneas con datos leídos durante 1 hora, es de 8Kb (8192 bytes).

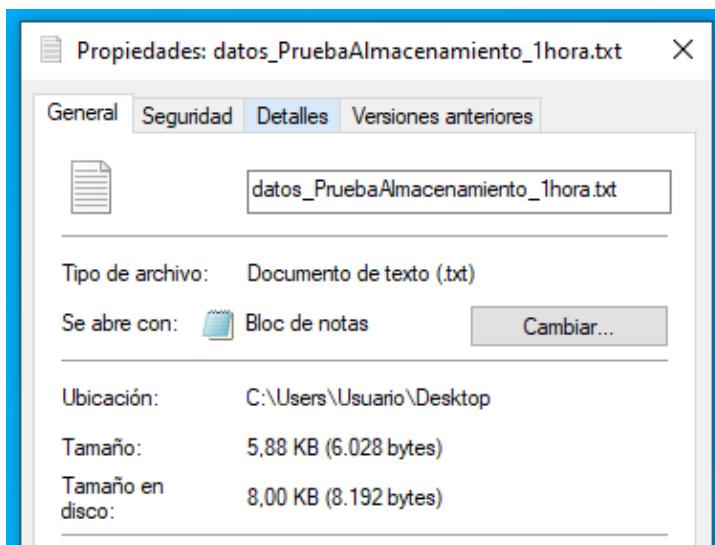


Figura 12 - Tamaño en disco del fichero datos.txt tras una hora de uso

En 24 horas es de 192Kb:

$$8192 * 24 = 196608 \text{ bytes/hora} = 192 \text{ Kb/hora}$$

Ecuación 9

Asumiendo un tamaño de tarjeta microSD de 2Gb, lo que supone, aproximadamente,  $2 * 10^6$  Kb, se obtiene una duración en tiempo de almacenamiento de 10416.66 días, o lo que es lo mismo, 28.538 años.

$$\frac{2 * 10^6 * 24}{192} = 250000 \text{ horas}$$

Ecuación 10

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

$$\frac{250000}{24} = 1416.66 \text{ días}$$

Ecuación 11

$$\frac{10416.66}{65} = 28.538 \text{ años}$$

Ecuación 12

### g. Gestión del tiempo

Las características del módulo RTC elegido son<sup>19</sup>:

- Tensión de alimentación: 3,3-5V
- Basado en chipset: DS3231SN + AT24C32
- EEPROM: 32Kb
- Comunicación: I2C

### h. Unidad de control

Situado en la PCB-A. Está basado en el microcontrolador de ATMEL, ATMEGA32U4-AUR, el cual se muestra en la siguiente figura:

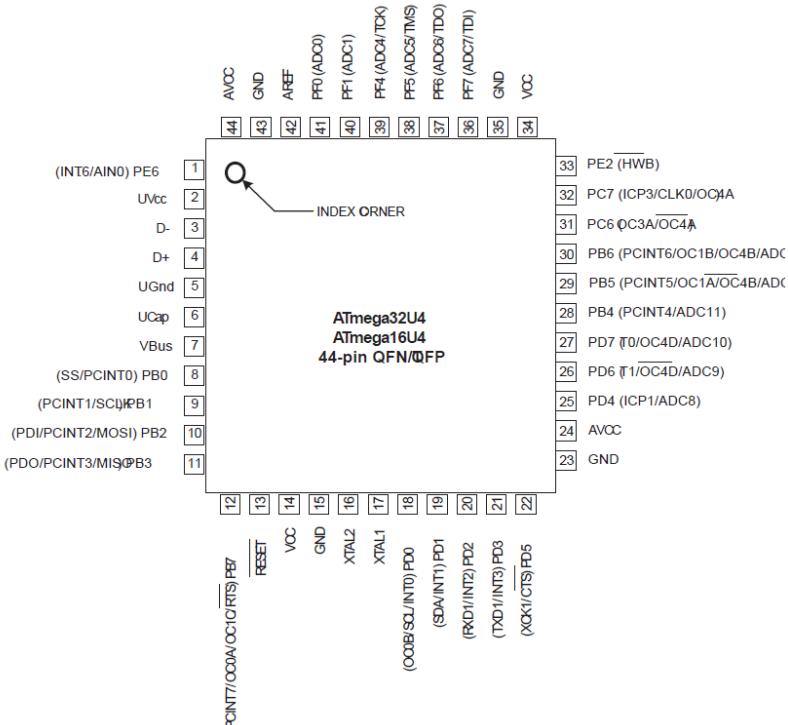


Figura 13 - PinOut ATMEGA32U4-AUR

<sup>19</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 20:

<https://www.tiendatec.es/arduino/modulos/400-modulo-zs-042-reloj-en-tiempo-real-rtc-basado-en-ds3231-at24c32-arduino-y-raspberry-pi-8404001180013.html>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

El microcontrolador ATMEGA32U4-AU<sup>20</sup> cuenta con 26 pines de entrada y salida, suficientes para la interconexión con todos los elementos que conforman el medidor de contaminación ambiental. Sus principales características son:

- Alto rendimiento
- Rango del voltaje de entrada: 2.7V a 5.5V
- 32 kB de memoria ROM
- 2.5 Kb de memoria RAM
- Corriente en modo power-down: 30 uA
- Velocidad CPU: 16 MHz
- Interfaces de comunicación integradas: SPI, I2C, UART, USART

Para su correcto funcionamiento, es necesaria la implantación de un conjunto de subsistemas alrededor del microcontrolador, como son el oscilador (reloj), la gestión del USB, de las comunicaciones SPI que permiten cargar el bootloader de Arduino al microcontrolador, o el subsistema de reset.

Cada uno de ellos son descritos a continuación.

- **Subsistema oscilador/reloj de la unidad de control:** es un componente esencial del microcontrolador que emite una serie de pulsos eléctricos a intervalos constantes, son los llamados ciclos, y que se encargan de marcar el ritmo que ha de seguir el microcontrolador para la ejecución de las instrucciones. La velocidad de funcionamiento del microcontrolador viene determinada por el ritmo de los impulsos de su reloj.

Este subsistema consta de los siguientes componentes, como se puede observar en la siguiente figura:

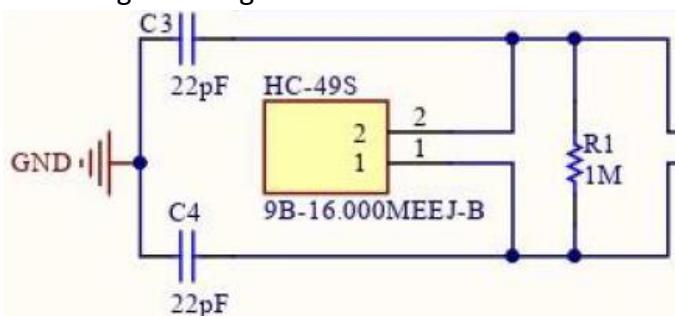


Figura 14 - Esquemático subsistema oscilador de la unidad de control

- Oscilador (HC-49S)<sup>21</sup>
- R<sub>1</sub>: 1MΩ
- C<sub>3</sub> y C<sub>4</sub>: 22pF

<sup>20</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 21:

[https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7766-8-bit-AVR-ATmega16U4-32U4\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7766-8-bit-AVR-ATmega16U4-32U4_Datasheet.pdf)

<sup>21</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 23:

<https://www.farnell.com/datasheets/1497894.pdf>



Los componentes han sido escogidos tal y como expone el fabricante en su datasheet<sup>22</sup> (pag 30). Donde se especifica que para una frecuencia de entre 8 y 16MHz, se ha de utilizar condensadores de entre 12 y 22pF.

- **Subsistema RESET de la unidad de control:** de sus siglas en inglés, reiniciar. Es la puesta en condiciones iniciales de un sistema, en este caso, del microcontrolador, y que se realiza de manera electrónica a través de un pulsador.

Este subsistema consta de los siguientes componentes, como se puede observar en la siguiente figura:

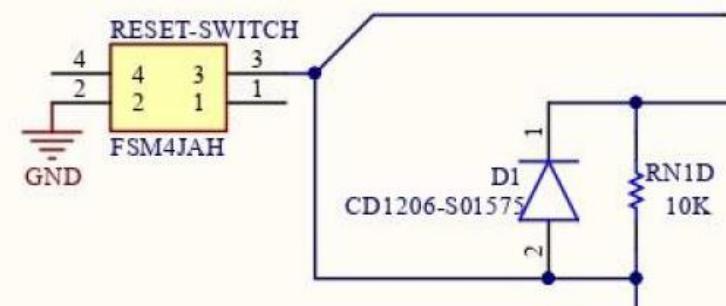


Figura 15 - Esquemático subsistema reset de la unidad de control

- Pulsador
- Diodo (CD1206-S01575)
- RN1D: 10KΩ

La resistencia se ha colocado en modo pull-up, ya que se especifica en el datasheet, lo que implica que el pulsador está situado entre masa, y la resistencia.

Según el datasheet, en la tabla 29-1 se especifican las tensiones en alto y en bajo admitidas por el pin RESET, entre -0.5 a 0.1V en bajo, y entre 0.9 y 5.5V ( $V_{cc}+0.5$ ) en alto.

Debido a que es una entrada negada, si el pulsador está pulsado, el pin de reset del microcontrolador está conectado directamente a masa, lo que implica que estaría a 0V y el microcontrolador detecta la pulsación.

Mientras que, si el pulsador está abierto, la tensión recibida en el pin reset es distinta de 0, y dependerá de la resistencia interna del pin ya que provoca un divisor de tensión (se pueden observar los consumos en la figura 30-16 de la página 400 del datasheet).

Para tener un consumo de corriente ínfimo, se escoge una resistencia del orden de KΩ, concretamente, 10KΩ, ya que, asumiendo que la resistencia

<sup>22</sup>[https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7766-8-bit- AVR-ATmega16U4-32U4\\_Datasheet.pdf](https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7766-8-bit- AVR-ATmega16U4-32U4_Datasheet.pdf)

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

interna de la entrada del pin reset es del orden de  $M\Omega$ , se obtienen consumos de corrientes del orden los  $\mu A$ :

$$I = \frac{5}{R + R_{interna}} \simeq \frac{5}{10^6} = 5 * 10^{-6} A = 5nA$$

*Ecuación 13*

La resistencia de  $10K\Omega$  también garantiza un consumo bajo de  $0.5mA$  durante la pulsación.

El diodo en paralelo con la resistencia, que tiene una tensión de polarización de  $1V$ , según datasheet<sup>23</sup>, otorga protección frente a sobre tensiones que se puedan producir, debido a que el pin de reset puede llegar a admitir hasta  $13V$ . En caso de que el diodo conduzca, limita la tensión en la resistencia a  $1V$ , y, por tanto, la corriente, a  $1mA$ .

$$I = \frac{1}{10 * 10^3} = 1 * 10^{-4} A = 0.1mA$$

*Ecuación 14*

Todos estos componentes han sido escogidos con la ayuda de los esquemáticos de Arduino, ofrecidos por la propia marca en sus foros y página web<sup>24</sup>.

- **Subsistema microUSB de la unidad de control:** se trata de un chipset que sirve de puente de comunicación con el exterior, o con otros componentes del sistema.

Este subsistema consta de los siguientes componentes, como se puede observar en la siguiente figura:

---

<sup>23</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 22:

[https://www.mouser.es/datasheet/2/54/CD1206\\_S01575-777369.pdf](https://www.mouser.es/datasheet/2/54/CD1206_S01575-777369.pdf)

<sup>24</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 41:

[https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-leonardo-schematic\\_3b.pdf](https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/arduino-leonardo-schematic_3b.pdf)

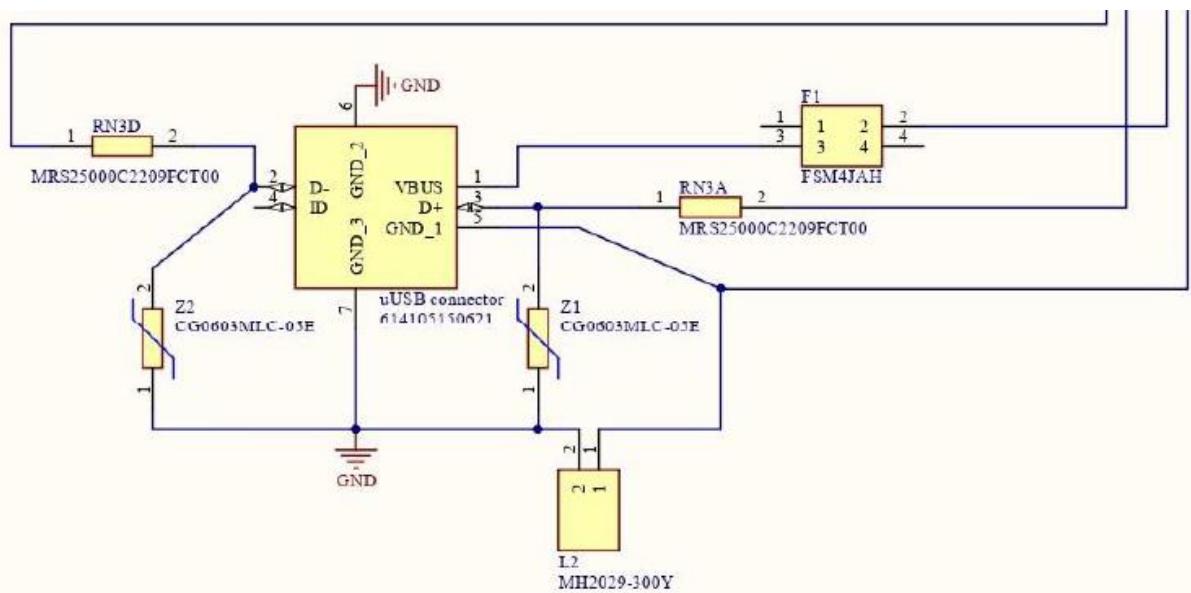


Figura 16 - Esquemático subsistema USB de la unidad de control

Todos estos componentes han sido escogidos con la ayuda de los esquemáticos de Arduino, ofrecidos por la propia marca en su foro y página web.

- Conector microUSB hembra
- L2 (MH2029-300Y)<sup>25</sup>: ferrita
- Z1 y Z2 (CG0603MLC-05E)<sup>26</sup>: varistor supresor de transitorios
- F1 (MF-MSMF050-2)<sup>27</sup>: fusible rearmable
- RN3D, RN3A: 22Ω

- **Subsistema SPI de la unidad de control:** permite la comunicación directa del microcontrolador con el exterior a través de un conector macho, permitiendo cargar el firmware deseado al microcontrolador. Los pines del conector se llevan directamente a los pines correspondientes del microcontrolador (MISO, MOSI y SCLK). Además, consta de otros 3 pines que permiten acceder a 5V, GND y el pulsador de reset.

### i. Subsistema RF

Situado en la PCB-A. El componente elegido para el análisis de la señal de radiofrecuencia es el MAX2015EUA+, fabricado por Maxim.

<sup>25</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 24:

<https://www.farnell.com/datasheets/1914019.pdf>

<sup>26</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 25:

<https://www.farnell.com/datasheets/2360367.pdf>

<sup>27</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref, 26:

<https://www.farnell.com/datasheets/2264697.pdf>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Sus características principales son:

- Tensión de alimentación: 2,7 – 5,25V
- Consumo: 4mA
- Rango de frecuencias de detección: 0,1 – 3GHz
- Modo RSSI (Received Signal Strength Indicator): permite medir la potencia de la señal

El circuito elegido para la medición de la potencia de la señal RF es el recomendado por el fabricante para el modo RSSI definido en el datasheet<sup>28</sup>, y que se muestra en la siguiente figura:

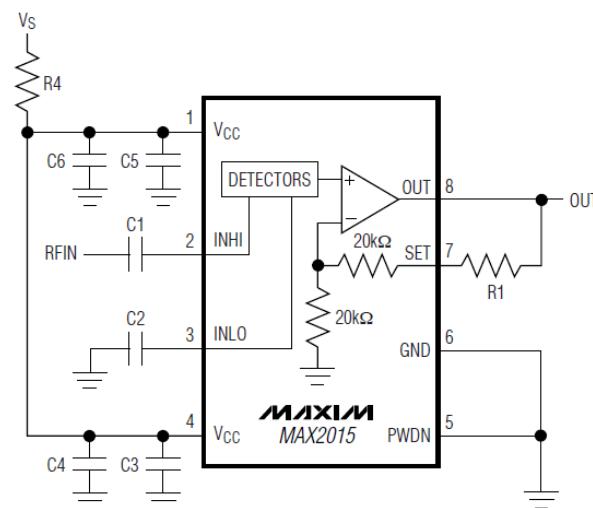


Figura 17 - Circuito recomendado por fabricante para MAX2015 en modo RSSI

Y el pinout del chip MAX201EUA+5 son:

- Vcc: tensión de alimentación
- INHI: señal de entrada diferencial
- INLO: señal de entrada diferencial
- Vcc: tensión de alimentación
- OUT: tensión de salida, 1.8mV/dB
- SET: para controlar el modo de operación
- GND: referencia (masa)
- PWDN: conectado a masa

<sup>28</sup>Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 27:  
<https://www.farnell.com/datasheets/668933.pdf>

El circuito diseñado en el programa Altium Designer es el siguiente:

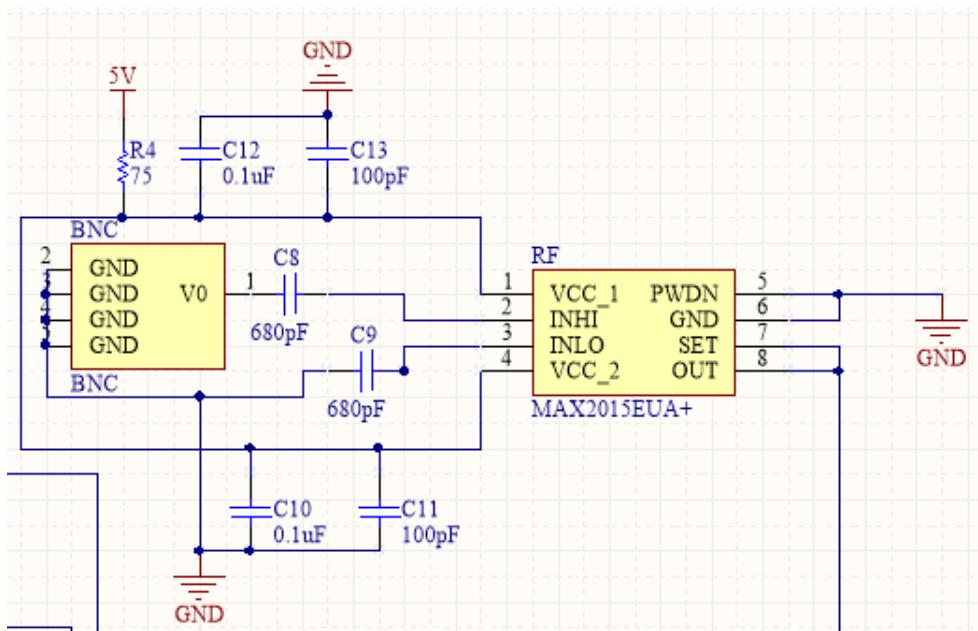


Figura 18 - Esquemático subsistema RF

Los componentes que forman el circuito son los siguientes, y han sido escogidos en base al circuito recomendado para el modo RSSI definido en el datasheet<sup>29</sup>:

- Vs: Tensión de alimentación, 5V
- R<sub>4</sub>: 75Ω
- C<sub>8</sub>, C<sub>9</sub>: 680pF
- C<sub>10</sub>, C<sub>12</sub>: 0.1μF
- C<sub>11</sub>, C<sub>13</sub>: 100pF

El fabricante especifica con la configuración RSSI, que se obtiene una salida entre 0.5V y 1.8V, teniendo una precisión de 18mV por DB. Por tanto, para obtener los DB's, se realiza el siguiente cálculo:

$$V_o = V_{read} * \frac{5}{1023}$$

Ecuación 15

$$DBs = \frac{V_o}{0.018}$$

Ecuación 16

Finalmente, para obtener la potencia en uW, se realiza mediante las siguientes fórmulas de conversión:

<sup>29</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 27:  
<https://www.farnell.com/datasheets/668933.pdf>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

$$P(W) = \frac{10^{\frac{DBs}{10}}}{1000}$$

*Ecuación 17*

$$P(uW) = \frac{P(X)}{1000}$$

*Ecuación 18*

La antena escogida es de  $\frac{1}{4}$  de onda de 3cm de longitud<sup>30</sup>, y ha de ser de un material conductor, preferiblemente cobre. Se ha optado por un tipo de antena de cuarto de onda, puesto que son las más sencillas de construir, evitando posibles problemas que pudieran ocurrir al escoger otro tipo de antena, que requieren instalaciones más complejas y más elementos.

En este sentido, según la teoría para el cálculo de antenas<sup>31</sup>, la longitud de una antena (de tipo cuarto de onda) viene definida por la siguiente ecuación:

$$L = \frac{\lambda}{4}$$

*Ecuación 19*

Donde L, es la longitud de la antena,  $\lambda$  es la longitud de onda, que viene definida por la siguiente ecuación:

$$c = \lambda * F \Rightarrow \lambda = \frac{c(\frac{km}{s})}{F(KHz)}$$

*Ecuación 20*

En la que c es la velocidad de la luz en el vacío,  $\lambda$  es la longitud de la onda y F la frecuencia de la onda. La frecuencia base que se ha escogido es de 2.5GHz, ya que es utilizada por diferentes tipos de comunicaciones, como puede ser WIFI.

Por tanto, la longitud de la antena debe ser:

$$\lambda = \frac{300000}{2.5 * 10^6} = 0.12 m$$

*Ecuación 21*

$$L = \frac{0.12}{4} = 0.03m = 3cm$$

---

<sup>30</sup>Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 28:

<https://www.farnell.com/datasheets/1637081.pdf>

<sup>31</sup>Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 29:

[http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Radiofrecuencia/UD7\\_CO\\_MUNICACIONES%20INAL%C1MBRICAS/UD7\\_4\\_CALCULO%20ANTENA%20VERTICAL%20RF.pdf](http://profesores.sanvalero.net/~arnadillo/Documentos/Apuntes/Radiofrecuencia/UD7_CO_MUNICACIONES%20INAL%C1MBRICAS/UD7_4_CALCULO%20ANTENA%20VERTICAL%20RF.pdf)

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

*Ecuación 22*

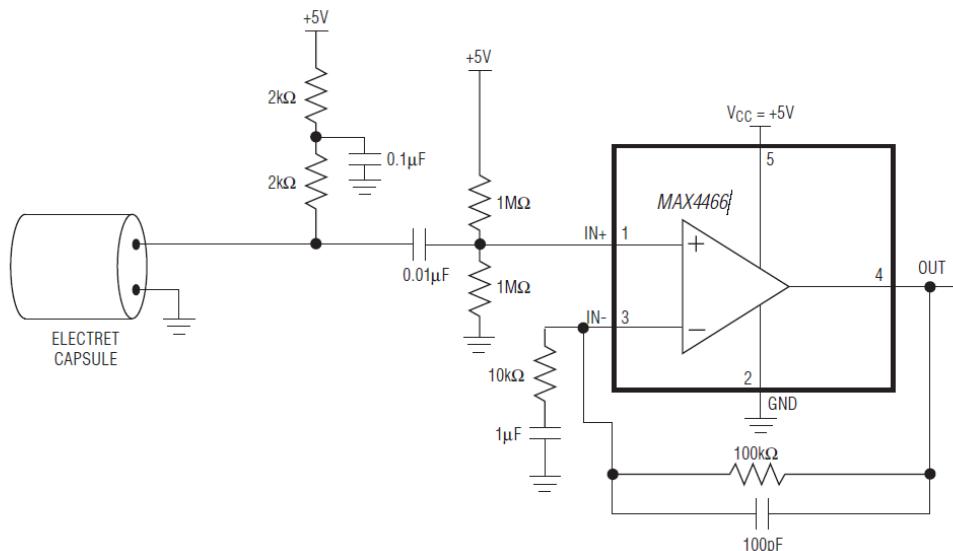
*j. Subsistema acústico*

Situado en la PCB-B. El componente elegido para la amplificación de la señal proporcionada por el micrófono es MAX4466EXK + T, cuyo fabricante es Maxim.

Sus características principales son:

- Tensión de alimentación: 2,4 – 5,5V
- Consumo: 24 $\mu$ A
- Velocidad de respuesta: 0,045V/ $\mu$ s
- Ancho de banda: 200KHz

Se ha optado por seguir las recomendaciones proporcionadas por el fabricante a través de su datasheet<sup>32</sup> para crear el circuito, como se puede ver en la siguiente figura:



*Figura 19 - Circuito típico MAX4466*

Y el pinout del chip MAX4466 son:

- IN+: entrada positiva del amplificador
- GND: referencia, masa
- IN-: entrada negativa del amplificador
- OUT: tensión de salida, 1.8mV/dB
- Vcc: tensión de alimentación

<sup>32</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 30:  
<https://www.farnell.com/datasheets/2001217.pdf>

Las características del micrófono electret son<sup>33</sup>:

- Impedancia:  $2,2\Omega$
  - Consumo:  $500\mu\text{A}$
  - Sensibilidad:  $-44\text{DB}$ 's

El circuito diseñado en el programa Altium Designer es el siguiente:

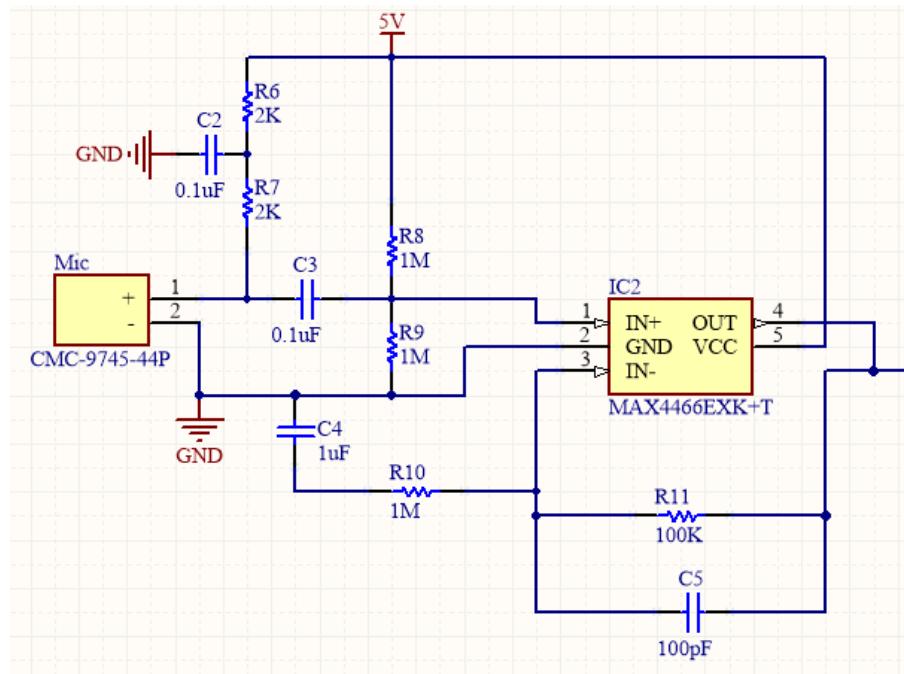


Figura 20 - Esquemático subsistema acústico

Los componentes que forman el circuito con los siguientes:

- Mic: micrófono de tecnología electret
  - $R_6, R_7: 2K\Omega$
  - $R_8, R_9: 1M\Omega$
  - $R_{10}: 10K\Omega$
  - $R_{11}: 100K\Omega$
  - $C_2, C_3: 0.1\mu F$
  - $C_4: 1\mu F$
  - $C_5: 100pF$

Con esta configuración del amplificador operacional, al tratarse de una etapa no inversora, conseguimos una amplificación de la salida respecto de la entrada de un factor de 11:

<sup>33</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 31: <https://www.farnell.com/datasheets/2869768.pdf>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

$$V_0 = V_{in} * \left( 1 + \frac{100 * 10^3}{10 * 10^3} \right) = V_{in} * (1 + 10)$$

*Ecuación 23*

Para obtener el nivel de ruido medido en DB's desde la parte software, es necesario realizar la medida en un lapso de tiempo, para ello, se obtiene el valor máximo y mínimo en ese lapso de tiempo, y analizando la amplitud máxima obtenida, se puede realizar la conversión a la escala logarítmica en DB's. A continuación, se exponen las ecuaciones que permiten convertir ese rango de tensión a decibelios:

$$V_{out} = \frac{V_{max} - V_{min}}{1023}$$

*Ecuación 24*

$$ampMax = \frac{1023}{2}$$

*Ecuación 25*

$$DB = 20 * \log10\left(\frac{V_{out}}{ampMax}\right)$$

*Ecuación 26*

#### *k. Subsistema lumínico*

Situado en la PCB-B. La obtención de datos por parte de este subsistema se realiza mediante dos sensores, uno que proporciona la cantidad de luz visible que recibe, y otro que da la cantidad de luz ultravioleta que incide sobre él.

##### *I. Luz visible*

El componente elegido para el análisis de la intensidad de luz visible es una resistencia LDR NSL-19M51, fabricada por Advanced Photonix.

Y cuyas características se detallan a continuación:

- 100KΩ a 10Lux
- 20MΩ en oscuridad
- 50mW de disipación máxima de potencia

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Se ha optado por un divisor de tensión a 5V, cuya salida es llevada directamente al a un pin analógico del microcontrolador, como se puede ver en la siguiente figura, que representa el circuito diseñado en el programa Altium Designer:



Figura 21 - Esquemático subsistema lumínico, luz visible

Los componentes que forman el circuito con los siguientes:

- LDR: fotorresistencia
- $R_1: 10K\Omega$

Según fabricante, el valor de la fotorresistencia en la oscuridad es de  $20M\Omega$ , y a 100LUX de nivel de luz, es de  $5K\Omega$ . La disipación máxima que es capaz de aguantar es de  $50mW^{34}$ , por tanto, es posible calcular la corriente máxima que puede circular por la fotorresistencia en ambas condiciones de luz, es decir:

$$P_{LDR} = V_{LDR} * I_{LDR} = I_{LDR}^2 * R_{LDR} \Rightarrow I_{LDR} = \sqrt{\frac{P_{LDR}}{R_{LDR}}}$$

Ecuación 27

$$\text{Si } R_{LDR} = 20M\Omega: I_{LDR} = 5 * 10^{-5}A = 50\mu A$$

Ecuación 28

$$\text{Si } R_{LDR} = 5K\Omega: I_{LDR} = 3.16 * 10^{-3}A = 3.16mA$$

Ecuación 29

Por tanto, la corriente máxima que puede circular por la fotorresistencia es de 3.16mA, a 100LUX. Asumiendo que se desea un consumo menor a 0.1mA, y despreciando la corriente que va al pin del microcontrolador (impedancias de entrada del orden de  $M\Omega$ ), y que el momento de mayor consumo es con luz máxima, se puede establecer el valor de la resistencia  $R_1$ :

---

<sup>34</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 32:  
<https://www.farnell.com/datasheets/77395.pdf>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

$$5 = I * (R_{LDR} + R1) \Rightarrow I = \frac{5}{R_{LDR} + R1}$$

*Ecuación 30*

$$\frac{5}{5 * 10^3 + R1} < 10^{-4}$$

*Ecuación 31*

Se puede observar que para todo valor de R1, se cumple la condición, por tanto, se ha escogido una resistencia de 10KΩ, ya que es un valor estándar fácil de encontrar, y permite obtener unos consumos ínfimos cuando el subsistema está alimentado.

Los consumos para una resistencia R1 de 10KΩ son:

$$R_{LDR} = 20M\Omega: I = \frac{5}{20 * 10^6 + 10 * 10^3} = 2.5 * 10^{-7} A = 0.25\mu A$$

*Ecuación 32*

$$R_{LDR} = 5K\Omega: I = \frac{5}{5 * 10^3 + 10 * 10^3} = 3.33 * 10^{-4} A = 333.33\mu A$$

*Ecuación 33*

Para calcular el nivel de luz recibida desde la parte software, es necesaria una calibración previa con un luxómetro calibrado. Esto es debido a la dependencia de las fotorresistencias a la temperatura, lo que modifica su resistencia relativa en función de la luz recibida, y de la temperatura ambiental.

La relación entre la iluminancia y la resistencia de una fotorresistencia viene determinada por la siguiente ecuación:

$$\frac{I}{I_0} = \left(\frac{R}{R_0}\right)^{-\text{gamma}}$$

*Ecuación 34*

Donde R<sub>0</sub> es el valor de la resistencia a una intensidad I<sub>0</sub>, y gamma representa la pendiente de pérdida de resistencia por década. Lo que demuestra que la relación entre la intensidad de luz, y el valor de la fotorresistencia es logarítmica.

La calibración se debe realizar tomando medidas con diferentes intensidades de luz (LUX), incrementando de 10LUX a 1000LUX en escala logarítmica cada medida, obteniendo el valor leído desde el software para así poder generar una ecuación precisa que determine la intensidad de luz. Tal y como se puede ver en la siguiente figura:

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

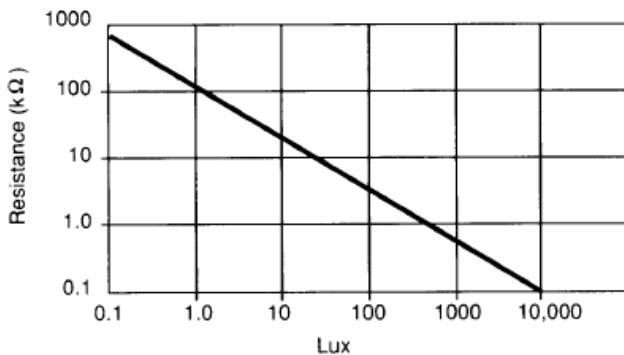


Figura 22 - Relación de la resistencia frente a la intensidad de luz

## II. Luz ultravioleta

El sensor de luz ultravioleta es VEML6070, fabricante, Vishay. Las características del sensor VEML6070 son detalladas a continuación:

- Interfaz de comunicación: I2C
- Tensión de alimentación: 1,8-5,5V
- Consumo: 100 $\mu$ A

Se ha optado por seguir las recomendaciones proporcionadas por el fabricante a través de su datasheet<sup>35</sup> para crear el circuito, como se puede ver en la siguiente figura:

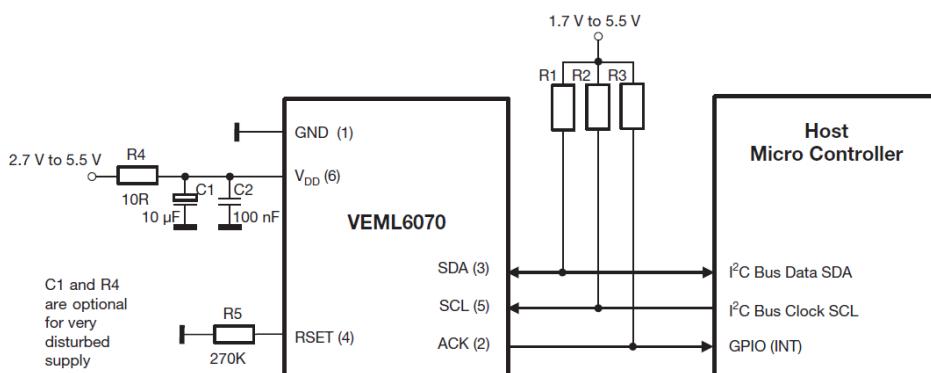


Fig. 8 - Hardware Pin Connection Diagram

Figura 23 - Circuito típico sensor VEML6070

Y el pinout es:

- GND: referencia, masa
- Vdd: tensión de alimentación
- RSET: resistencia de calibración
- SDA: puerto de datos

<sup>35</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 33, <https://www.farnell.com/datasheets/2245072.pdf>

- SCL: reloj del puerto de datos
- ACK: pin de confirmación en la comunicación

El circuito diseñado en el programa Altium Designer es el siguiente:

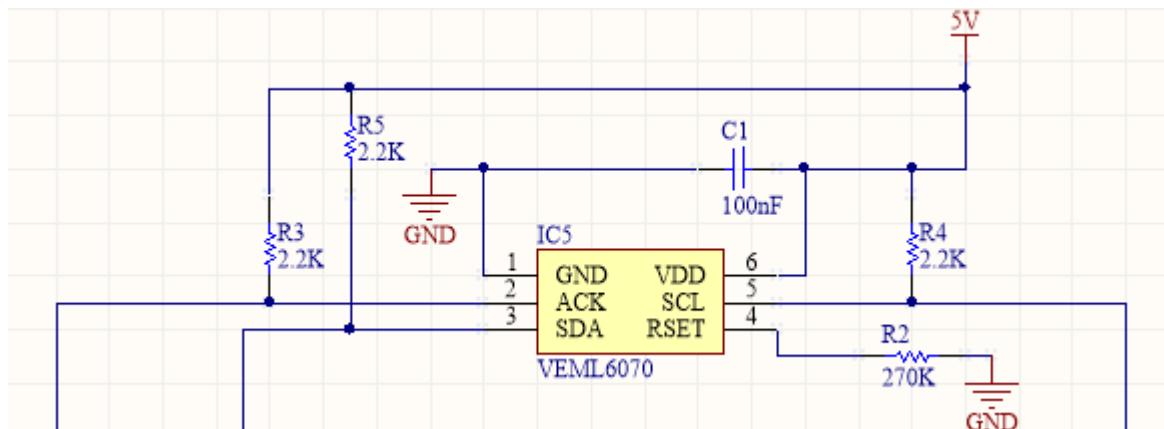


Figura 24 - Esquemático subsistema lumínico, luz ultravioleta

Los componentes que forman el circuito son:

- $C_1$ : 100nF
- $R_2$ : 270KΩ
- $R_3, R_4, R_5$ : 2.2KΩ

A la hora de leer los datos desde el software, el propio sensor ofrece una serie de herramientas que permiten convertir el valor leído por el sensor a índice ultravioleta. Los valores leídos desde el microcontrolador se convierten siguiendo la siguiente tabla, donde  $R_{set}$  es el valor de la resistencia interna leída y devuelto por el sensor<sup>36</sup>.

UVI	$R_{set} = 1 \text{ M}\Omega; IT = 1T$	$R_{set} = 1 \text{ M}\Omega; IT = 2T$	$R_{set} = 1 \text{ M}\Omega; IT = 4T$	UV-INDEX
0 to 2	0 to 2241	0 to 4482	0 to 8964	Low
3 to 5	2242 to 4482	4483 to 8964	8965 to 17 928	Moderate
6, 7	4483 to 5976	8965 to 11 952	17 929 to 23 904	High
8 to 10	5977 to 8217	11 953 to 16434	23 905 to 32 868	Very High
≥ 11	≥ 8218	≥ 16 435	≥ 32 869	Extreme

Figura 25 - Tabla de conversión de los datos del sensor VEML6070 a índice UV

## I. Subsistema calidad del aire

Situado en la PCB-B. La obtención de datos por parte de este subsistema se realiza mediante dos sensores, uno que proporciona la concentración de polvo detectada en el ambiente, y otro que da la concentración de CO<sub>2</sub> y de compuestos orgánicos volátiles (COV) existentes en el ambiente en el que esté situado el medidor ambiental.

<sup>36</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 34, <https://www.vishay.com/docs/84310/designingveml6070.pdf>

## I. Concentración de polvo

El sensor elegido para medir la concentración de polvo en el ambiente es SHARP GP2Y1010AU0F, fabricante, Sharp. Las características del sensor son:

- Sensibilidad:  $0.5V/(0.1mg/m^3)$
- Tensión de alimentación: 0,7-7V
- Consumo: 20mA

Se ha optado por seguir las recomendaciones proporcionadas por el fabricante a través de su datasheet<sup>37</sup> para crear el circuito, como se puede ver en la siguiente figura:

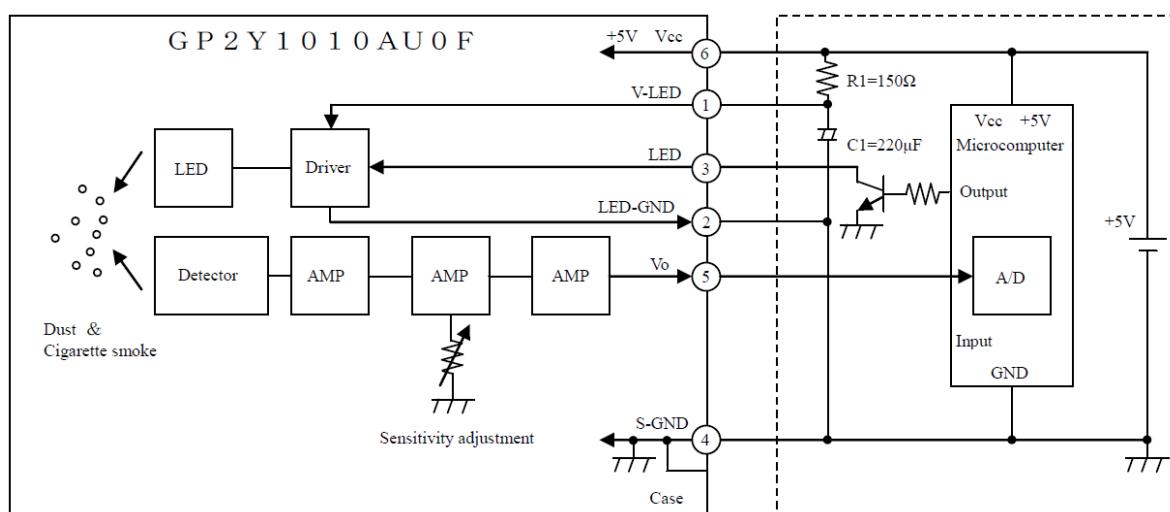


Figura 26 - Circuito típico Sharp GP2Y1010AU0F

El pinout del chip Sharp GP2Y1010AU0F son:

- Vcc: tensión de alimentación del amplificador interno
- V-LED: tensión de alimentación del led
- LED: activación led
- LED-GND: referencia, masa led
- V<sub>0</sub>: tensión de salida
- S-GND: referencia, masa del amplificador interno

<sup>37</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 35:

[https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au\\_e.pdf](https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/gp2y1010au_e.pdf)

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

El circuito diseñado en el programa Altium Designer es el siguiente:

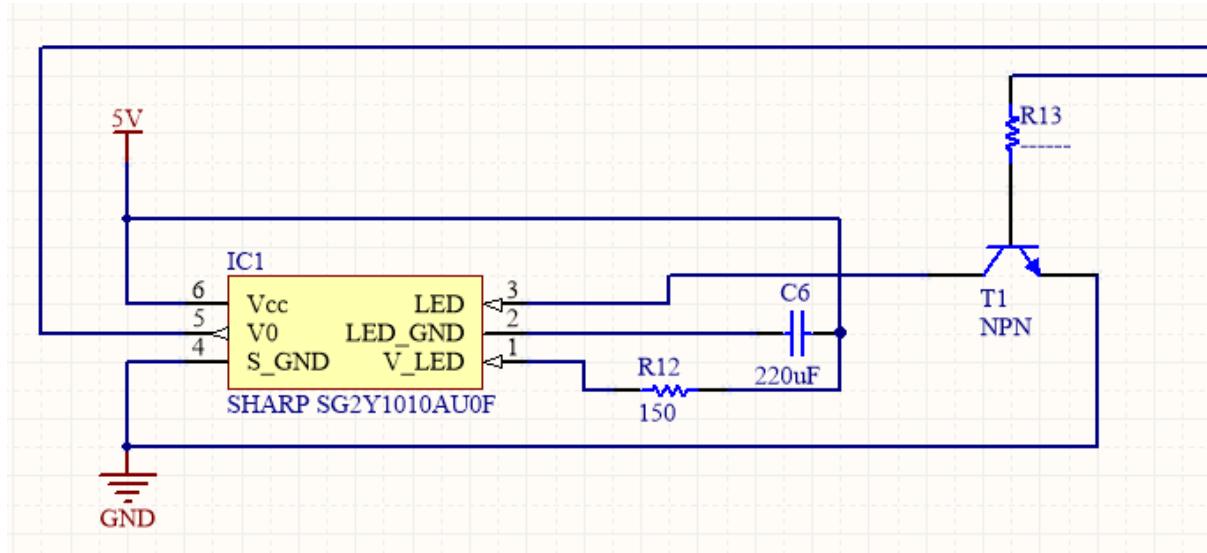


Figura 27 - Esquemático subsistema calidad del aire, concentración de polvo

Los componentes que forman el circuito son los siguientes:

- $C_6: 220\mu F$
- $R_{12}, R_{13}: 150\Omega, 1K\Omega$
- $T_1$ : transistor NPN de activación

Para interpretar los datos ofrecidos por el sensor, el fabricante proporciona los cálculos necesarios<sup>38</sup> para obtener la concentración de polvo en  $mg/m^3$ , en función de la tensión de salida del sensor, siguiendo la siguiente gráfica:

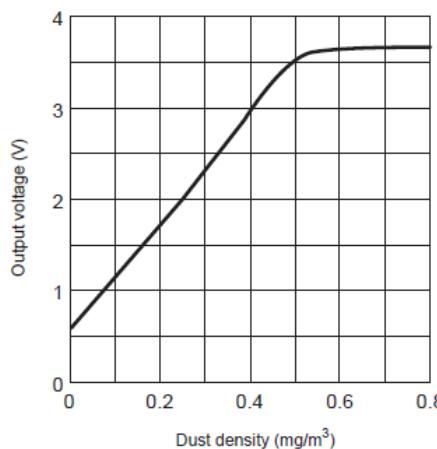


Figura 28 - Gráfica de la salida teórica de tensión del sensor SHARP frente a la concentración de polvo

<sup>38</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 36:

[https://www.mouser.es/datasheet/2/365/gp2y1010au\\_appl\\_e-1483236.pdf](https://www.mouser.es/datasheet/2/365/gp2y1010au_appl_e-1483236.pdf)

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

Dichos cálculos son, teniendo en cuenta que la sensibilidad del sensor es de 0,1mg/m<sup>3</sup> por cada 0,5V, a nivel teórico, pero según experimentos reales realizados por usuarios<sup>39</sup>, la gráfica sería la siguiente:

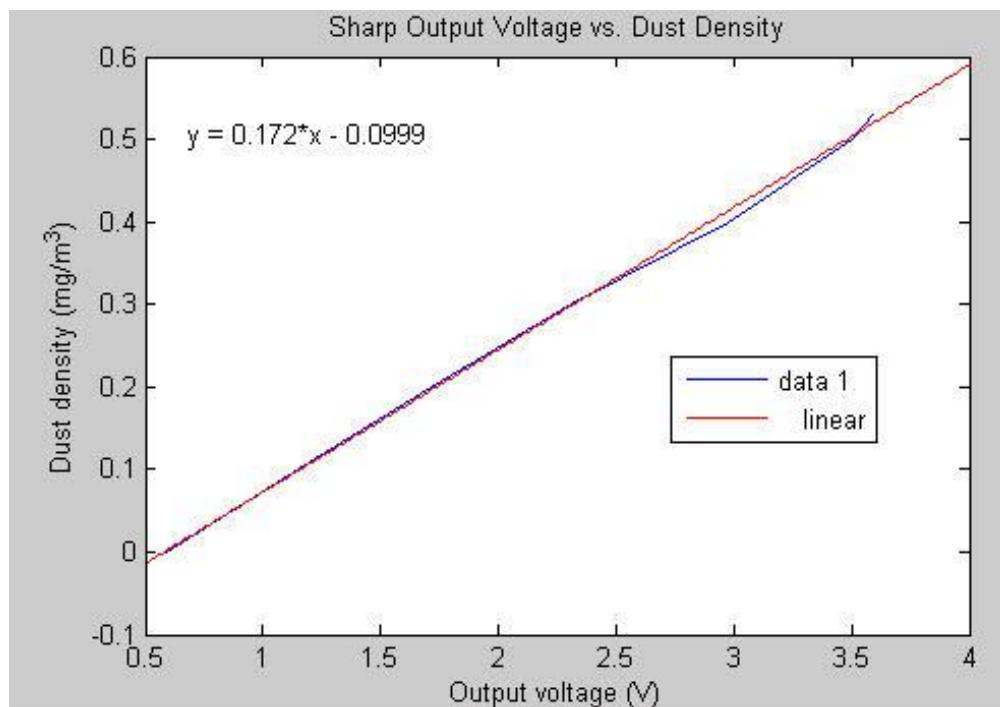


Figura 29 - Gráfica de la salida real de tensión del sensor SHARP frente a la concentración de polvo

Por tanto, la obtención de la concentración de polvo se obtendría con las siguientes ecuaciones:

$$V_o = V_{read} * \frac{5}{1023}$$

Ecuación 35

$$\frac{mg}{m^3} = 0,172 * V_o - 0,01$$

Ecuación 36

## II. Concentración COV

El sensor elegido para medir la concentración de CO<sub>2</sub> y compuestos orgánicos volátiles es SGP30, fabricante, Sensirion. Las características del sensor son:

- Rango de detección COV: 0 a 60000ppb
- Resolución de la medida COV: 1 a 32ppb
- Consumo: 42mA

<sup>39</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 37:  
<https://www.howmuchsnow.com/arduino/airquality/>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- Interfaz de comunicación: I2C

En la siguiente figura, se muestra el circuito típico recomendado por el fabricante<sup>40</sup>, donde, el condensador debe ser escogido en función de la tensión de alimentación.

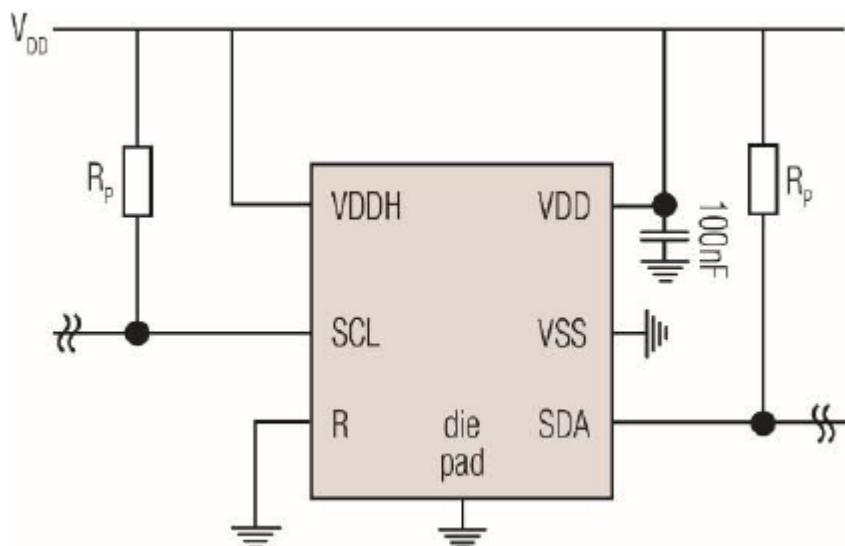


Figura 30 - Circuito típico SGP30

El pinout del chip SGP30 son:

- Vdd: tensión de alimentación
- Vss: referencia, masa
- SDA: puerto de datos
- SCL: reloj del puerto de datos
- R: masa
- Vddh: tensión de alimentación

<sup>40</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 38,

[https://www.mouser.es/datasheet/2/682/Sensirion\\_Gas\\_Sensors\\_Datasheet\\_SGP30-2320451.pdf](https://www.mouser.es/datasheet/2/682/Sensirion_Gas_Sensors_Datasheet_SGP30-2320451.pdf)

El circuito diseñado en el programa Altium Designer es el siguiente, basado en el esquemático que proporciona Adafruit en su página oficial<sup>41</sup>, donde se pueden diferenciar las tres partes que configuran todo el circuito:

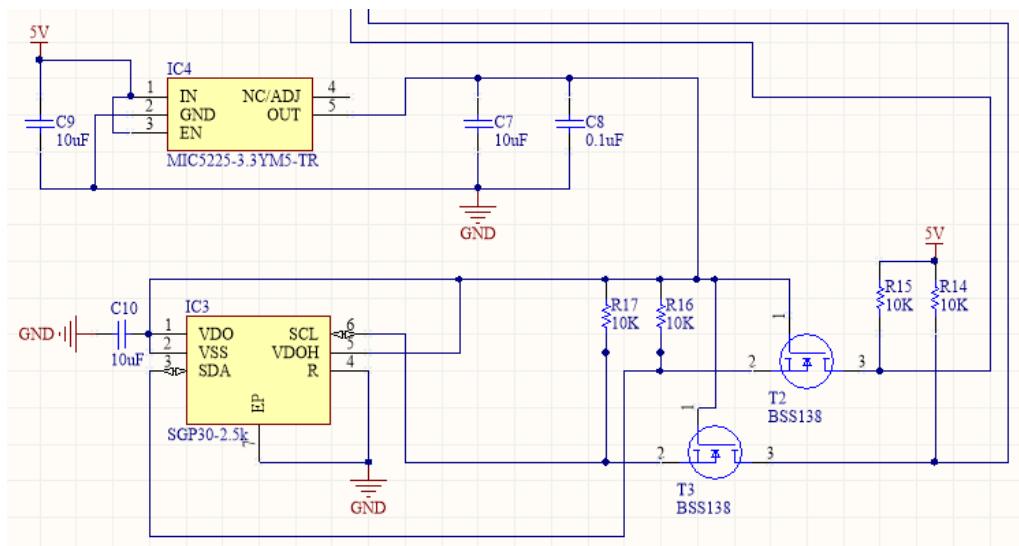


Figura 31 - Esquemático subsistema calidad del aire, concentración COV

Circuito adaptación de tensión de alimentación de 5V a 1.8V, se ha optado por esta opción para minimizar el consumo del sensor SGP30:

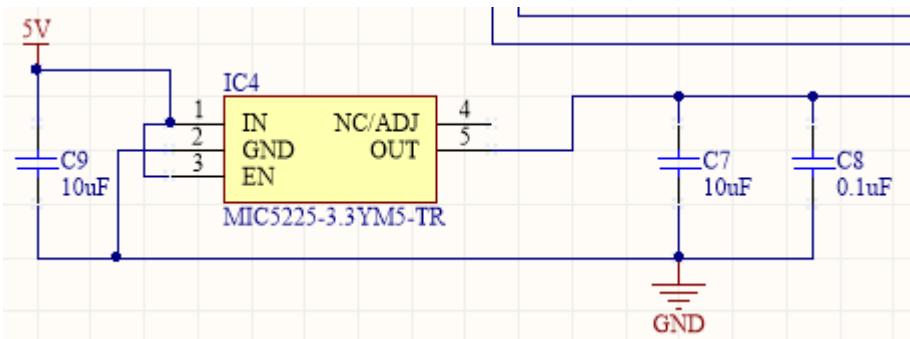


Figura 32 - Esquemático circuito de adaptación de tensión

Los componentes que forman el circuito de adaptación de la tensión de alimentación<sup>42</sup>, compuesto por condensadores de filtrado son:

- C<sub>7</sub>, C<sub>9</sub>: 10µF
- C<sub>8</sub>: 0.1µF

<sup>41</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 42:

<https://learn.adafruit.com/adafruit-sgp30-gas-tvoc-eco2-mox-sensor/download>

<sup>42</sup> Memoria, apartado 4b. "Bibliografía", Ref 39:

<https://www.farnell.com/datasheets/1580469.pdf>

### Círculo de adaptación de tensiones para la comunicación I<sub>2</sub>C:

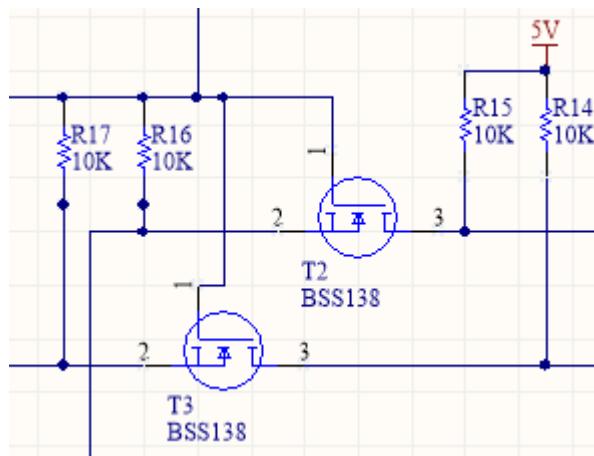


Figura 33 - Esquemático de circuito de adaptación de tensiones para comunicación I<sub>2</sub>C

Los componentes que forman todo el circuito de comunicación I<sub>2</sub>C:

- R14, R15, R16, R17: 10KΩ
- T2, T3: transistores para adaptar la tensión

Los valores de las resistencias de pull-up se han escogido en base a lo recomendado por el fabricante en el datasheet<sup>43</sup>, ya que el sensor trabaja con tensiones bajas, y es necesaria su adaptación a 5V.

El sensor dispone de interfaz lógica y de comunicación para enviar los datos al microcontrolador, por lo que se han seguido las indicaciones proporcionadas por el fabricante para interpretar dichos datos. La propia librería (facilitada por fabricante o terceros) para este sensor se encarga de realizar las conversiones necesarias y ofrecer como resultado un dato ya convertido a la unidad de partes por billón (ppb).

## 3. Hojas de características

Las hojas de características de los componentes más relevantes se encuentran incluidas en apartado 4b. “Bibliografía” del documento “Memoria”, así como referenciadas a través de pies de página del presente documento cuando se considera oportuno.

## 4. Diagramas de flujo

A continuación, se procede a la explicación de los diagramas de flujo que describen el SW necesario para el medidor ambiental. Empezando por la explicación de la máquina de estados que rige el sistema global.

<sup>43</sup> Memoria, apartado 4b. “Bibliografía”, Ref 40:  
<https://www.farnell.com/datasheets/2304519.pdf>

a. Diagrama de la máquina de estados principal

En la siguiente imagen, se muestra la máquina de estados global:

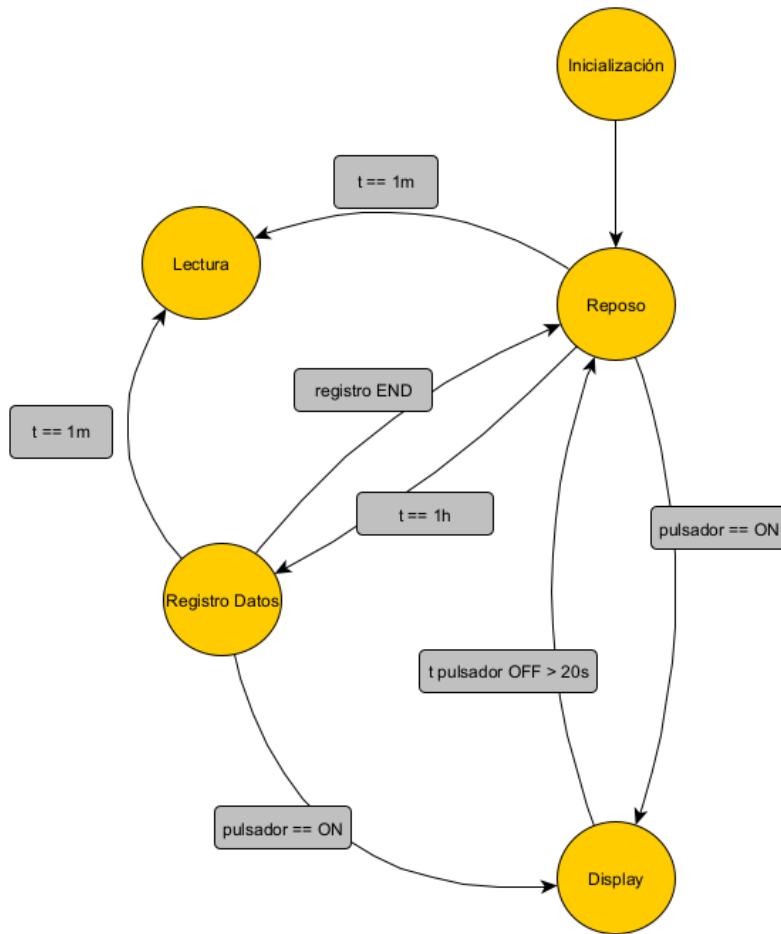


Figura 34 - Diagrama de transición entre estados

La máquina de estados contiene 4 estados principales, y 1 proceso de inicialización, el cual es el primero que se ejecuta al encender el dispositivo medidor ambiental. A continuación, se muestra la definición de cada uno de ellos:

- **INICIALIZACIÓN:** proceso en el cual se inicializan todas las variables necesarias, leídas desde un fichero .txt de configuración, que permite establecer parámetros de ejecución desde la tarjeta microSD sin necesidad de modificar el script de Arduino.
  - **REPOSO:** estado principal de funcionamiento del medidor ambiental. En él, el microcontrolador y resto de sensores permanecen en stand-by (modo de bajo consumo), a la espera de recibir una interrupción que haga que se cambie el estado.
  - **LECTURA:** estado en el que cada 1 minuto se recogen y almacenan los datos de contaminación leídos de cada uno de los sensores que forman el sistema y se almacenan en “arrays” para su posterior registro en la tarjeta microSD.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- **DISPLAY:** estado en el que el dispositivo medidor ambiental interactúa con el usuario. En él, se muestran los datos en tiempo real de cada uno de los sensores a través del display OLED, que además permite mostrar diferentes parámetros de contaminación dependiendo de los botones pulsados por el usuario.
- **REGISTRO DE DATOS:** estado en el que se almacenan los datos registrados durante una hora y almacenados en “arrays”. Todos los datos (2 lumínico + 1 acústico + 1 RF + 2 calidad aire), que suponen un total de 360 datos cada hora, se guardan en la tarjeta microSD de manera estructurada.

*b. Tabla de transición entre estados*

En la siguiente tabla, se muestran las transiciones entre estados que hacen cambiar de uno a otro:

ORIGEN	DESTINO	CONDICIÓN
INICIALIZACIÓN	REPOSO	Finalización de la inicialización
REPOSO	DISPLAY	Algún botón a sido pulsado
	LECTURA	Ha saltado la interrupción, y se cumplen los tiempos para obtener los datos de los sensores y almacenarlos en arrays.
	REGISTRO DE DATOS	Ha transcurrido una hora almacenando datos
DISPLAY	REPOSO	Han pasado 30 segundos sin pulsar ningún botón
	LECTURA	Ha saltado la interrupción, y se cumplen los tiempos para obtener los datos de los sensores y almacenarlos en arrays.
	REGISTRO DATOS	Ha transcurrido una hora almacenando datos
REGISTRO DATOS	REPOSO	Se ha finalizado el proceso de guardar datos en la tarjeta microSD
	DISPLAY	Algún botón ha sido pulsado

Tabla 5 - Transición entre estados

*c. Estados*

Se procede a la explicación individual de cada uno de los estados, explicando el diagrama de flujo asociado a cada uno de ellos.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

### I. Proceso de Inicialización

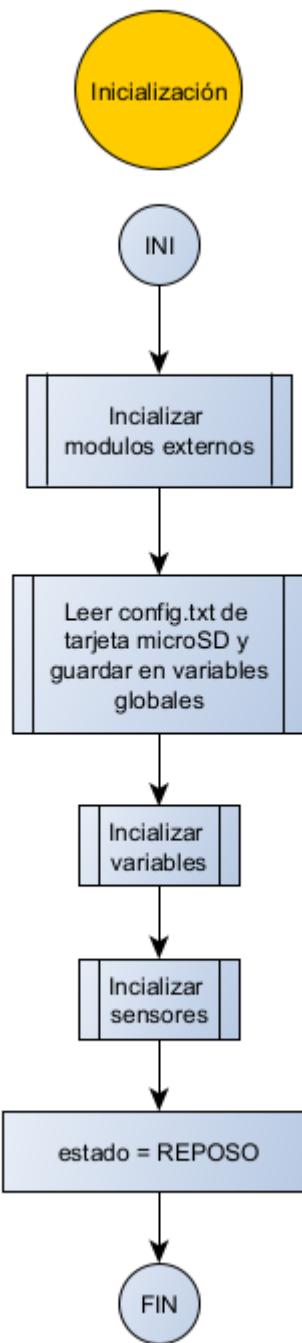


Figura 35 - Diagrama de flujo del estado INICIALIZACIÓN

En este estado se realiza la inicialización de todas las variables, sensores. Además de la inicialización y comprobación de la correcta comunicación con los módulos externos:

- microSD
- botonera + Display

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

- **RTC**

Y a continuación, se lee el fichero “config.txt” de configuración, que permite establecer los parámetros de ejecución o de funcionamiento de todo el sistema. Y que es leído tras la inicialización de los módulos externos para crear las variables globales que rigen el comportamiento del código.

## *II. Reposo*

En este estado, tanto el microcontrolador como todos los componentes deben estar en modo “standby” para garantizar un mínimo consumo, ya que, en este estado, el sistema no debe hacer nada, salvo esperar que se ejecuten las interrupciones oportunas para cambiar de estado.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

### III. Lectura

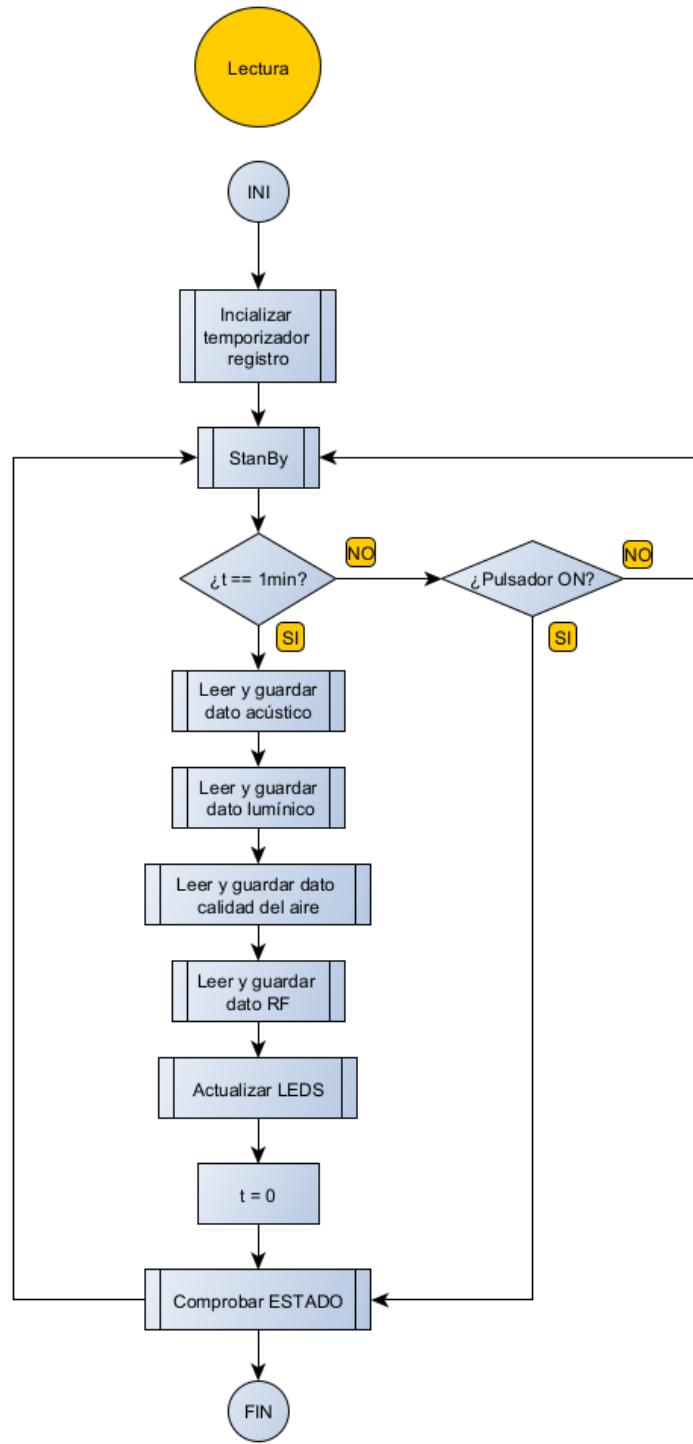


Figura 36 - Diagrama de flujo del estado LECTURA

A este estado se accede cada minuto para tomar datos de los sensores y almacenarlos en sus respectivos “arrays”. Además, se han de mantener los LED's RGB iluminados con el color correspondiente a los datos de contaminación leídos cada minuto

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

#### IV. Display

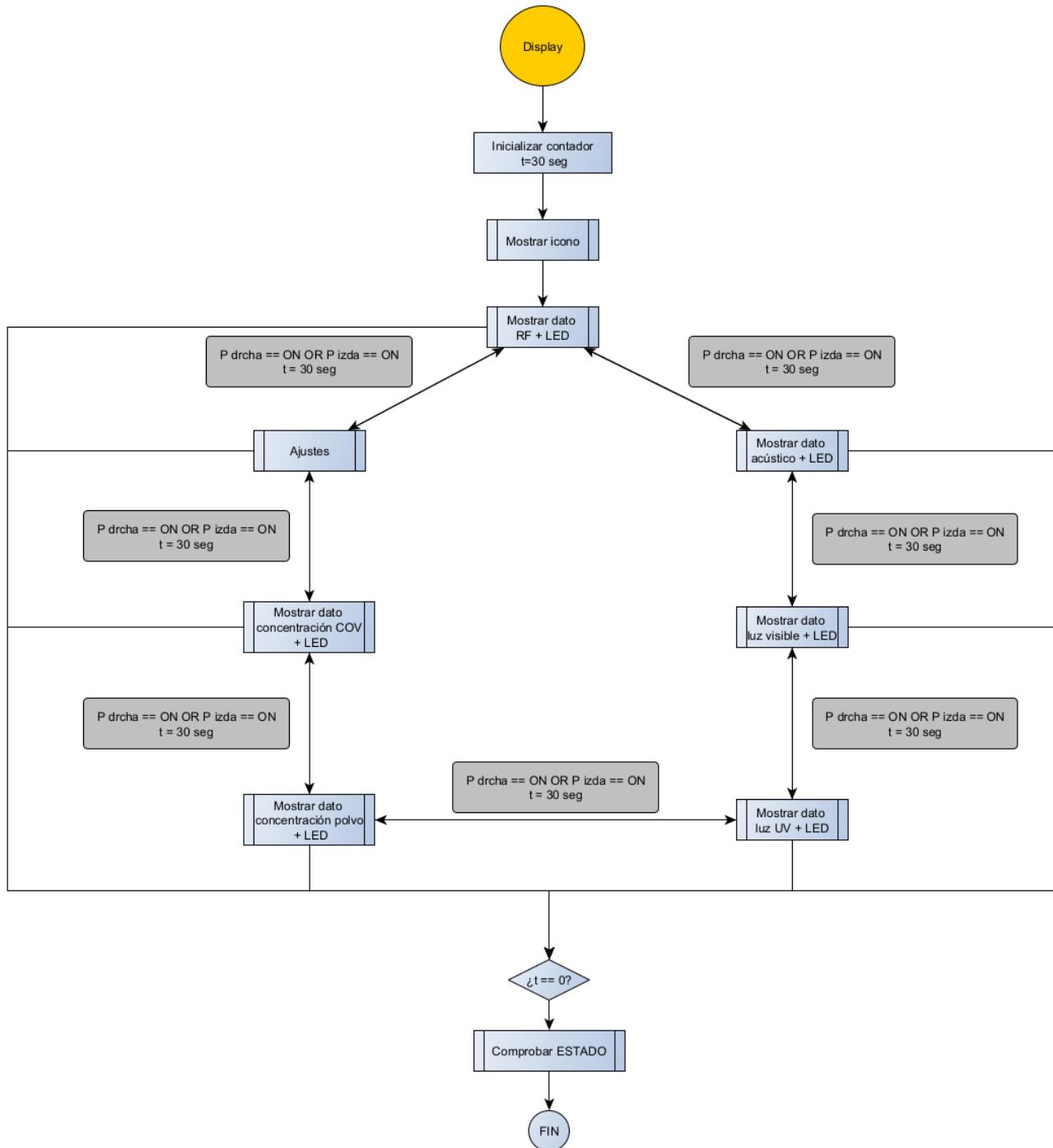


Figura 37 - Diagrama de flujo del estado DISPLAY

En el estado DISPLAY, el usuario puede navegar por un conjunto de ventanas que muestran la información de cada sensor en tiempo real, mientras el dispositivo se ilumina con LED's RGB mostrando si el parámetro de contaminación leído en ese momento es aceptable a través de colores.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

## V. Registro datos

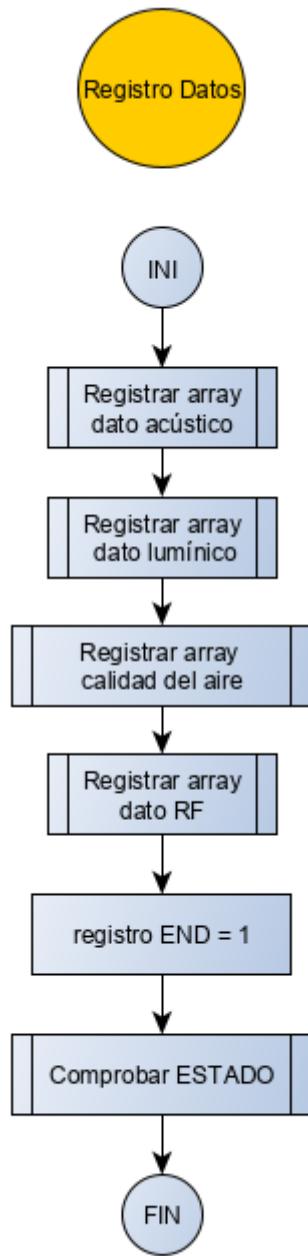


Figura 38 - Diagrama de flujo del estado REGISTRO DATOS

Al estado de REGISTRO DATOS se accede cada hora, para almacenar los datos recogidos cada minuto en el estado REPOSO, en la tarjeta microSD, estructurándolos en formato de tabla, indicando la fecha y hora de adquisición de cada dato.

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

## 5. Propuesta software

Para el correcto funcionamiento y complicación del software, es necesaria la instalación de un conjunto de librerías:

- RTCLib<sup>44</sup>
- Adafruit\_SGP30<sup>45</sup>
- Adafruit\_VEML6070<sup>46</sup>
- LowPower<sup>47</sup>
- DFRobot\_OLED12864<sup>48</sup>

A continuación, se muestra el código en versión 0 creado para el control del medidor de contaminación ambiental.

```

/*LIBRERÍAS*/
#include <SD.h>      //Libreria SD
#include <Wire.h>      //Libreria I2C
#include "RTCLib.h"      //Libreria RTC
#include "Adafruit_SGP30.h"  //Librería SGP30 - sensor calidad aire COV
#include "Adafruit_VEML6070.h"  //Libreria VEML6070 - sensor de luz
ultravioleta
#include "LowPower.h"    //Libreria para poner el microcontrolador en modo
StandBy
#include "DFRobot_OLED12864.h"
/*LIBRERÍAS*/

/*VARIABLES GLOBALES*/
float rf_array[60];
float acoustic_array[60];
float light_array[60];
float uv_light_array[60];
float *airQuality_array;
float airQuality_TVOC[60];
float airQuality_eCO2[60];
float airQuality_rawH2[60];
float airQuality_rawEthanol[60];
float dust_array[60];

```

<sup>44</sup> <https://github.com/adafruit/RTCLib>

<sup>45</sup> [https://github.com/adafruit/Adafruit\\_SGP30](https://github.com/adafruit/Adafruit_SGP30)

<sup>46</sup> [https://github.com/adafruit/Adafruit\\_VEML6070](https://github.com/adafruit/Adafruit_VEML6070)

<sup>47</sup> <https://github.com/rocketscream/Low-Power>

<sup>48</sup> [https://github.com/DFRobot/DFRobot\\_OLED12864](https://github.com/DFRobot/DFRobot_OLED12864)

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

int estado = 0      //0: Reposo, 1: Lectura, 2: Display, 3: Registro datos
char *time
volatile unsigned int contadorTimer = 0;
volatile unsigned int contadorRegistroSD = 0;
volatile unsigned int contadorDisplay = 0;
//Sharp sensor
unsigned int samplingTime = 280;
unsigned int deltaTime = 40;
unsigned int sleepTime = 9680;
/*VARIABLES GLOBALES*/
/*CONSTANTES*/
//SPI communication
#define MISO 4
#define MOSI 3
#define SCK 1
#define CS 15
#define ADC_BIT 1024
#define ADC_SECTION 5
//I2C communication
#define SDA 17
#define SCL 16
//Sharp Sensor
#define measurePin A4;
#define ledPower 20;
//Acustic sensor
#define outAcusticPin A6;
const int sampleWindow = 50;

//Light sensor - LDR
const long A = 20000; //Resistencia en oscuridad en KO
const int B = 60; //Resistencia a la luz (10 Lux) en KO
const int Rc = 10; //Resistencia calibracion en KO
#define LDRPin = X; //Pin del LDR
RISK_LEVEL risk_level;
//RF sensor
#define RFpin A7;
//Botonera - Display OLED
const uint8_t pin_analogKey = A0;
int btn = 0;
int btn_old = 0;

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

enum enum_key_analog {
  key_analog_no,
  key_analog_right,
  key_analog_center,
  key_analog_up,
  key_analog_left,
  key_analog_down,
} eKey_analog;
/*CONSTANTES*/
/*OBJETOS*/
RTC_DS3231 rtc;           //Declaracion objeto RTC DS3231
Adafruit_SGP30 sgp;        //Declaracion opbjeto sgp30
Adafruit_VEML6070 uv = Adafruit_VEML6070(); //Declaracion opbjeto
VEML6070
DFRobot_OLED12864 display(0x3c); //Declaracion objeto display
/*OBJETOS*/
/*FUNCIONES*/
enum_key_analog read_key_analog(void)
{
  int adValue = analogRead(pin_analogKey);
  if(adValue > ADC_BIT * (ADC_SECTION * 2 - 1) / (ADC_SECTION * 2)) {
    return key_analog_no;
  } else if(adValue > ADC_BIT * (ADC_SECTION * 2 - 3) / (ADC_SECTION * 2)) {
    return key_analog_right;
  } else if(adValue > ADC_BIT * (ADC_SECTION * 2 - 5) / (ADC_SECTION * 2)) {
    return key_analog_center;
  } else if(adValue > ADC_BIT * (ADC_SECTION * 2 - 7) / (ADC_SECTION * 2)) {
    return key_analog_up;
  } else if(adValue > ADC_BIT * (ADC_SECTION * 2 - 9) / (ADC_SECTION * 2)) {
    return key_analog_left;
  } else {
    return key_analog_down;
  }
}

//Función de calibración del sensor SHARP
uint32_t getAbsoluteHumidity(float temperature, float humidity) {
  // approximation formula from Sensirion SGP30 Driver Integration chapter 3.15
  const float absoluteHumidity = 216.7f * ((humidity / 100.0f) * 6.112f *
  exp((17.62f * temperature) / (243.12f + temperature)) / (273.15f +
  temperature)); // [g/m^3]
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

const uint32_t absoluteHumidityScaled = static_cast<uint32_t>(1000.0f *
absoluteHumidity); // [mg/m^3]
return absoluteHumidityScaled;
}

//Función para la escritura de los datos en la tarjeta microSD
void saveArrayData(){
dataFile = SD.open("datos.txt", FILE_WRITE);
if(dataFile){
    DateTime now = rtc.now();
    string date = String(now.day()) + "/" + String(now.month()) + "/" +
String(now.year());
    string time =
String(now.hour()) + ":" + String(now.minute()) + ":" + String(now.second());
    string dateTime = date + " " + time;
    string separator = " | ";
    for(var i=0;i< sizeof(rf_array);i++){
        string data = dateTime + separator + String(light_array[i]) +
separator + String(uv_light_array[i]) + separator +
String(acoustic_array[i]) + separator + String(rf_array[i]) +
separator + String(airQuality_array[i]) +
separator + String(dust_array[i]);
        dataFile.println(data);
    }
}
dataFile.close();
}

//Función para leer los datos del fichero de configuración
void readConfigFile(){
configFile = SD.open("config.txt");
while(configFile.available()){
    dataLine = configFile.read();
    if(dataLine){
        if(dataLine == "[Directorios]"){
            int position_Actual = configFile.position();
            configFile.seek(posicion_Actual + 1);
            String ruta_datos = configFile.read();
            ruta_fichero_datos = ruta_datos.substring("","");
        }else if(dataLine == "[Límite contaminantes]"){
            int position_Actual = configFile.position();
        }
    }
}
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

        configFile.seek(posicion_Actual + 1);
        String line_lim_luz_visible = configFile.read();
        str_lim_luz_visible = line_lim_luz_visible.substring("","");
        lim_luz_visible = str_lim_luz_visible.toFloat();
        configFile.seek(posicion_Actual + 2);
        String line_lim_indice_UVA = configFile.read();
        str_lim_indice_UVA = line_lim_indice_UVA.substring("","");
        lim_indice_UVA = str_lim_indice_UVA.toFloat();
        configFile.seek(posicion_Actual + 3);
        String line_lim_RF = configFile.read();
        str_lim_RF = line_lim_RF.substring("","");
        lim_RF = str_lim_RF.toFloat();
        configFile.seek(posicion_Actual + 4);
        String line_lim_DB = configFile.read();
        str_lim_DB = line_lim_DB.substring("","");
        lim_DB = str_lim_DB.toFloat();
        configFile.seek(posicion_Actual + 5);
        String line_lim_COV = configFile.read();
        str_lim_COV = line_lim_COV.substring("","");
        lim_COV = str_lim_COV.toFloat();
        configFile.seek(posicion_Actual + 6);
        String line_lim_CO2 = configFile.read();
        str_lim_CO2 = line_lim_CO2.substring("","");
        lim_CO2 = str_lim_CO2.toFloat();
        configFile.seek(posicion_Actual + 7);
        String line_lim_polvo = configFile.read();
        str_lim_polvo = line_lim_polvo.substring("","");
        lim_polvo = str_lim_polvo.toFloat();
      }
    }
  }
}

//Funcion que se ejecuta en cada interrupción timer, y guarda los datos en la
//tarjeta microSD cada 1838 interrupciones, que equivale a 60 segundos
ISR(TIMER2_OVF_vect){
  contadorTimer++;
  contadorDisplay++;
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

//cada 32.64ms salta interrupción, para que guarde cada 60seg, se necesita un
//contador de 60000/32.64=1838.2353
if(contadorTimer > 1837){
    estado = 1;
    contadorTimer = 0;
    contadorRegistroSD++;
}
//cada 60 minutos se almacenan los datos en la tarjeta microSD
if(contadorRegistroSD > 59){
    contadorRegistroSD = 0;
    estado = 3;
}
//a los 20 segundos, interrupción para cambiar de estado Display a Reposo.
20000/32.64=612.7451
if(contadorDisplay > 612){
    contadorDisplay = 0;
    btn = 0;
    estado = 0;
}else{
    eKey_analog = read_key_analog();
    switch(eKey_analog) {
        case key_analog_no:
            break;
        case key_analog_up:
            break;
        case key_analog_down:
            break;
        case key_analog_right:
            btn = btn_old + 1;
            estado = 2;
            break;
        case key_analog_left:
            btn = btn_old - 1;
            estado = 2;
            break;
        case key_analog_center:
            break;
    }
}
}
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

//Funciones de inicialización de sensores y módulos
void initialize_Sensors(){
  bool statusSensors = false;
  //Initialize SD card module
  Serial.print(F("Iniciando SD ..."));
  if (!SD.begin(CS)){
    Serial.println(F("Error al iniciar"));
  }else{
    Serial.println(F("SD iniciada correctamente"));
    statusSensors = true;
  }
  //Initialize RTC module
  if (! rtc.begin()) {
    Serial.println("No hay un módulo RTC");
  }else{
    Serial.println(F("RTC module iniciado correctamente"));
    statusSensors = true;
  }
  //Inicializar display y botonera
  //Initialize SGP30 sensor
  if (! sgp.begin()){
    Serial.println("Sensor not found :(");
  }
  Serial.print("Found SGP30 serial #");
  Serial.print(sgp.serialnumber[0], HEX);
  Serial.print(sgp.serialnumber[1], HEX);
  Serial.println(sgp.serialnumber[2], HEX);
  // If you have a baseline measurement from before you can assign it to start, to
  'self-      calibrate'
  //sgp.setIAQBaseline(0x8E68, 0x8F41); // Will vary for each sensor!
  //Initialize VEML6070
  uv.begin(VEML6070_1_T); // pass in the integration time constant (125ms)
}

char * getTime(){
  DateTime now = rtc.now();
  static char time[5];
  time[0] = char(now.year());
  time[1] = char(now.month());
  time[2] = char(now.day());
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

time[3] = char(now.hour());
time[4] = char(now.minute());
return time;
}

//FUNCIONES PARA LEER LOS DATOS DE LOS SENSORES
float getRF(){
m = 70/1.3;
n = 1195/13
float rfData = 0;
rfOut = analogRead(RFPin);
volts = (rfOut * 5) / 1024
rfData = m * volts - n;
return rfData
}

float get_Acustic(){
float db = 0.0;
unsigned long startMillis = millis()
unsigned int signalMax = 0;
unsigned int signalMin = 1024;
float ampMax = 1024/2
//Guardar datos durante la ventana
unsigned int sample;
while (millis() - startMillis < sampleWindow){
    sample = analogRead(outAcusticPin);
    if (sample < 1024){
        if (sample > signalMax){
            signalMax = sample; // Actualizar máximo
        }
    }else if (sample < signalMin){
        signalMin = sample; // Actualizar mínimo
    }
}
unsigned int peekToPeak = signalMax - signalMin //Amplitud del sonido
volts = (peekToPeak * 3.3) / 1024
db = 20*log10(volts/ampMax)
return db;
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

float get_Light(){
  int V = analogRead(LDRPin);
  float lightData = 0.0;
  //ilum = ((long)(1024-V)*A*10)/((long)B*Rc*V); //usar si LDR entre GND y A0
  lightData = ((long)V*A*10)/((long)B*Rc*(1024-V)); //usar si LDR entre A0 y
  Vcc      (como en el esquema anterior)
  return lightData;
}

float get_UVlight(){
  float uvLightData = 0.0;
  uvLightData = uv.readUV();
  //Convertir dato leido a indice ultravioleta:
  risk_level_mapping_table[4] = {2241, 4482, 5976, 8217};
  for (i = 0; i < 4; i++){
    if (uvLightData <= risk_level_mapping_table[i]){
      break;
    }
  }
  return (RISK_LEVEL)i;
}

float * get_airQuality(){
  static float airQualityData[4]; //0: TVOC, 1: eCO2, 2: H2, 3: Ethanol
  // If you have a temperature / humidity sensor, you can set the absolute
  humidity to      enable the humidity compensation for the air quality signals
  float temperature = 22.1; // [°C]
  float humidity = 45.2; // [%RH]
  //sgp.setHumidity(getAbsoluteHumidity(temperature, humidity));

  if (! sgp.IAQmeasure()) {
    Serial.println("Measurement failed");
    return;
  }
  Serial.print("TVOC "); Serial.print(sgp.TVOC); Serial.print(" ppb\t");
  Serial.print("eCO2 "); Serial.print(sgp.eCO2); Serial.println(" ppm");
  airQualityData[0] = sgp.TVOC;
  if (! sgp.IAQmeasureRaw()) {
    Serial.println("Raw Measurement failed");
    return;
  }
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

    }

    delay(100);
    counter++;
    if (counter == 30) {
        counter = 0;
        return airQualityData;
    }

    float get_dust(){
        float voMeasured = 0;
        float calcVoltage = 0;
        float dustDensity = 0;
        digitalWrite(ledPower,LOW);
        delayMicroseconds(samplingTime);
        voMeasured = analogRead(measurePin);
        delayMicroseconds(deltaTime);
        digitalWrite(ledPower,HIGH);
        delayMicroseconds(sleepTime);
        calcVoltage = voMeasured*(5.0/1024);
        dustDensity = 0.17*calcVoltage-0.1;
        if ( dustDensity < 0){
            dustDensity = 0.00;
        }
        Serial.println("Raw Signal Value (0-1023):");
        Serial.println(voMeasured);
        Serial.println("Voltage:");
        Serial.println(calcVoltage);
        Serial.println("Dust Density:");
        Serial.println(dustDensity);
        return dustDensity;
    }

    void displayPrintInitImage(){
        display.drawXbm(0,0,Picture_width, Picture_height, Picture_bits);
    }

    void drawFrame(OLEDDisplay *display, option, data){
        position_data_XY = [100,40];
        position_unit_XY = [128,40];
        position_text_XY = [64,32];
    }
  
```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

if(option == "lux"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);

    display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"LUX");
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);

    display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Intensidad     luz
visible");
}else if(option == "UV"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);

    display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"UVA");
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);
    display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Indice
UVA");
}else if(option == "RF"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);

    display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"W");
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);
    display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Potencia
señales     RF");
}else if(option == "DB"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);
}

```

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"dB");
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);
    display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Nivel de
ruido");
}else if(option == "COV"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);

display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"ppm");
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);

display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Concentracion
COV");
}else if(option == "CO2"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);

display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_16);
    display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"ppm");
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
    display.setFont(ArialMT_Plain_10);

display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Concentracion
CO2");
}else if(option == "polvo"){
    display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_LEFT);
    display.setFont(ArialMT_Plain_24);

display.drawString(position_data_XY[0],position_data_XY[1],String(data));

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

        display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_RIGHT);
        display.setFont(ArialMT_Plain_16);
        display.drawString(position_unit_XY[0],position_unit_XY[1],"%");
        display.setTextAlignment(TEXT_ALIGN_CENTER);
        display.setFont(ArialMT_Plain_10);

        display.drawString(position_text_XY[0],position_text_XY[1],"Concentracion de
polvo");
    }

}

float updateLedsColor(contadorRegistroSD){
    contadorEntornoSaludable = 0;
    if (light_array[contadorRegistroSD] >= lim_light){ //Comprobar dato luz visible
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if (uv_light_array[contadorRegistroSD] >= lim_UV){ //Comprobar dato luz UVA
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if (acoustic_array[contadorRegistroSD] >= lim_DB){ //Comprobar dato ruido
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if (airQuality_TVOC[contadorRegistroSD] >= lim_COV){ //Comprobar dato
COV
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if (airQuality_eCO2[contadorRegistroSD] >= lim_CO2){ //Comprobar dato CO2
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if (dust_array[contadorRegistroSD] >= lim_dust){ //Comprobar dato
concentración polvo
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if (rf_array[contadorRegistroSD] >= lim_RF){ //Comprobar dato RF
        contadorEntornoSaludable += 1;
    }
    if(contadorEntornoSaludable < 3){
        //LEDS color verde
    }else if(contadorEntornoSaludable >= 3 and contadorEntornoSaludable < 5){

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

    //LEDS color amarillo
} else if(contadorEntornoSaludable >= 5){
    //LEDS color rojo
}
}
/*FUNCIONES*/
void setup() {
// initialize serial communication at 9600 bits per second:
Serial.begin(9600);
//Pin Modes
pinMode(ledPower,OUTPUT);
initialize_Sensors();
initialize_PinOut();
//Configuracion interrupciones timer
SREG = (SREG & 0b01111111); //Desabilitar interrupciones
TIMSK2 = TIMSK2|0b00000001; //Habilita la interrupcion por desbordamiento
TCCR2B = 0b00000111; //Configura preescala para que FT2 sea de 7812.5Hz
SREG = (SREG & 0b01111111) | 0b10000000; //Habilitar interrupciones
//Desabilitar interrupciones
//Inicializacion display OLED
display.init();
display.setContrast(255);
display.clear();
displayPrintInitImage();

}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {
switch(estado){
    case 0: //Wait-StanBy
        display.clear();
        //No hacer nada, hasta que salte alguna interrupción que cambie
        el
        //WATCHDOG/STANDBY HASTA QUE SALTE INTERRUPCIÓN DE
        GUARDAR LOS DATOS DE LOS SENSORES EN SUS ARRAYS
        LowPower.powerDown(SLEEP_2S , ADC_OFF, BOD_OFF);
        break;
    case 1: //Lectura
        time = getTime();
        display.clear();
}

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

//GUARDAR DATOS DE CONTAMINACIÓN EN ARRAYS
time_array[contadorRegistroSD] = String(time);
rf_array[contadorRegistroSD] = getRF();
acoustic_array[contadorRegistroSD] = get_Acoustic();
light_array[contadorRegistroSD] = get_Light();
uv_light_array[contadorRegistroSD] = get_UVlight();
airQuality_array = get_airQuality();
airQuality_TVOC[contadorRegistroSD] = airQuality_array[0];
dust_array[contadorRegistroSD] = get_dust();
//Encender LEDS con los datos de contaminacion
updateLedsColor(contadorRegistroSD);
estado = 0;
break;
case 2: //Display
display.clear();
float rf = getRF();
float acoustic = get_Acoustic();
float light = get_Light();
float uv_light = get_UVlight();
airQuality_array = get_airQuality();
float TVOC = airQuality_array[0];
float dust = get_dust();
//MOSTRAR DATOS SENSORES EN TIEMPO REAL EN DISPLAY
if(btn < 0){
  btn = 6;
}else if(btn > 6){
  btn = 0;
}
switch(btn){
  case 0: //RF
    drawFrame(OLEDDisplay *display, "RF", light);
    actualizarLedsPorContaminante("RF");
    btn_old = btn;
    break;
  case 1: //COV
    drawFrame(OLEDDisplay *display, "COV", TVOC);
    actualizarLedsPorContaminante("COV");
    btn_old = btn;
    break;
  case 2: //Polvo

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```

        drawFrame(OLEDDisplay *display, "polvo", dust);
        actualizarLedsPorContaminante("polvo");
        btn_old = btn;
        break;
    case 3: //Ruido
        drawFrame(OLEDDisplay *display, "DB", acoustic);
        actualizarLedsPorContaminante("DB");
        btn_old = btn;
        break;
    case 4: //Luz visible
        drawFrame(OLEDDisplay *display, "lux", light);
        actualizarLedsPorContaminante("lux");
        btn_old = btn;
        break;
    case 6: //Indice UVA
        drawFrame(OLEDDisplay *display, "UV", "UV",
        uv_light);
        actualizarLedsPorContaminante("UV");
        btn_old = btn;
        break;
    }
    if(btn != 0){
        contadorDisplay = 0;
    }
    break;
  case 3: //Registro datos
    display.clear();
    time = getTime();
    //GUARDAR EN TARJETA microSD LOS ARRAYS GENERADOS
    //PREVIAMENTE
    saveArrayData();
    //Limpiar arrays
    memset(rf_array, 0.0, sizeof(rf_array));
    memset(acoustic_array, 0.0, sizeof(acoustic_array));
    memset(light_array, 0.0, sizeof(light_array));
    memset(uv_light_array, 0.0, sizeof(uv_light_array));
    memset(airQuality_array, 0.0, sizeof(airQuality_array));
    memset(dust_array, 0.0, sizeof(dust_array));
    eKey_analog = read_key_analog();
    if(eKey_analog != ' '){

```

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 3 Anexos	Fecha revisión: 20/11/2021

```
    estado = 2;  
}else{  
    estado = 0;  
}  
break;  
}  
}
```

# **PLANOS**

## **MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

### **VOLUMEN 4**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

---

**EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

## Datos del proyecto

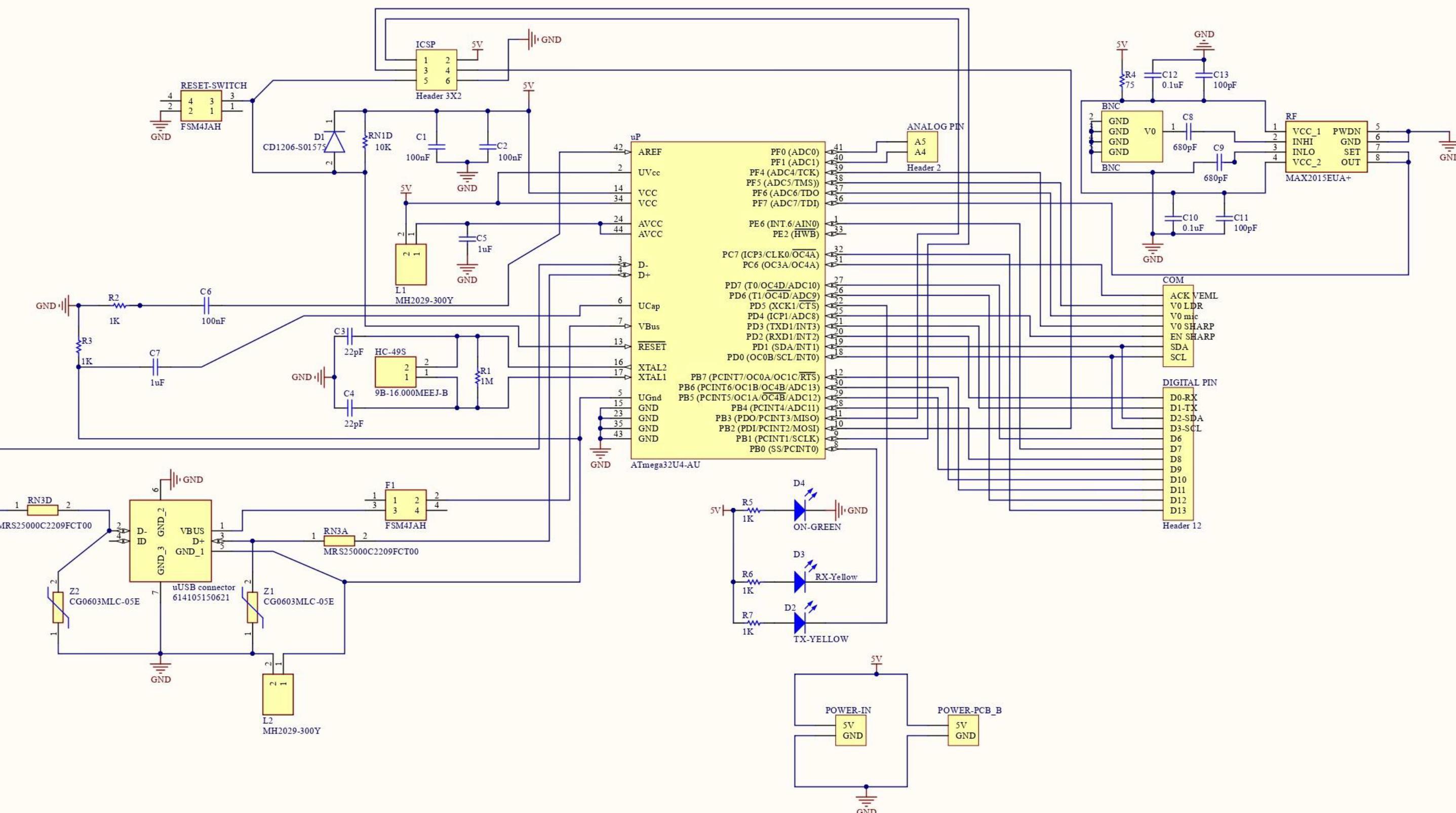
Número de Volumen	Volumen 4.
Código de proyecto	MCA21
Título de proyecto	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Planos.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 4 Planos	Fecha revisión: 22/11/2021

## Índice

1. <i>Plano esquema general del circuito – PCB A</i> .....	2
2. <i>Plano del listado de componentes – PCB A</i> .....	3
3. <i>Plano de pistas de la cara TOP – PCB A</i> .....	4
4. <i>Plano de pistas de la cara BOTTOM – PCB A</i> .....	5
5. <i>Plano de serigrafía de componentes – PCB A</i> .....	6
6. <i>Plano de mascarilla cara TOP – PCB A</i> .....	7
7. <i>Plano de mascarilla cara BOTTOM – PCB A</i> .....	8
8. <i>Plano de taladrado – PCB A</i> .....	9
9. <i>Plano esquema general del circuito – PCB B</i> .....	10
10. <i>Plano del listado de componentes – PCB B</i> .....	11
11. <i>Plano de pistas de la cara TOP – PCB B</i> .....	12
12. <i>Plano de pistas de la cara BOTTOM – PCB B</i> .....	13
13. <i>Plano de serigrafías de componentes – PCB B</i> .....	14
14. <i>Plano de mascarilla cara TOP – PCB B</i> .....	15
15. <i>Plano de mascarilla cara BOTTOM – PCB B</i> .....	16
16. <i>Plano de taladrado – PCB B</i> .....	17
17. <i>Plano de mecanizado de la caja – Cuerpo</i> .....	18
18. <i>Plano de mecanizado de la caja – Cuerpo – Secciones</i> .....	19
19. <i>Plano de mecanizado de la caja – Tapa superior</i> .....	20
20. <i>Plano de mecanizado de la caja – Tapa inferior</i> .....	21
21. <i>Plano de mecanizado de la caja – Tapa lateral</i> .....	22
22. <i>Plano de mecanizado de la caja – Cubre antena</i> .....	23
23. <i>Plano de serigrafía de la caja</i> .....	24
24. <i>Plano de interconexionado exterior – PCB A</i> .....	25
25. <i>Plano de interconexionado exterior – PCB B</i> .....	26
26. <i>Plano de disposición espacial</i> .....	27
27. <i>Plano de vista exterior</i> .....	28



	Fecha	Nombre	Firma	
Entregado	15/11/2021	Victor Gutiérrez García		 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala	Título	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL		
S/E	Plano esquema general del circuito - PCB A			Curso: 4º Electrónicos
				Nº Alumno: 631016
				Nº Plano: 1

Designator	Designator-X(mm)	Designator-Y(mm)	Footprint
R1	62.357	23.368	AXIAL-0.3
R2	25.184	43.98	AXIAL-0.3
R3	18.694	43.993	AXIAL-0.3
R4	48.336	51.283	AXIAL-0.3
R5	10.871	5.817	AXIAL-0.3
R6	10.871	10.897	AXIAL-0.3
R7	10.744	16.485	AXIAL-0.3
RN1D	49.53	19.939	AXIAL-0.3
RN3A	23.876	25.908	RESAD1650W60L650D250
RN3D	24.13	30.353	RESAD1650W60L650D250
C1	44.958	8.001	RAD-0.3
C2	50.673	8.128	RAD-0.3
C3	59.69	6.477	RAD-0.3
C4	64.897	6.477	RAD-0.3
C5	70.65	17.996	RAD-0.3
C6	30.899	46.825	RAD-0.3
C7	12.344	49.759	RAD-0.3
C8	38.227	61.722	RAD-0.3
C9	53.086	61.849	RAD-0.3
C10	33.299	53.442	RAD-0.3
C11	33.299	59.284	RAD-0.3
C12	19.596	62.065	RAD-0.3
C13	25.819	62.065	RAD-0.3
D1	44.958	22.987	DIOC3016X65N
D2	44.958	15.621	LED-0
D3	30.607	10.033	LED-0
D4	30.48	3.175	LED-0
L1	39.776	42.393	BEADC2016X130N
L2	11.722	43.472	BEADC2016X130N
Z1	11.913	32.283	VARC1608X55N
Z2	11.786	37.871	VARC1608X55N
RF	49.555	58.191	SOT65P490X110-8N
uP	56.578	46.926	44ML_N
HC-49S	60.579	19.177	HC-49S_1
F1	10.033	21.717	FSM4JAH
RESET-SWITCH	30.099	17.78	FSM4JAH
BNC	12.319	56.388	Conektor_BNC
uUSB connector	0.254	26.035	6,14105E+11
ICSP	36.093	12.725	HDR2X3
DIGITAL PIN	61.341	28.829	HDR1X12
COM	72.39	55.88	HDR1X7
ANALOG PIN	58.928	58.928	HDR1X2
POWER-IN	3.2	8.357	HDR1X2
POWER-PCB_B	3.213	19.012	HDR1X2

Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
Comprobado	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
Escala	Título	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL		Curso: 4º Electrónicos
S/E		Plano de listado de componentes - PCB A		Nº Alumno: 631016
				Nº Plano: 2

A

A

B

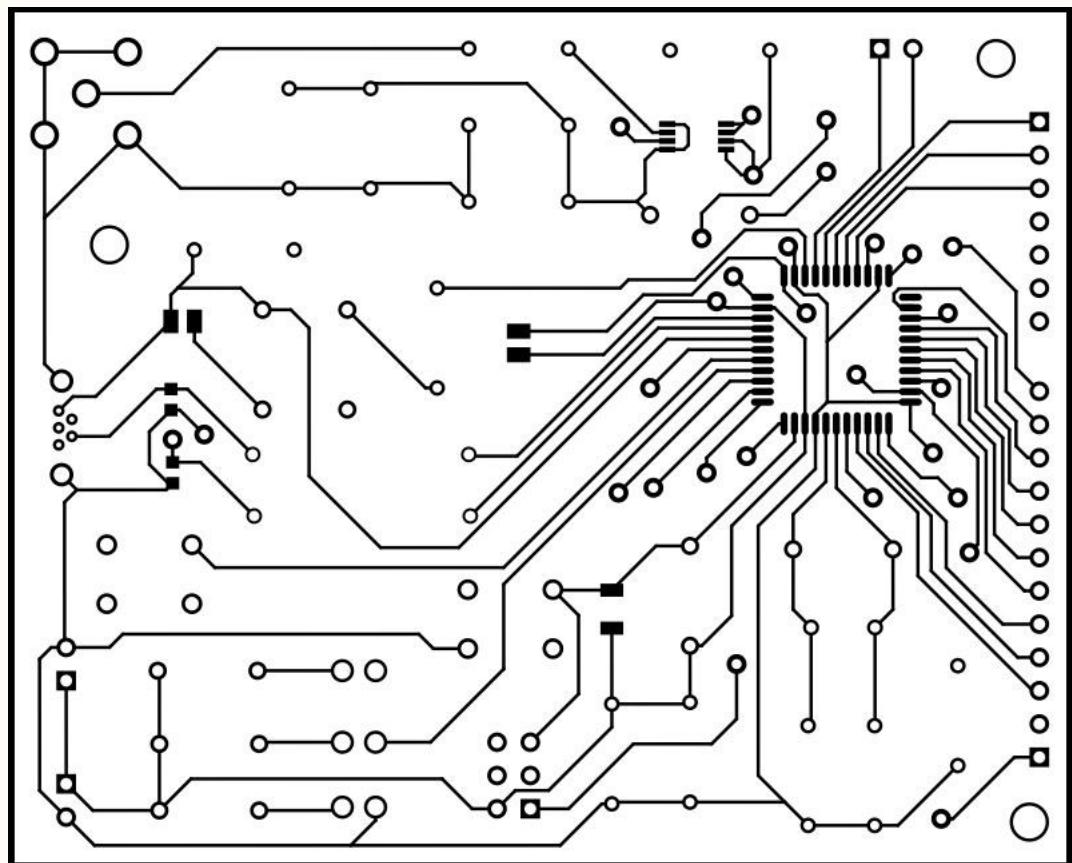
B

C

C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de pistas de la cara TOP - PCB A			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 3

A

A

B

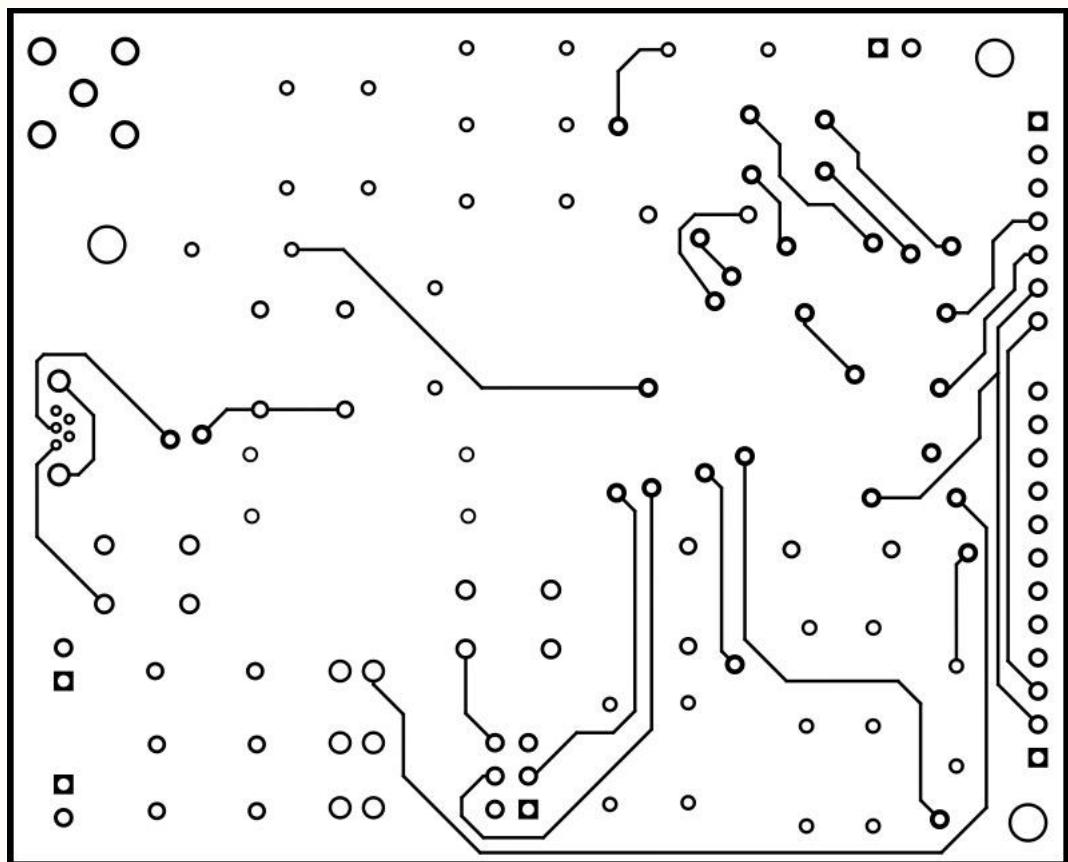
B

C

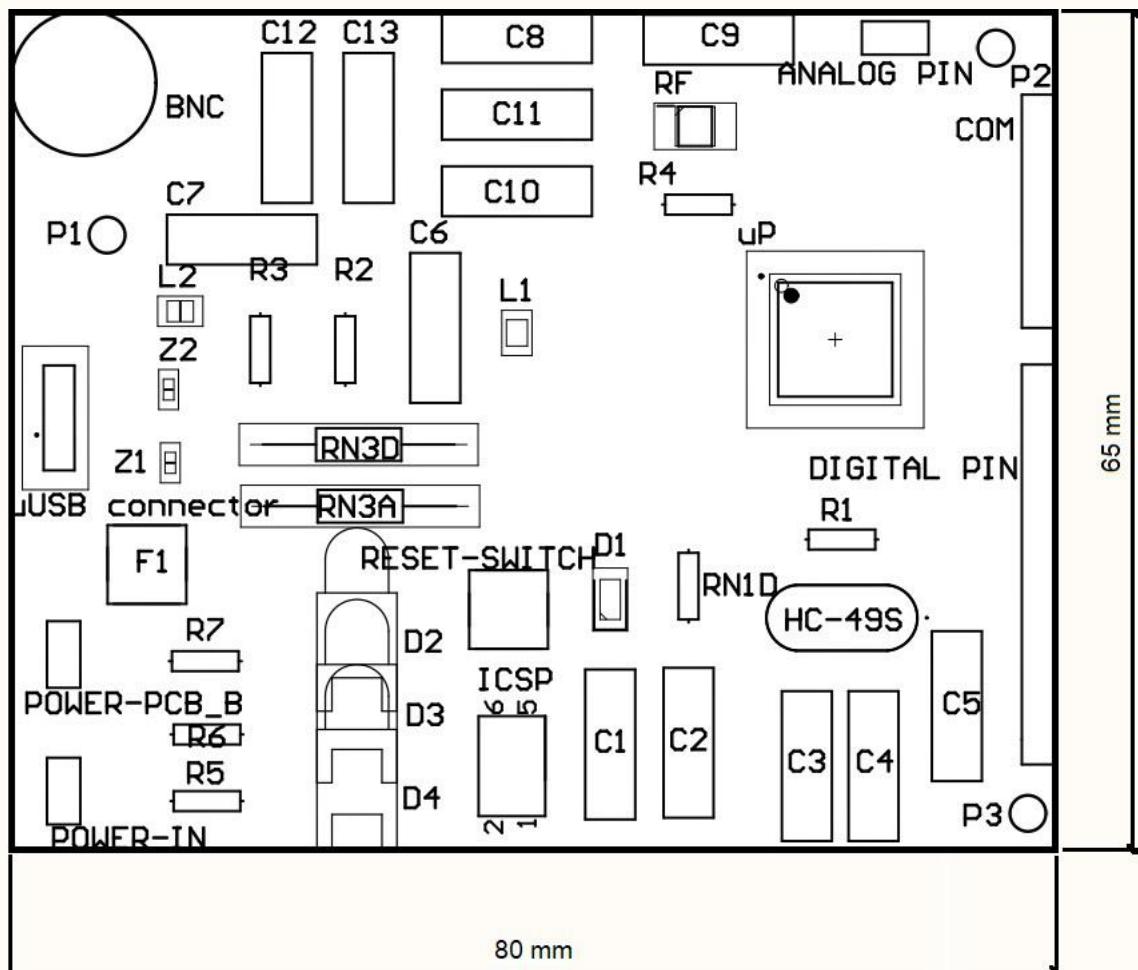
C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de pistas de la cara BOTTOM - PCB A			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 4



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de serigrafía de componentes - PCB A		Curso: 4º Electrónicos	
			Nº Alumno: 631016	
			Nº Plano: 5	

A

A

B

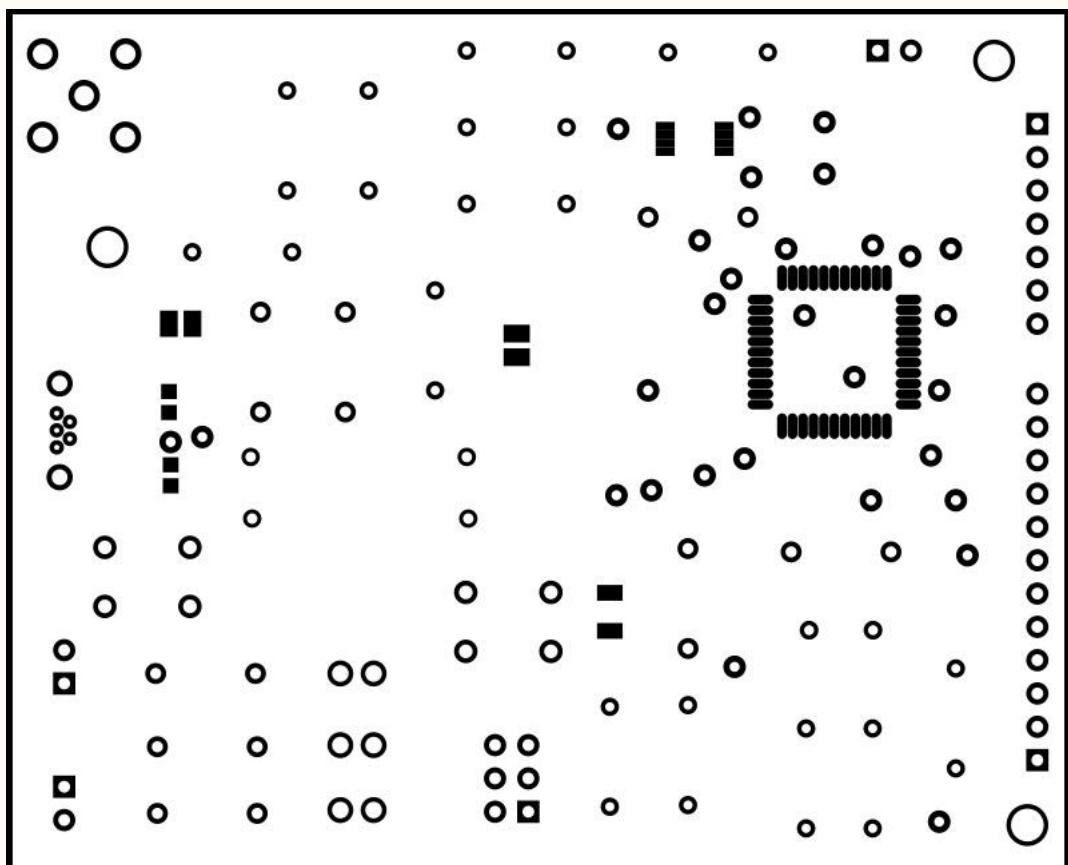
B

C

C

D

D



<i>Entregado</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
<i>Comprobado</i>	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
<i>Escala</i> 3:2	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mascarilla cara TOP - PCB A		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 6

A

A

B

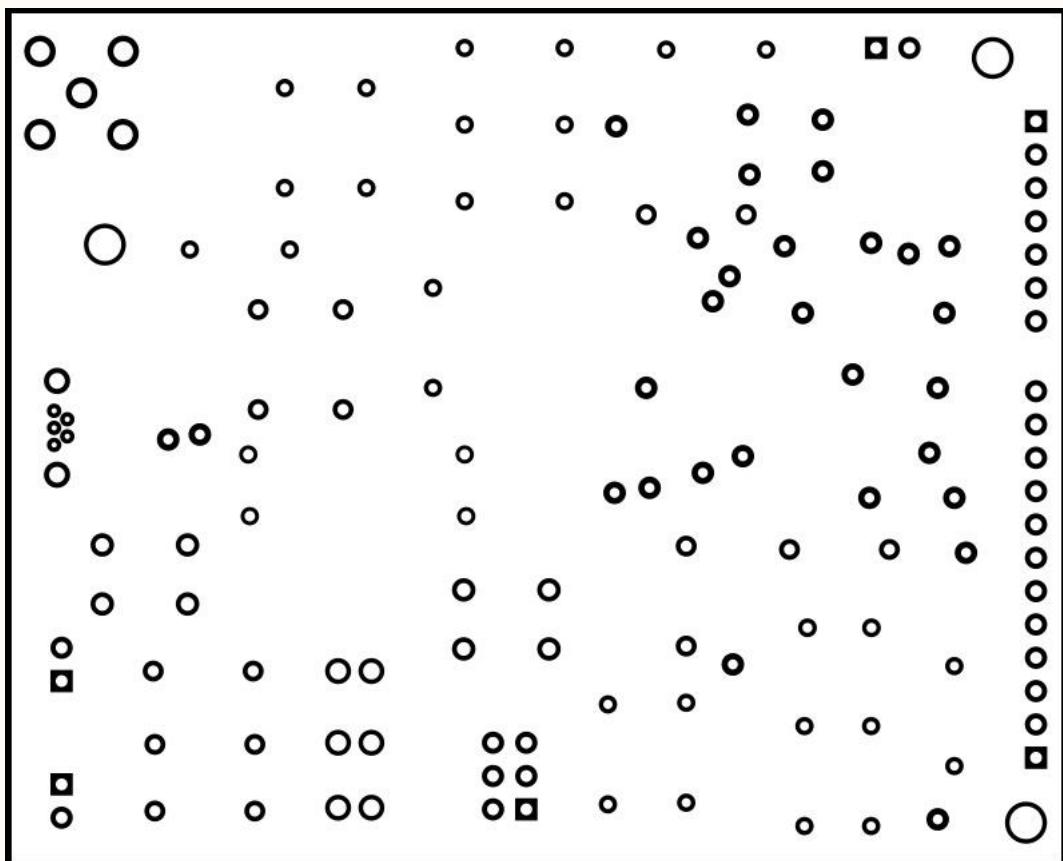
B

C

C

D

D



	Fecha	Nombre	Firma	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Entregado	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mascarilla cara BOTTOM - PCB A		Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 7	

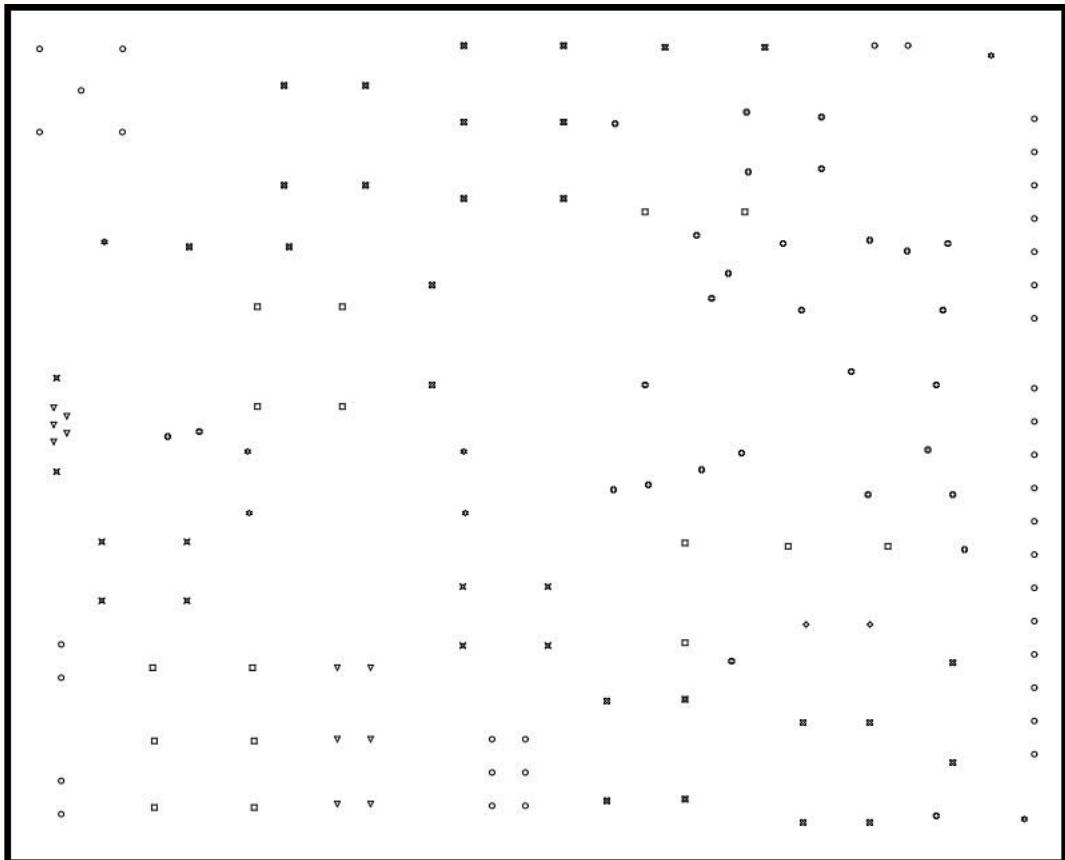
A

A

Symbol	Count	Hole Size	Plated	Hole Type	Drill Layer Pair	Via/Pad	Pad Shape	Template
○	2	0,755mm (29,72mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c123h76
✗	2	1,200mm (47,24mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c180h120
□	3	2,500mm (98,43mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c300h250
▽	4	0,800mm (31,50mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c120h80
□	5	0,400mm (15,75mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c90h40
▽	5	1,500mm (59,06mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c220h150
✗	6	1,270mm (50,00mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c178h127
○	8	1,040mm (40,94mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c159h104
✗	16	0,850mm (33,46mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c140h85
◇	26	0,700mm (27,56mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c120h70
✗	29	0,762mm (30,00mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c152h76
○	31	0,900mm (35,43mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	(Mixed)	(Mixed)
	137 Total							

B

B

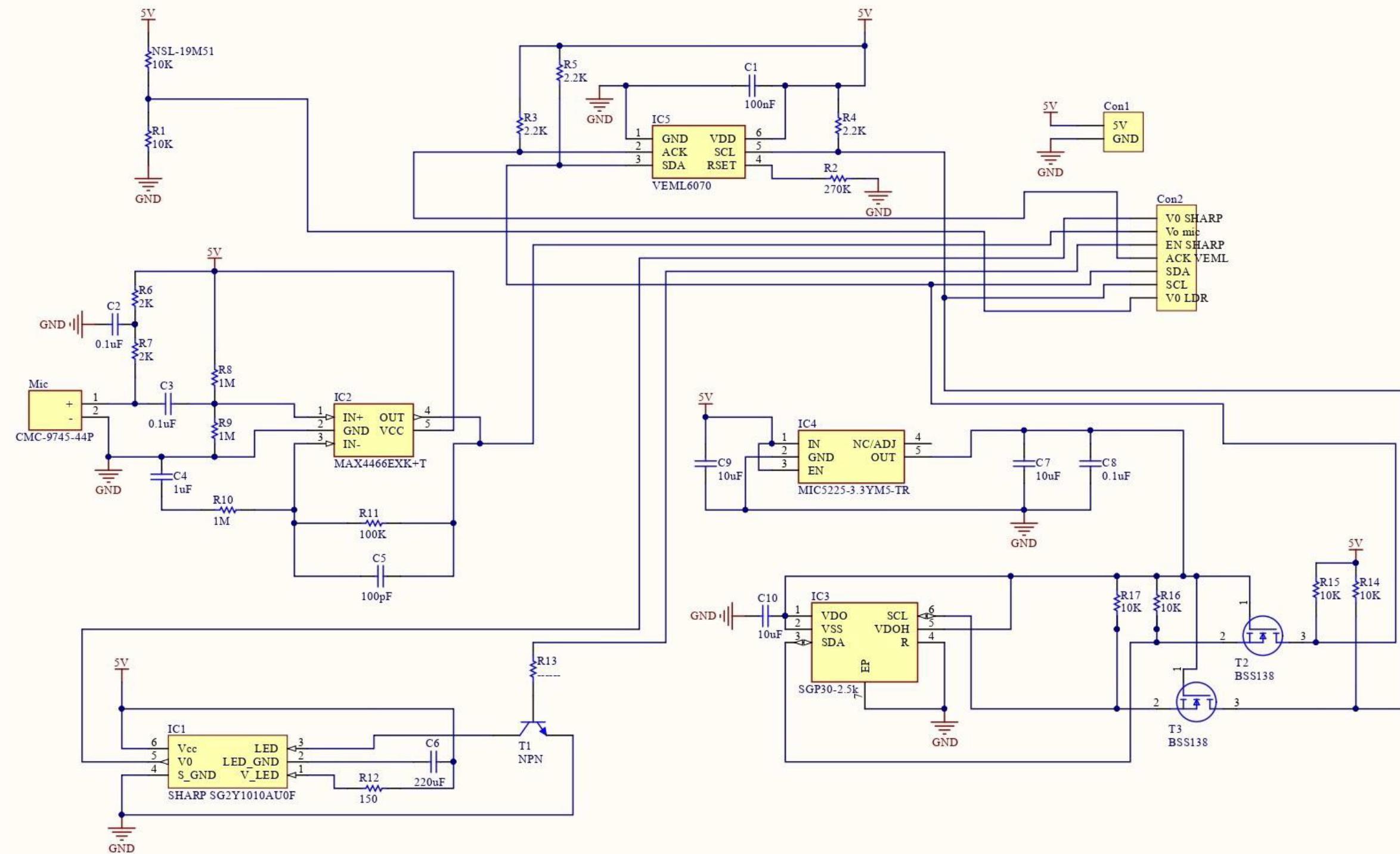


C

C

Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
Comprobado	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
Escala	Título	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL		Curso: 4º Electrónicos
3:2		Plano de taladrado - PCB A		Nº Alumno: 631016
				Nº Plano: 8

D



	Fecha	Nombre	Firma	
Entregado	15/11/2021	Victor Gutiérrez García		
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala S/E	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano esquema general del circuito - PCB B			Curso: 4º Electrónicos
				Nº Alumno: 631016
				Nº Plano: 9

Designator	Designator-X(mm)	Designator-Y(mm)	Footprint
R1	79.705	50.521	AXIAL-0.3
R2	81.737	24.232	AXIAL-0.3
R3	81.991	8.23	AXIAL-0.3
R4	91.891	19.723	AXIAL-0.3
R5	82.118	11.278	AXIAL-0.3
R6	71.031	23.533	AXIAL-0.3
R7	60.998	46.901	AXIAL-0.3
R8	56.68	46.901	AXIAL-0.3
R9	50.838	47.282	AXIAL-0.3
R10	35.09	25.565	AXIAL-0.3
R11	38.9	39.281	AXIAL-0.3
R12	23.19	22.962	AXIAL-0.3
R13	45.923	10.897	AXIAL-0.3
R14	27.203	51.994	AXIAL-0.3
R15	19.634	56.49	AXIAL-0.3
R16	1.346	55.22	AXIAL-0.3
R17	1.219	51.156	AXIAL-0.3
NSL-19M51	79.375	45.847	AXIAL-0.3
C1	75.349	17.615	RAD-0.3
C2	56.032	17.247	RAD-0.3
C3	44.615	48.857	RAD-0.3
C4	39.268	17.374	RAD-0.3
C5	32.804	40.602	RAD-0.3
C6	25.552	17.374	RAD-0.3
C7	7.899	37.059	RAD-0.3
C8	13.233	37.059	RAD-0.3
C9	1.422	37.059	RAD-0.3
C10	19.456	37.059	RAD-0.3
T1	41.808	8.204	TO-226-AA
T2	13.729	57.128	SOT95P240X120-3N
T3	26.086	41.199	SOT95P240X120-3N
IC1	32.169	11.849	HDR2X3
IC2	64.16	28.626	SOT65P210X110-5N
IC3	16.129	47.981	SON80P245X245X90-7N
IC4	2.794	44.933	SOT95P280X130-5N
IC5	84.201	17.501	6-PIN_OPLGA
Mic	45.187	33.299	CMC974544P
Con1	35.839	56.871	HDR1X2
Con2	48.412	56.998	HDR1X7

Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
Comprobado	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
Escala	Título	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de listado de componentes - PCB B	Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 10	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
S/E				

A

A

B

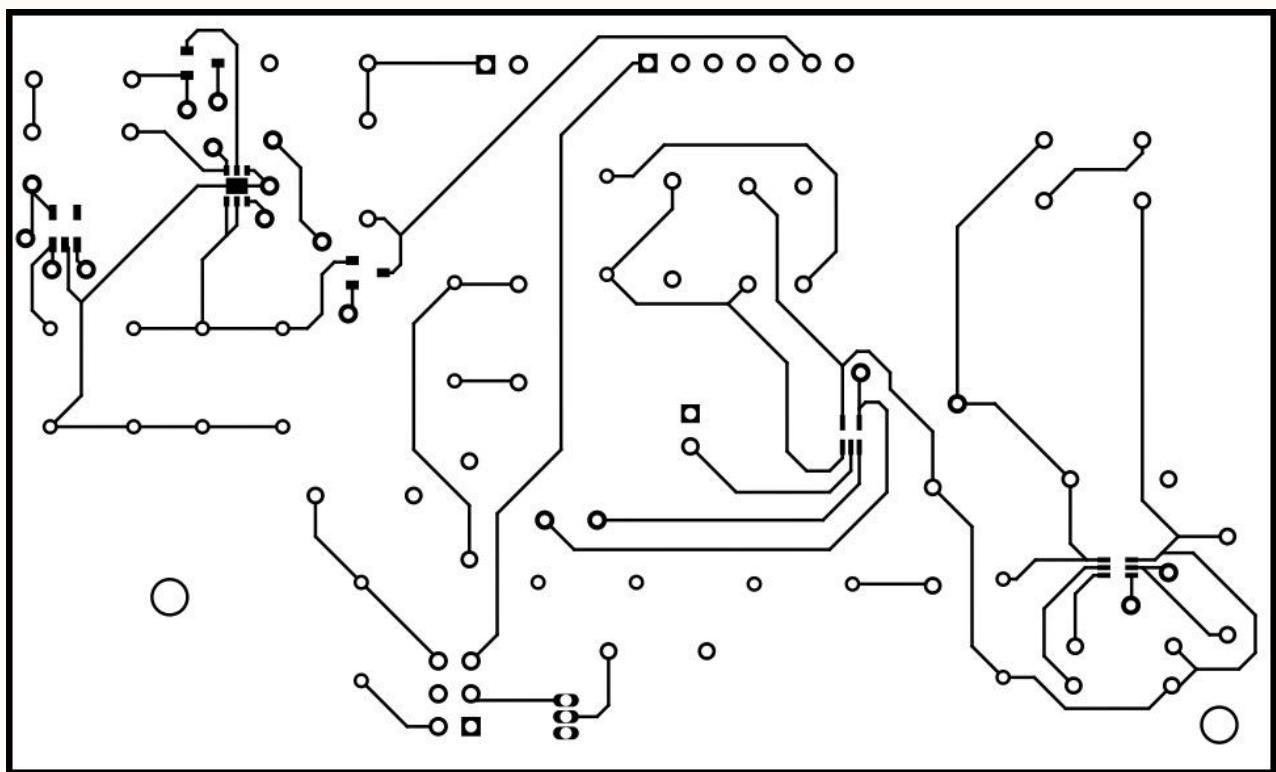
B

C

C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de pistas de la cara TOP - PCB B			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 11

A

A

B

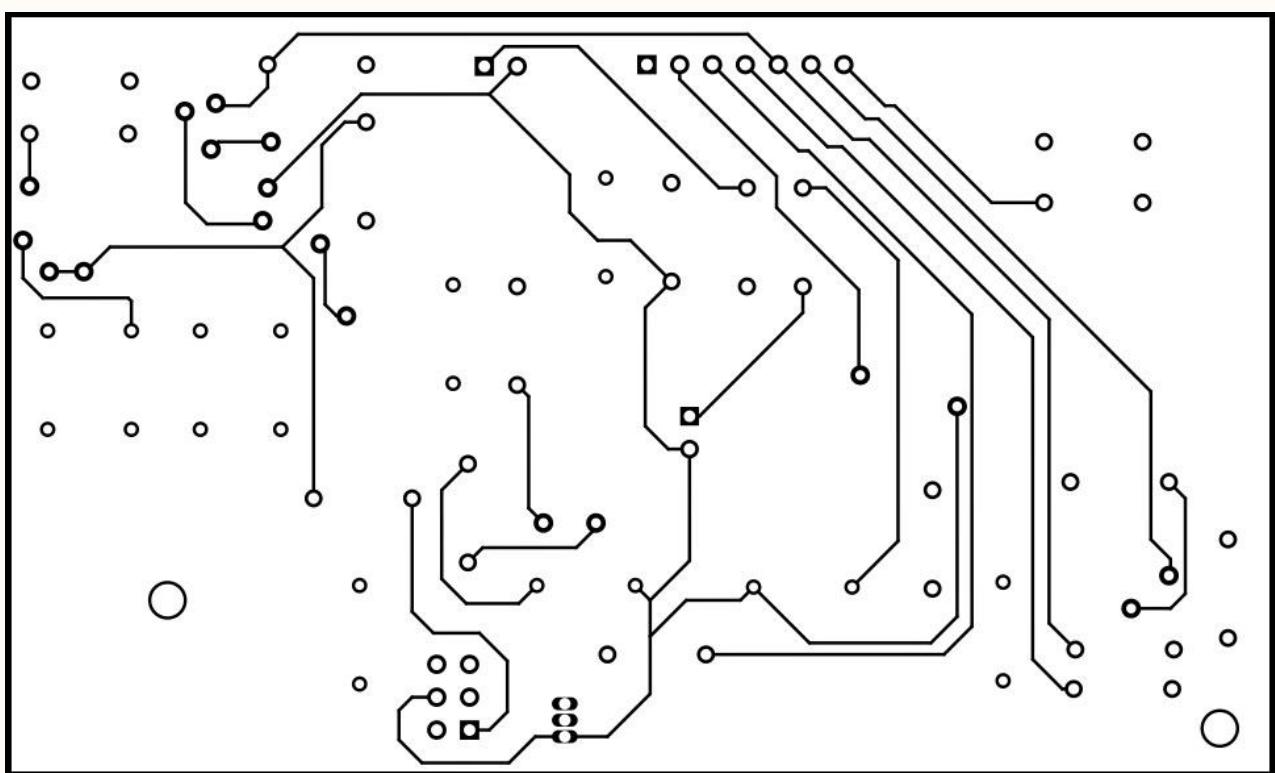
B

C

C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de pistas de la cara BOTTOM - PCB B			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 12

A

A

B

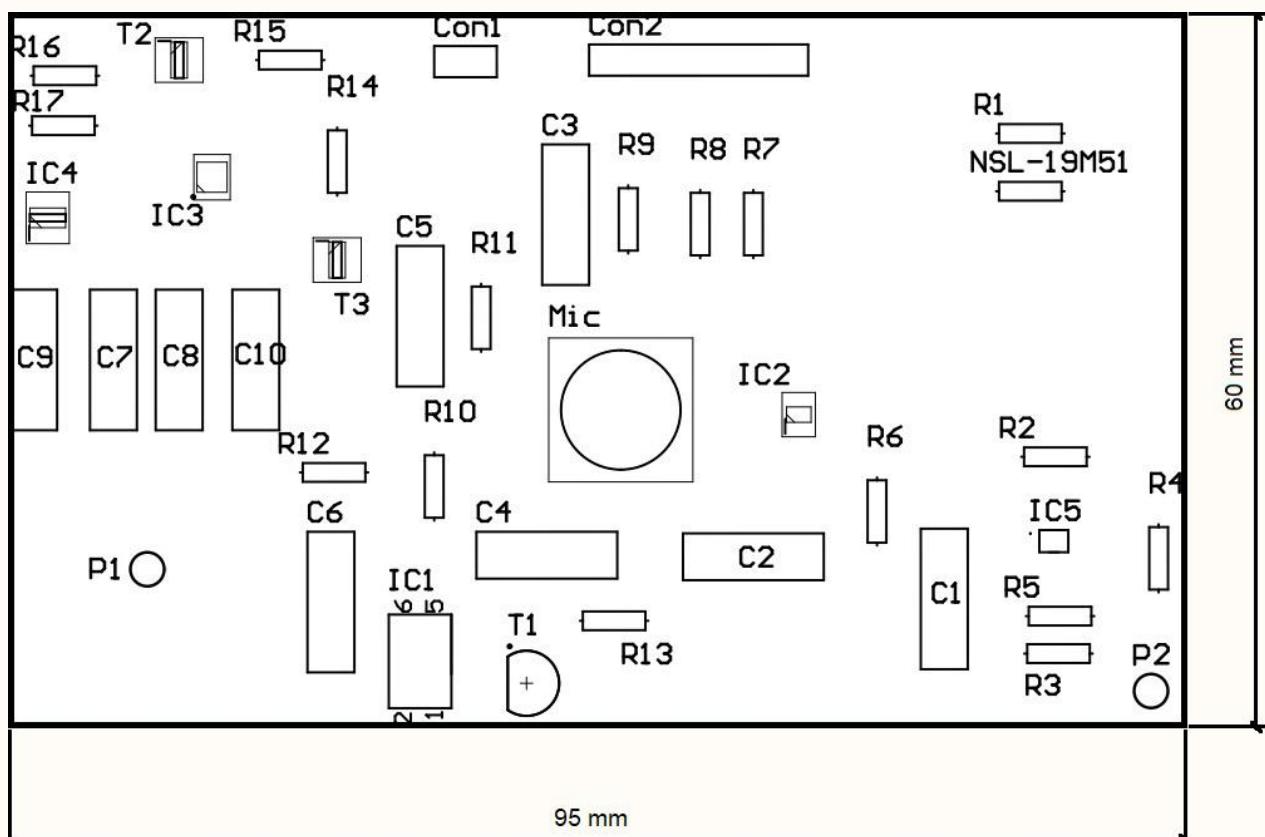
B

C

C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
15/11/2021		Víctor Gutiérrez García		
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de serigrafía de componentes - PCB B		Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 13	

A

A

B

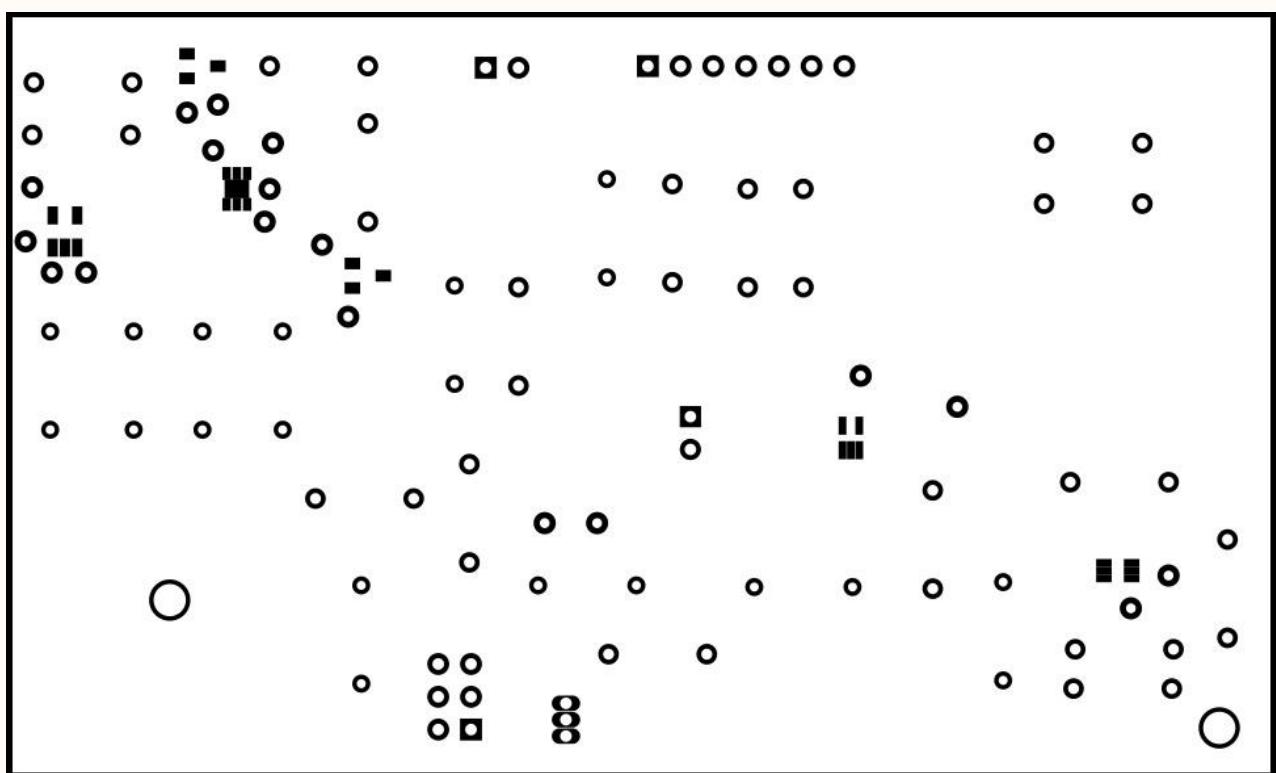
B

C

C

D

D



<i>Entregado</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
<i>Comprobado</i>	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
<i>Escala</i> 3:2	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mascarilla cara TOP - PCB B		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 14

A

A

B

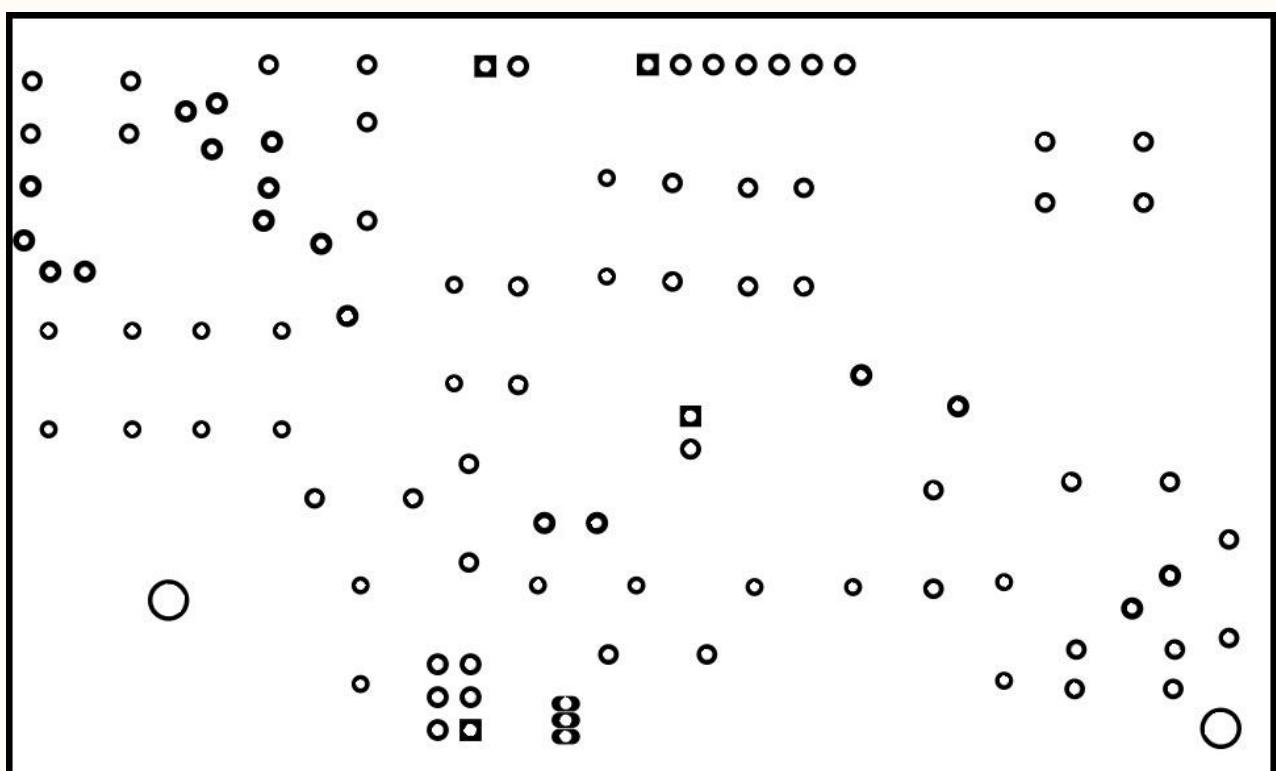
B

C

C

D

D

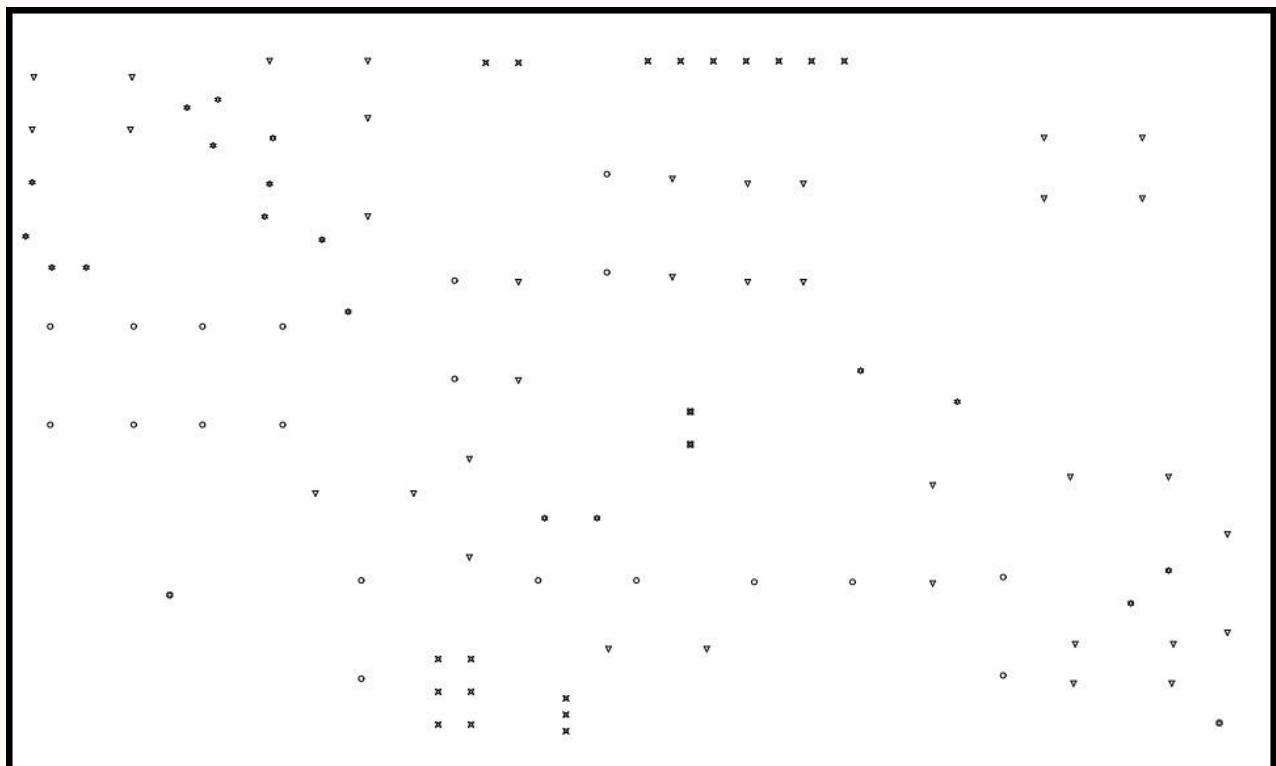


<i>Entregado</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Comprobado</i>	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
<i>Escala</i> 3:2	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mascarilla cara BOTTOM - PCB B		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 15

A

Symbol	Count	Hole Size	Plated	Hole Type	Drill Layer Pair	Via/Pad	Pad Shape	Template
○	20	0,700mm (27,56mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c120h70
☒	18	0,762mm (30,00mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c152h76
▽	36	0,850mm (33,46mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c140h85
✖	2	0,890mm (35,04mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	(Mixed)	(Mixed)
□	18	0,900mm (35,43mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	(Mixed)	(Mixed)
☒	2	2,500mm (98,43mil)	PTH	Round	Top Layer - Bottom Layer	Pad	Rounded	c300h250
96 Total								

B



C

Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
Comprobado	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
Escala 3:2	Título	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de taladrado - PCB B		Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 16

D

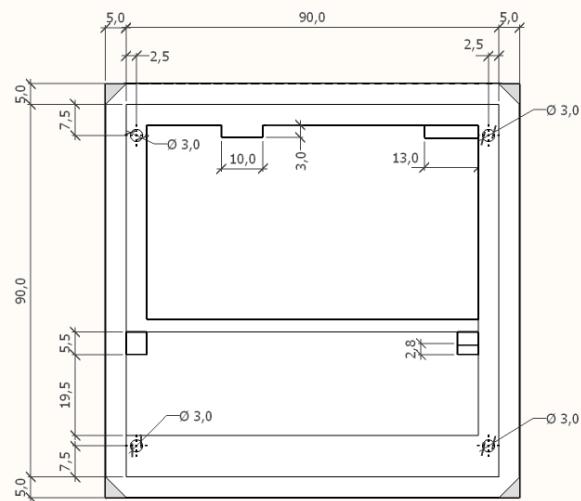
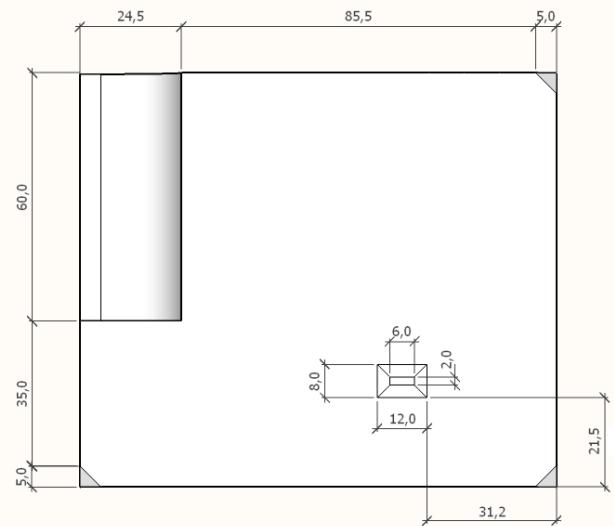
A

B

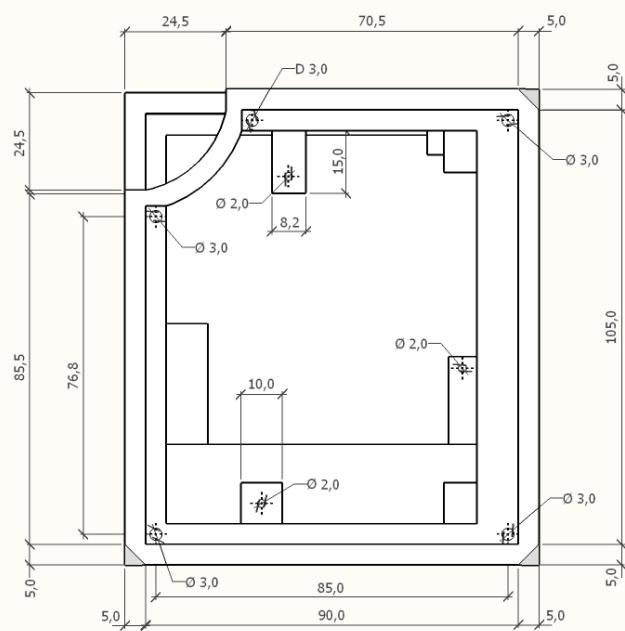
C

D

A



B



C

D

Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 1:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mecanizado de la caja - Cuerpo			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 17

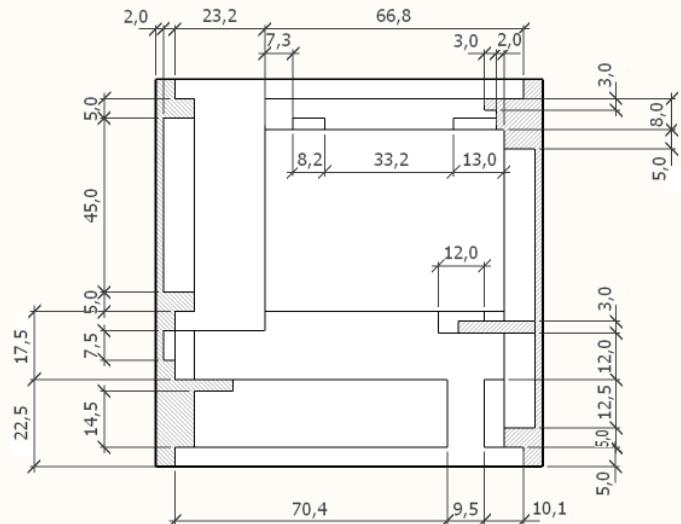
D

A

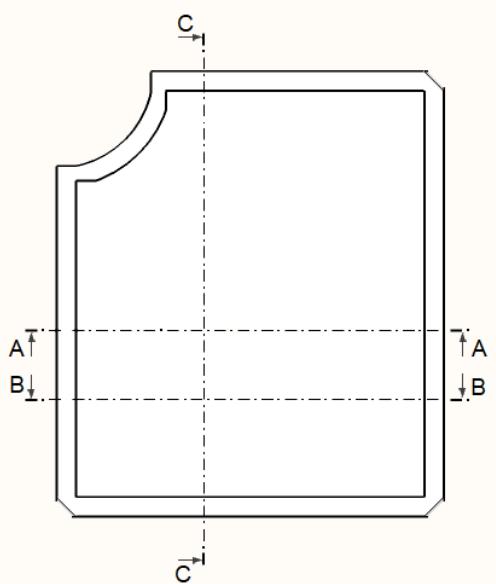
B

C

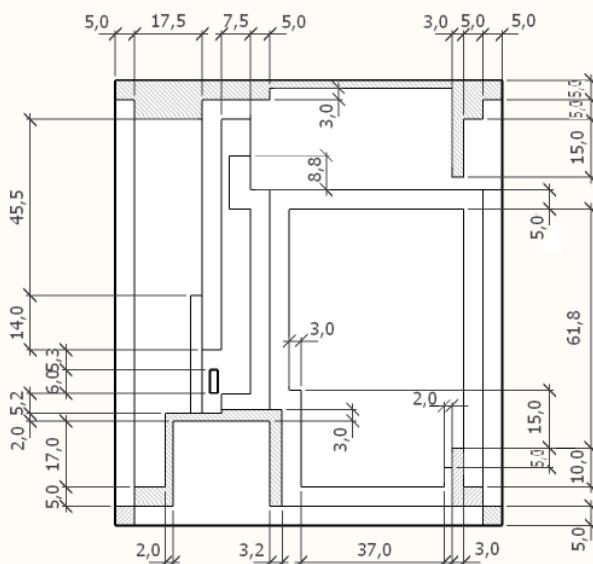
D



## CORTE A-A



## CORTE C-C



CORTE B-B

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
<i>Entregado</i>	15/11/2021	Victor Gutiérrez Garcia		
<i>Comprobado</i>	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
<i>Escala</i> 1:2	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mecanizado de la caja - Cuerpo cortes		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 18

A

A

B

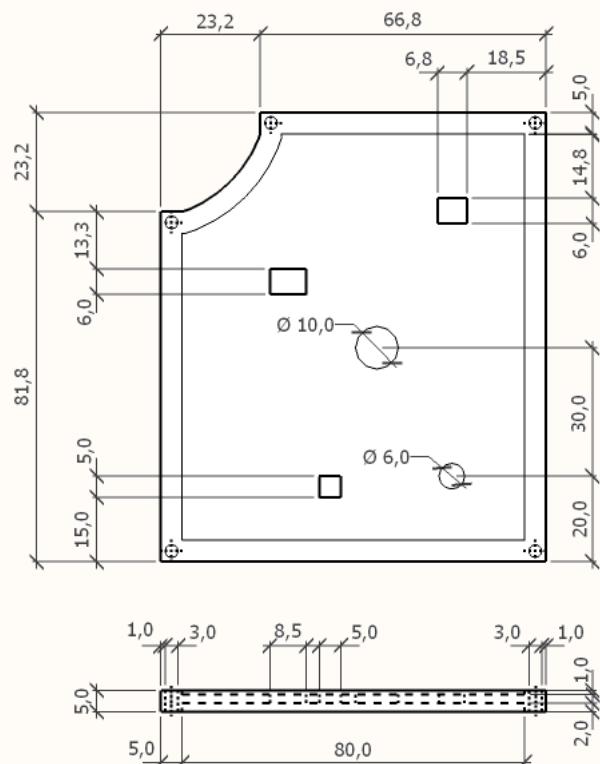
B

C

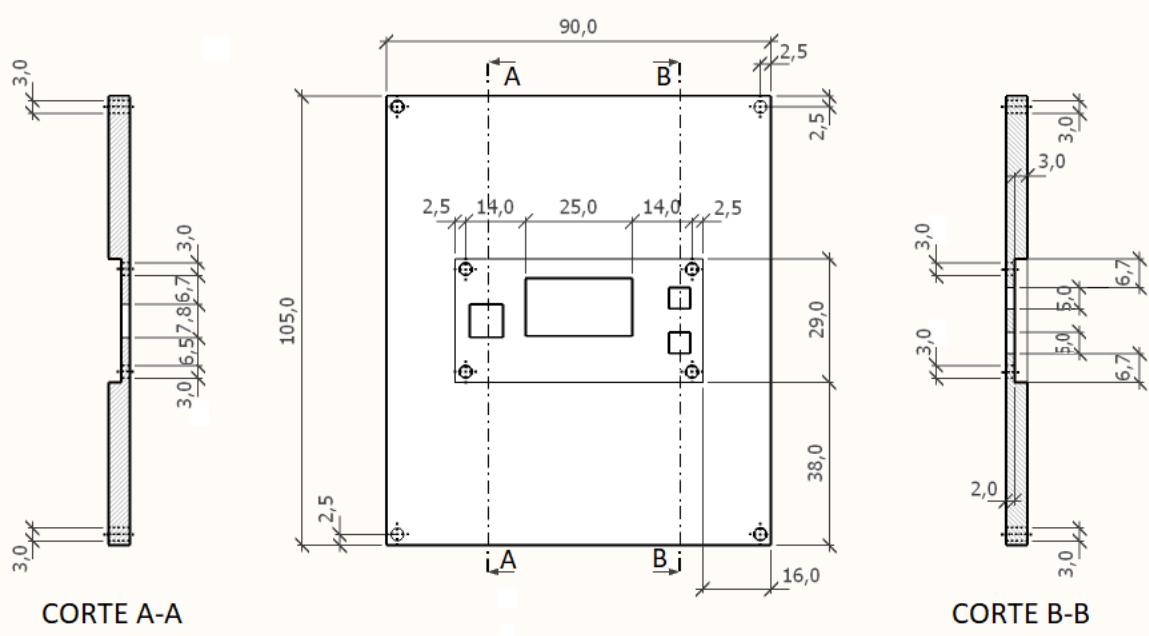
C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obon		
Escala 1:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mecanizado de la caja - Tapa superior			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 19



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 1:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mecanizado de la caja - Tapa inferior			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 20

A

A

B

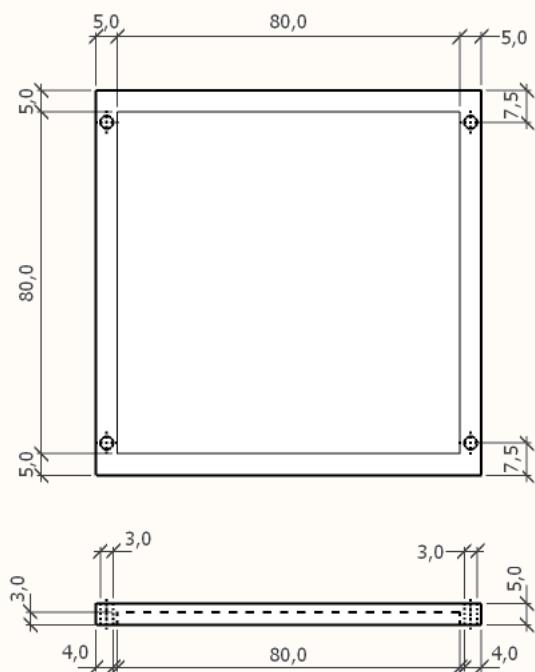
B

C

C

D

D



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 1:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mecanizado de la caja - Tapa lateral			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 21

A

A

B

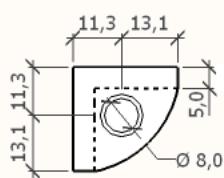
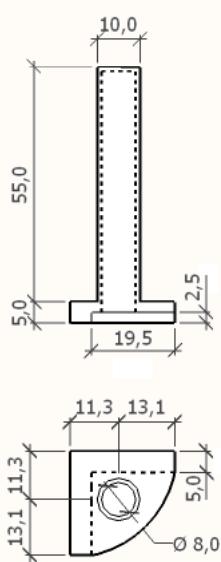
B

C

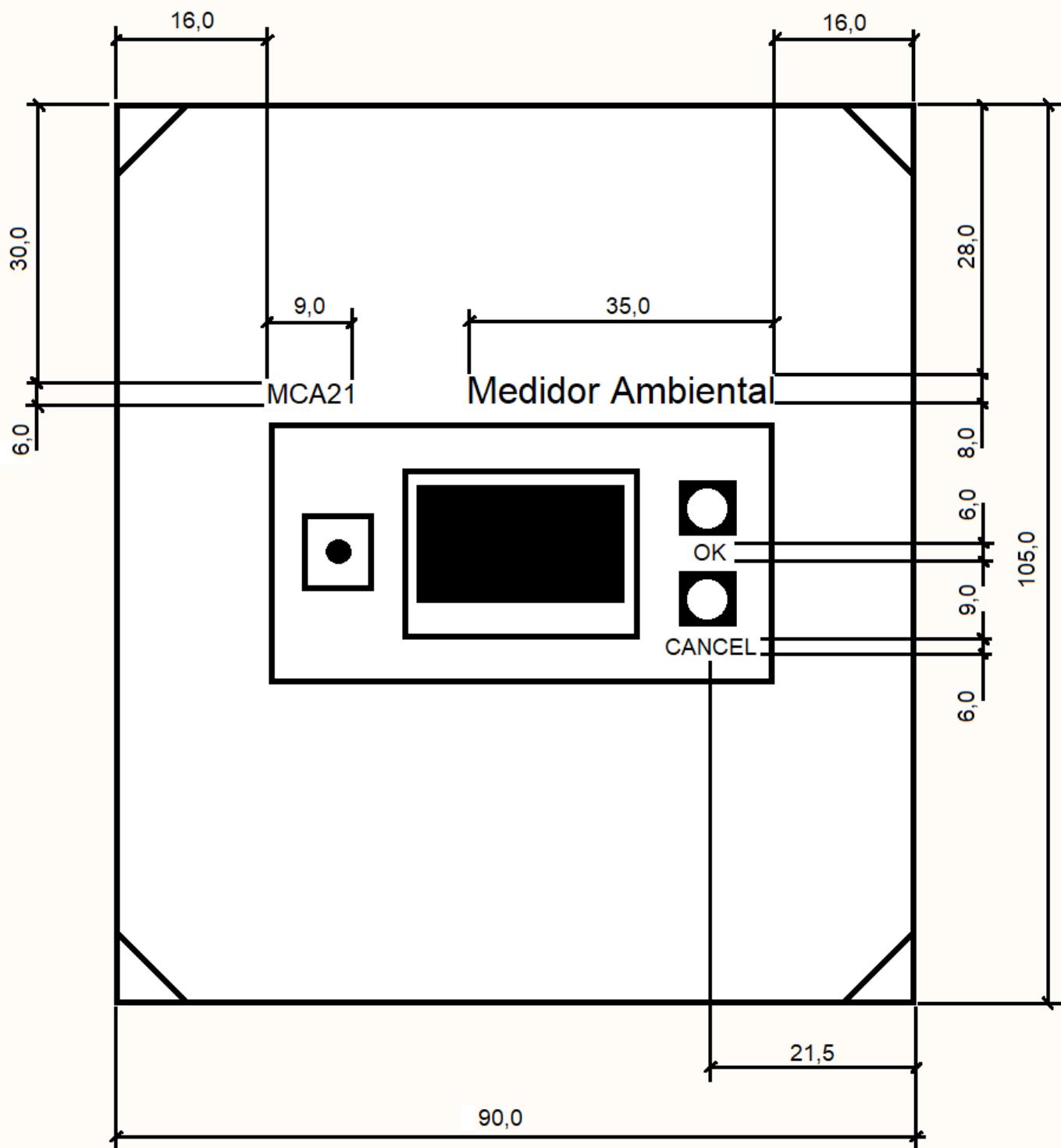
C

D

D



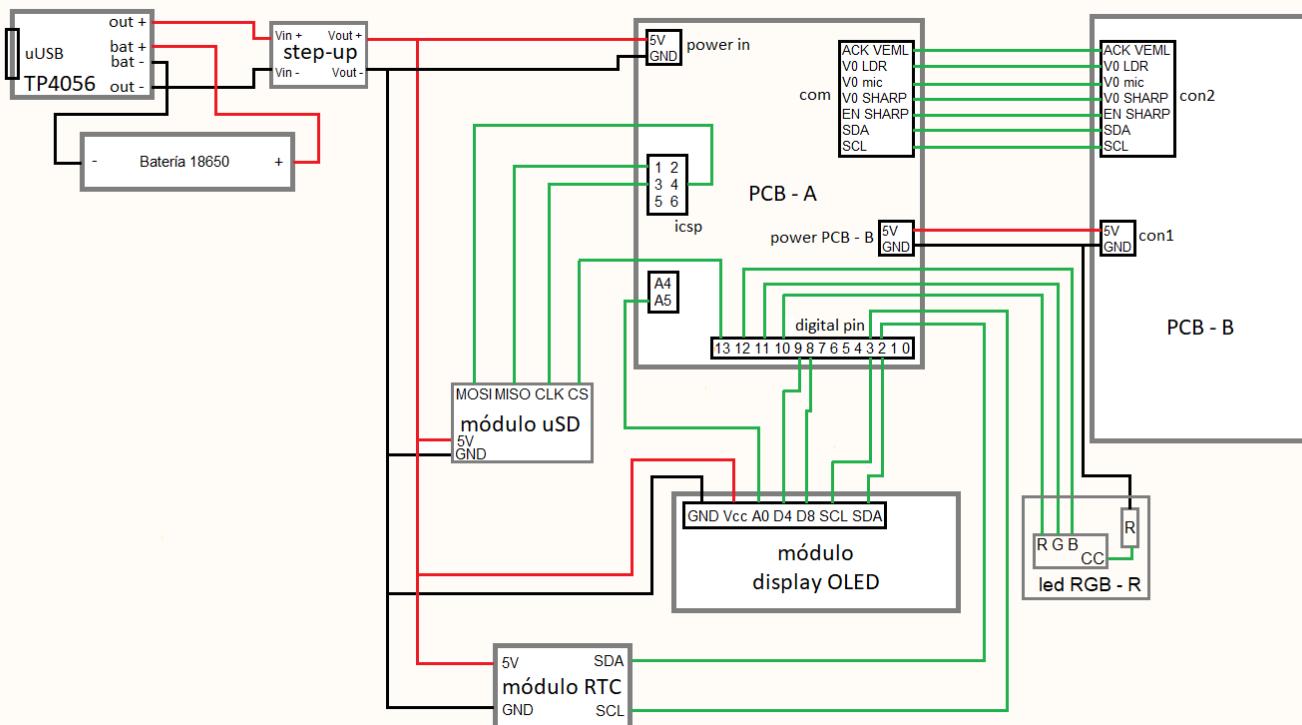
Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 1:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de mecanizado de la caja - Cubre antena			Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 22



Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala 3:2	Título MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de serigrafía de la caja	Curso: 4º Electrónicos		
		Nº Alumno: 631016		
		Nº Plano: 23		

A

A



B

B

C

C

D

D

Entregado	Fecha	Nombre	Firma	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
Comprobado	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
Escala S/E	Título	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de interconexión exterior - PCB A		Curso: 4º Electrónicos Nº Alumno: 631016 Nº Plano: 24

A

A

B

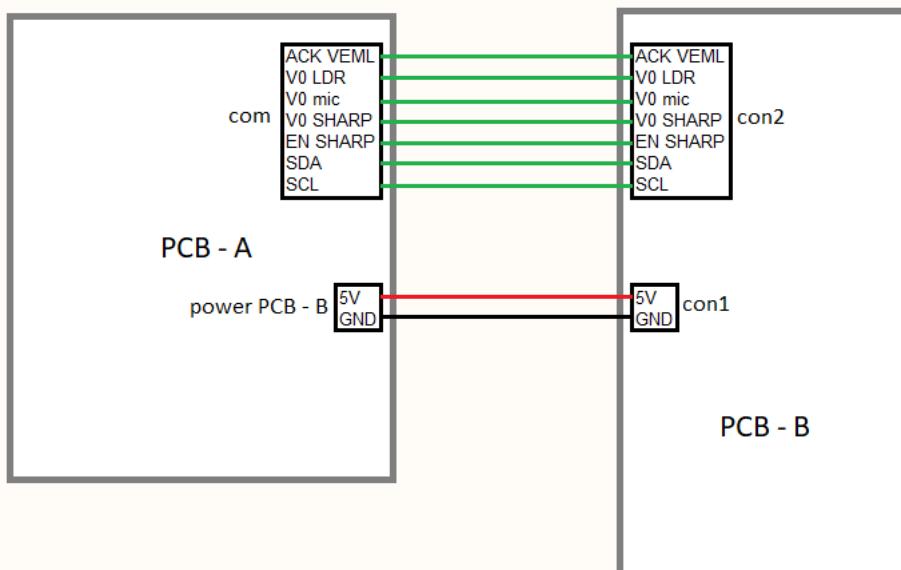
B

C

C

D

D



<i>Entregado</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
<i>Comprobado</i>	22/11/2021	Pablo Bosque Obón		
<i>Escala</i> S/E	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de interconexión exterior - PCB B		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 25

A

A

B

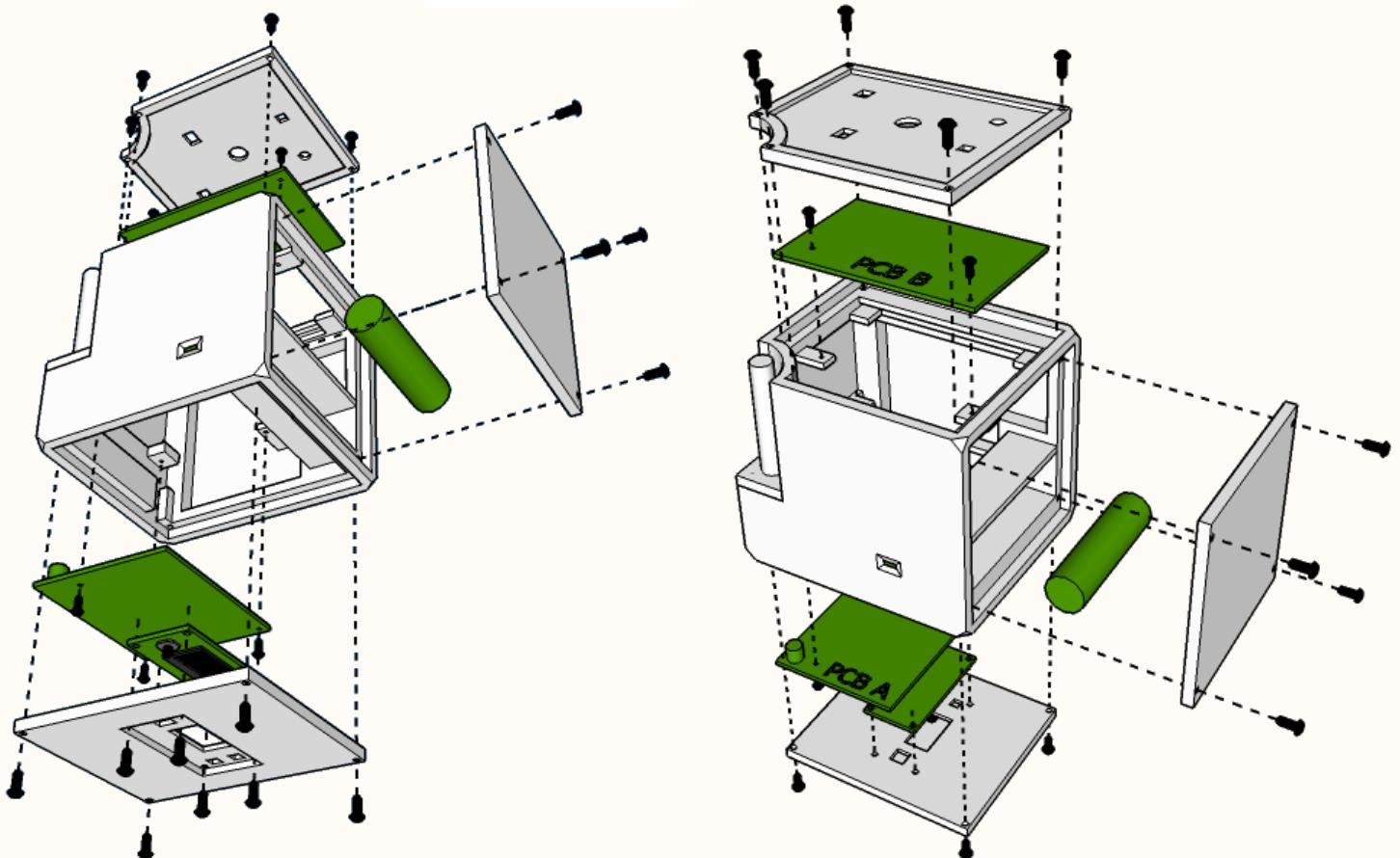
B

C

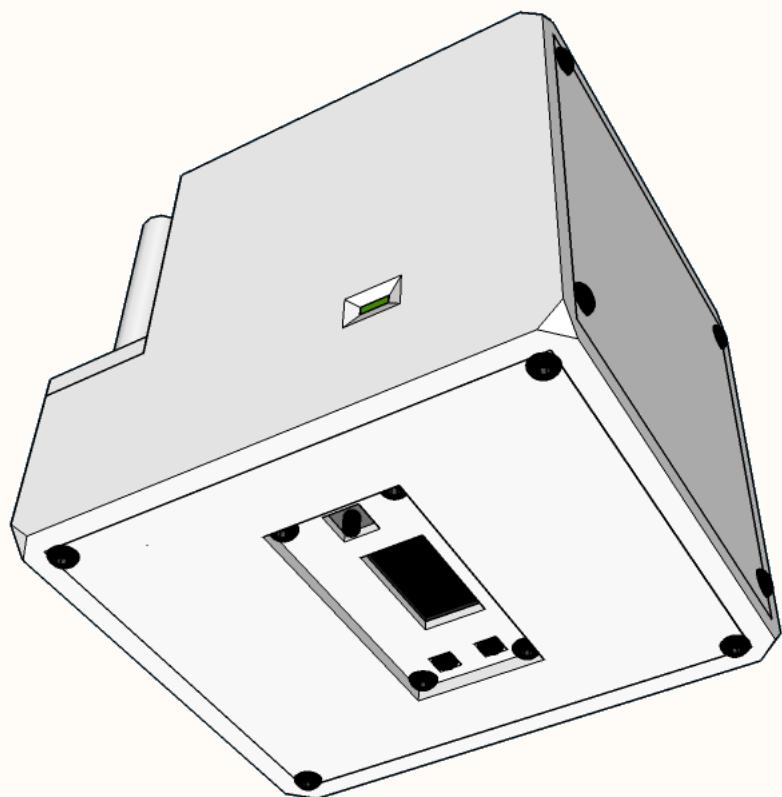
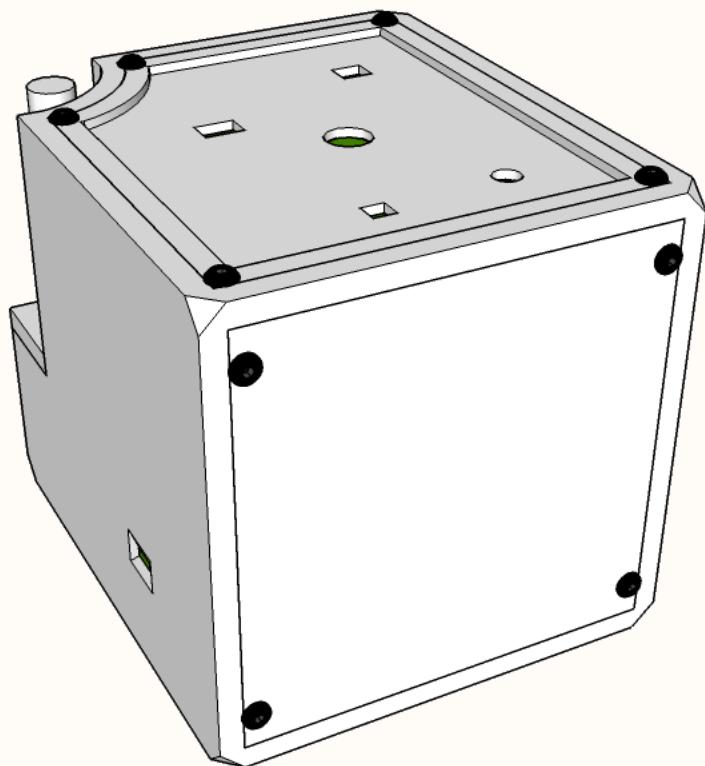
C

D

D



<i>Entregado</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad Zaragoza</b>
<i>Comprobado</i>	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
<i>Escala</i> S/E	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de disposición espacial		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 26



<i>Entregado</i>	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma</i>	 <b>Escuela de</b> <b>Ingeniería y Arquitectura</b> <b>Universidad</b> Zaragoza
<i>Comprobado</i>	15/11/2021	Víctor Gutiérrez García		
<i>Escala</i> S/E	<i>Título</i>	MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Plano de vista exterior		<i>Curso:</i> 4º Electrónicos <i>Nº Alumno:</i> 631016 <i>Nº Plano:</i> 27

# **PLIEGO DE CONDICIONES**

## **MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

### **VOLUMEN 5**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

---

**EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

## Datos del proyecto

Número de Volumen	Volumen 5.
Código de proyecto	MCA21
Título de proyecto	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Pliego de condiciones.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

## Índice

<b>1. Introducción .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Condiciones administrativas .....</b>	<b>2</b>
a. <i>Documentación del proyecto .....</i>	<b>2</b>
b. <i>Criterios para la modificación del proyecto original.....</i>	<b>2</b>
c. <i>Condiciones de seguridad .....</i>	<b>2</b>
I. Normativa y Reglamentación .....	3
II. Métodos de ensayo .....	4
d. <i>Normativas de presentación del proyecto .....</i>	<b>4</b>
e. <i>Normativas generales .....</i>	<b>5</b>
f. <i>Normativas específicas.....</i>	<b>6</b>
g. <i>Normativas aplicables por marcado CE .....</i>	<b>6</b>
<b>3. Pliego de condiciones técnicas .....</b>	<b>7</b>
a. <i>Características de los materiales.....</i>	<b>7</b>
b. <i>Normas de medición e inspección de materiales.....</i>	<b>7</b>
c. <i>Verificaciones previas.....</i>	<b>8</b>
d. <i>Condiciones generales de los materiales .....</i>	<b>8</b>
I. Componentes electrónicos .....	9
II. Sensores.....	9
III. Carcasa.....	9
e. <i>Condiciones del montaje.....</i>	<b>9</b>
I. Material de los cables .....	9
II. Colocación de los sensores .....	9
f. <i>Puesta en marcha del sistema y mantenimiento.....</i>	<b>10</b>
g. <i>Precauciones de uso .....</i>	<b>10</b>
<b>4. Condiciones económicas .....</b>	<b>10</b>
a. <i>Derechos y deberes del contratista .....</i>	<b>10</b>
I. Derechos .....	10
II. Deberes.....	11
b. <i>Derechos y deberes del contratante .....</i>	<b>11</b>
I. Derechos .....	11
II. Deberes.....	12
c. <i>Contrato .....</i>	<b>12</b>
I. Formalización y extinción del contrato.....	12
II. Plazos de ejecución.....	13
III. Forma de pago .....	13
IV. Plazo de garantía .....	13

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

## 1. Introducción

En el presente documento se pretende dar un repaso general de las obligaciones que tiene el contratado y las que asegura el contratista. Se trata de condiciones económicas, técnicas, administrativas y legales que han de regir en los concursos y contratos destinados a la ejecución de los trabajos referentes al presente proyecto.

Se entiende que el comprador de la obra se compromete a aceptar íntegramente todas y cada una de las cláusulas del presente pliego.

## 2. Condiciones administrativas

### a. Documentación del proyecto

Los documentos que conforman este proyecto son:

1. Índice general del proyecto.
2. Memoria explicativa de necesidades y factores generales a tener en cuenta.
3. Anexos.
4. Planos conjuntos y detallados que definen el proyecto.
5. Pliego de condiciones.
6. Estado de las mediciones.
7. Presupuesto.

Además de los citados documentos, también se ha incluido el manual de usuario para facilitar la utilización del producto por parte del usuario.

### b. Criterios para la modificación del proyecto original

Una vez especificado el diseño del medidor de contaminación ambiental, el contratante no podrá solicitar ningún cambio. Únicamente podrá solicitar cambios en caso de que no se haya fabricado ninguna unidad o si se trata de cambiar un componente por otro debido a que una unidad ha resultado defectuosa.

En caso de que el contratante u contratista posterior realizarán otra modificación, el contratista original quedaría exento de cualquier responsabilidad económica y legal respecto a las unidades modificadas.

### c. Condiciones de seguridad

Según lo dispuesto en el Cap.I, Art.4 del Real Decreto 1627/1997, se procederá a la elaboración de un Estudio básico de seguridad y salud, al cual se remitirán las responsabilidades derivadas del cumplimiento de las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en los proyectos, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, referente a la prevención de Riesgos Laborales.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

## *I. Normativa y Reglamentación*

Relación de códigos y títulos de las normativas UNE referentes al diseño de circuitos impresos y cableado de seguridad.

- **NORMA UNE-EN 61188-5-8:2008**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Consideraciones de conexión (tierra/unión). Componentes de matriz de área (BGA, FBGA, CGA, LGA).

- **NORMA UNE-EN 61188-5-3:2007**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Consideraciones de conexión (tierra/unión).

- **NORMA UNE-EN 61188-5-4:2007**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Consideraciones de conexión (tierra/unión).

- **NORMA UNE-EN 61188-5-5:2007**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Consideraciones de conexión (tierra/unión).

- **NORMA UNE-EN 61188-5-1:2002**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Consideraciones sobre las uniones pistas-soldaduras. Requisitos genéricos.

- **NORMA UNE-EN IEC 61188-6-1:2021**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Diseño de patrón de tierra. Requisitos genéricos para patrón de tierra en tarjetas con circuito impreso.

- **NORMA UNE-EN 61188-5-2:2003**

Tarjetas con circuito impreso y conjuntos de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Consideraciones de conexión (tierra/unión). Componentes discretos.

- **NORMA UNE-EN 61188-6-4:2019**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Requisitos genéricos para diseños dimensionales de SMD desde el punto de vista del diseño de patrón de tierra.

- **NORMA UNE-EN 61188-1-2:1998**

Tarjetas con circuito impreso y conjuntos de tarjetas con circuito impreso. Diseño y utilización. Requisitos genéricos. Impedancia controlada.

- **NORMA UNE-EN 61188-1-1:1997**

Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Requisitos genéricos. Consideraciones planas para conjuntos electrónicos.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

- **NORMA UNE-EN 61188-7:2017**  
Tarjetas con circuito impreso y conjunto de tarjetas con circuito impreso. Diseño y uso. Orientación cero para componentes electrónicos para la elaboración de librerías CAD.
- **NORMA UNE-EN 16602-70-12:2016**  
Aseguramiento de los productos espaciales. Reglas de diseño para las placas de circuitos impresos.

## *II. Métodos de ensayo*

- **NORMA UNE-EN IEC 61189-5-301:2021**  
Métodos de ensayo para materiales eléctricos, tarjetas impresas y otras estructuras de interconexión y montajes. Métodos de ensayo para tarjetas impresas. Pasta de soldar con partículas finas de soldadura.
- **NORMA UNE-EN IEC 61189-5-3:2015**  
Métodos de ensayo para materiales eléctricos, tarjetas impresas y otras estructuras de interconexión y montajes. Métodos de ensayo generales para materiales y montajes. Pasta de soldadura para montajes de tarjeta impresa.
- **NORMA UNE-EN IEC 61189-5-1:2016**  
Métodos de ensayo para materiales eléctricos, tarjetas impresas y otras estructuras de interconexión y montajes. Métodos generales de ensayo para materiales y montajes. Guía para montajes de tarjetas impresas.
- **NORMA UNE-EN IEC 61189-3:2008**  
Métodos de ensayo para materiales eléctricos, tarjetas impresas y otras estructuras de interconexión y montajes. Métodos de ensayo para estructuras de interconexión (placas impresas).
- **NORMA UNE-EN 61182-2-2:2012**  
Productos de montaje de tarjetas impresas. Datos de descripción de fabricación y método de transferencia. Requisitos particulares para implementar la descripción de datos de fabricación de tarjetas impresas.

## *d. Normativas de presentación del proyecto*

Como proyecto presentado en un país perteneciente a la Unión Europea, este proyecto debe cumplir una serie de normativas básicas; entre las cuales se hallan:

- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE 1027:1995. Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE-EN ISO 128-100:2020. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE-EN ISO 9431:2000. Dibujos de construcción. Espacio para dibujo y texto, cuadros de rotulación en formato dibujo.
- UNE 1120:1996. Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.
- UNE 82100-0:2014. Magnitudes y unidades. Principios generales.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

- UNE 82100-1:2014. Magnitudes y unidades. Espacio y tiempo.
- UNE 82100-5:2014. Magnitudes y unidades. Electricidad y magnetismo.
- UNE 82100-6:2014. Magnitudes y unidades. Luz y radiaciones electromagnéticas.
- UNE 82100-11:2014. Magnitudes y unidades. Signos y símbolos matemáticos para su uso en las ciencias físicas y en tecnología.
- UNE-EN ISO 3098-1:2015. Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:2001).
- UNE-EN ISO 3098-2:2015. Documentación técnica de producto. Escritura. Alfabeto latino, números y signos. (ISO 3098-2:2001).
- UNE-EN ISO 3098-3:2001. Documentación técnica de producto. Escritura. Alfabeto griego. (ISO 3098-3:2001).
- UNE-EN ISO 3098-4:2001. Documentación técnica de producto. Escritura. Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino. (ISO 3098-4:2001).
- UNE-EN ISO 3098-5:2001. Documentación técnica de productos. Escritura. Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1998).
- UNE-EN ISO 5455:1996. Dibujos técnicos. Escalas. (ISO 5455:1996).
- UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010. Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).
- UNE-EN ISO 6433:2012. Documentación técnica de producto. Referencias de partes. (ISO 6433:2012).
- UNE-EN ISO 9000:2015. Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario (ISO 9000:2015).
- UNE-EN IEC/IEEE 82079-1:2020 y UNE-EN 82079-1:2015 de preparación de instrucciones de uso. Estructura, contenido y presentación. Principios generales y requisitos detallados.

*e. Normativas generales*

- Marcado CE, indicado posteriormente en el Apartado g.
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico
- Directiva 2014/30/CE, Directiva de Compatibilidad Electromagnética.
- UNE-EN ISO 9001:2015. Norma de Sistema de Calidad.
- Directiva 2017/2102/UE, Directiva RoHS. Real Decreto 219/2013
- Directiva 2012/19/UE, Directiva WEE. Real Decreto 110/2015
- R.D. 187/2011. Directiva ErP.
- R.D. 1390/2011. Directiva EdL.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

*f. Normativas específicas*

- UNE 21302-300:2004. Vocabulario electrónico. Medidas e instrumentos de medida eléctricos y electrónicos. Términos generales relativos a las medidas.
- UNE-EN 175101-802:1999. Especificación particular: Conectores de dos partes para circuitos impresos con un gran número de contactos sobre una rejilla base de 2.54mm, en 3 o 4 filas.
- UNE-EN 61076-4-116:2012. Conectores para equipos electrónicos. Requisitos de producto. Conectores para tarjetas impresas. Especificación particular para un conector de dos partes de alta velocidad con función de blindaje integrada.
- UNE-EN 61076-4-102:1997. Conectores con aseguramiento de la calidad para uso en aplicaciones analógicas de corriente continua y baja frecuencia, y en aplicaciones digitales de transmisión de datos de alta velocidad. Conectores para circuito impreso. Sección 102: Especificación particular para conectores unipolares de dos partes, para usos múltiples en unidades enchufables; con características de pre-centrado, codificación y conexión anticipada, con cuadrícula métrica de acuerdo a la Norma CEI 60917. (Ratificada por AENOR en noviembre de 2001).
- UNE-EN 61076-7-001:2004. Conectores para equipos electrónicos. Accesorios de salida de cables. Especificación marco particular (Ratificada por AENOR en noviembre de 2004)
- UNE-EN 61076-2-102:2003. Conectores para equipos electrónicos. Conectores circulares de calidad asegurada. Especificación particular para clavijas y bases para fuentes externas de alimentación en baja tensión.

*g. Normativas aplicables por marcado CE*

Al ser un producto acogido por el Marcado CE, el medidor de contaminación ambiental no puede venderse sin cumplir la normativa acogida. Las normas básicas serían las siguientes:

- UNE-EN ISO 9001:2015. Sistema de Calidad. Requisitos (ISO 9001:2015).
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Directiva 2012/19/UE. Directiva WEE. Real Decreto 110/2015.
- Directiva 2009/125/CE. Diseño ecológico. R.D 187/2011.
- Reglamento (UE) 2017/1369. Etiquetado energético.
- Directiva UE 2017/2102. ROHS. Real Decreto 219/2013.
- Directiva 2014/30/UE. Compatibilidad Electromagnética (EMC). Real Decreto 186/2016.
- Directiva 2014/35/UE. Baja tensión (LVD).

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

### 3. Pliego de condiciones técnicas

En este apartado se analizan las condiciones técnicas que son de obligado cumplimiento para la realización del proyecto. Si dichas condiciones no son cumplidas, los proyectistas están exentos de toda responsabilidad ante posibles errores del producto.

#### a. Características de los materiales

La calidad mínima exigible tanto a los componentes electrónicos, las placas de circuito impreso, los conectores utilizados y la carcasa queda determinada por el cumplimiento de la normativa desglosada en este documento.

El cumplimiento de esta normativa se comprueba mediante los ensayos definidos en el apartado 3 b – Normas de medición e inspección de materiales del presente documento.

Todas estas normas y ensayos permiten asegurar que el sistema puede ser comercializado en la Unión Europea bajo el marcado de calidad CE.

#### b. Normas de medición e inspección de materiales

La norma EN 50491-11:2016 establece los Requisitos generales para Sistemas Electrónicos para viviendas y edificios (HBES) y Sistemas de automatización y control de edificios (BACS). Parte 11: Medición inteligente. Especificaciones de aplicación. Dispositivo de visualización externo simple.

El principal objetivo de cumplir los requisitos de compatibilidad electromagnética es garantizar que las perturbaciones electromagnéticas que pueda emitir el dispositivo no impidan el correcto funcionamiento de otros dispositivos electrónicos, así como que las ondas electromagnéticas emitidas por otros equipos no impiden el correcto funcionamiento del dispositivo.

Esta norma proporciona los requisitos esenciales de diseño y la configuración de ensayos para cumplir con la directiva de Compatibilidad Electromagnética.

- DIRECTIVA 2014/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2014: Directiva Baja Tensión (LVD)

Se realizará un ensayo para comprobar la conexión entre el dispositivo y los periféricos, para el cumplimiento de las normativas EN 50090-3-4:2017 y EN 50106:2010, siguiendo el protocolo indicado en esta última.

Se realizarán pruebas de colisión entre distintos dispositivos para comprobar que el producto cumple con la normativa EN 50274:2003 CORR: 2010 de protección contra contactos directos no intencionados con partes activas peligrosas.

Se verificará el cumplimiento íntegro de la normativa de Sistemas Electrónicos para Viviendas y Edificios EN 50491-11:2016.

Se harán las pruebas necesarias para garantizar el Código IP necesario a través de la normativa EN 60529:2018.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

Se realizarán las pruebas sobre los avisos, indicadores y alertas del dispositivo para verificar el cumplimiento de la normativa EN 60645-1:2017.

- DIRECTIVA 2014/30/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 26 de febrero de 2014: Compatibilidad Electromagnética (EMC)

Se realizarán pruebas de que el dispositivo cumple las normativas EN 50364:2018, EN 62311:2009 para verificar la limitación de la exposición humana a los campos electromagnéticos emitidos, bajo las condiciones expresadas en las normativas EN 62233:2009, EN 62479:2011 y EN 62479:2011.

Se probará que las emisiones de señales por la red cumplan con las perturbaciones máximas limitadas en la normativa EN 50065-1:2012.

Se seguirá la normativa EN 55024:2011/A1:2015 de límites de inmunidad en los equipos de tecnología de la información.

Se verificará las emisiones de corriente armónica a partir de los límites establecidos en la normativa de Compatibilidad Electromagnética EN 61000-4-5:2015.

- DIRECTIVA 2017/2102/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de noviembre de 2017

Restricción uso de sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrodomésticos (ROHS):

Se deberá verificar la procedencia de todos los componentes electrónicos cumpliendo la normativa RoHS, según la normativa EN 50581:2012.

#### *c. Verificaciones previas*

Tras haber realizado y superado todos los ensayos fijados por la normativa vigente se iniciará el proceso de verificación de los resultados, comprobando que cumple todos los requerimientos del cliente.

La verificación más importante es el marcado CE, que asegura la realización de revisiones al producto para demostrar que es seguro y cumple con la normativa europea, dicha normativa será la que establezca las normas y criterios que ríjan dichas revisiones, las principales son tres:

- Fiabilidad del conjunto del programa tomando medidas a varias unidades de producto como presión, humedad y temperatura.
- Cumplimiento de requerimiento impuesto en la fase de diseño y facilidad de uso, comprobación que realizarán los operarios de manera visual.
- Repetitividad, revisión realizada manipulando varias veces las teclas funcionales del medidor ambiental.

#### *d. Condiciones generales de los materiales*

Definición de las condiciones de los materiales utilizados para la realización del proyecto. Si dichas condiciones no son cumplidas, cambiando un material por otro, la

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

responsabilidad de un mal funcionamiento del producto cae sobre el usuario que ha modificado las condiciones establecidas.

### *I. Componentes electrónicos*

Los dispositivos y componentes electrónicos utilizados en la construcción del medidor siguen las condiciones de funcionamiento impuestas por el fabricante en sus hojas de características, principalmente tensión, corriente y potencia disipada.

La norma que regulan tanto la utilización de los componentes como la realización de las placas de circuito impreso es la norma UNE-EN 123000 (sobre especificaciones genéricas para circuitos impresos).

### *II. Sensores*

Los sensores han de ser los indicados para este producto y sólo podrán ser sustituidos por otros que cumplan las mismas condiciones de funcionamiento. La colocación de éstos y la disposición de cables transmisores de las señales han de cumplir con la Directiva 83/189/CEE sobre la Compatibilidad Electromagnética.

### *III. Carcasa*

La carcasa utilizada sigue la Directiva de Baja Tensión (BT) 73/23/CEE, relativa al material eléctrico utilizado también con la Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del consejo del 26 de febrero de 2014: compatibilidad electromagnética (EMC), respecto a equipos que sean susceptibles de ser interferidos o de afectar de forma electromagnética a otros equipos de su entorno.

Siguiendo la norma EN 60529:2018 se incluirá el código IP referente a la protección contra la penetración de cuerpos sólidos extraños o agua.

### *e. Condiciones del montaje*

La construcción y montaje del medidor ambiental la llevará a cabo un personal autorizado cumpliendo con la normativa vigente.

#### *I. Material de los cables*

Todos los cables utilizados ajenos a la carcasa (principalmente USB) serán de cobre recubiertos de un material aislante para evitar el contacto directo con el usuario y para garantizar que las interferencias externas no influyen, por lo que será necesario que disponga de una malla metálica.

#### *II. Colocación de los sensores*

Puesto que algunos de los sensores están integrados en la carcasa, la instalación de ésta conlleva la del sensor, siempre cumpliendo con la Directiva 2014/30/UE sobre Compatibilidad Electromagnética.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

#### *f. Puesta en marcha del sistema y mantenimiento*

El cliente ha de cerciorarse de que el producto llega con su embalaje en perfectas condiciones, si no es así, deberá exigir a la compañía distribuidora el reemplazamiento del producto.

El cliente deberá leer el manual de instrucciones antes de empezar a utilizar el producto, para evitar un mal uso de este. Si el usuario tuviera algún problema o no entendiese las instrucciones del manual deberá ponerse en contacto con la empresa fabricante del producto.

Realizados todos los pasos anteriores, el usuario puede poner en marcha el sistema y comprobar su correcto funcionamiento.

Si al utilizar el medidor de ambiente se detectase alguna anomalía que pueda resolverse con lo indicado en el manual, el usuario deberá llamar al fabricante para proceder a la solución del problema, si no existe solución y el producto se encuentra en el periodo de garantía, se procederá al reemplazo de este.

#### *g. Precauciones de uso*

Puesto que todas las partes por donde puede circular corriente están cubiertas por la carcasa no será necesario utilizar ningún tipo de seguridad especial.

Aunque las principales recomendaciones para su uso son:

- No debe abrirse la caja bajo ningún concepto.
- Debe alimentarse el circuito a la tensión establecida en las especificaciones de producto. - No debe golpear el aparato.
- Evitará el contacto del aparato con el agua.
- Se comprobará que el sistema está desconectado de la alimentación antes de someterlo a cualquier tipo de manipulación.

### 4. Condiciones económicas

#### *a. Derechos y deberes del contratista*

##### *I. Derechos*

1. Derecho a transmitir los derechos de cobro en los términos de los artículos 101 de la Ley 13/95 de 18 de mayo.
2. Derecho a la suspensión del cumplimiento del contrato en el supuesto de que la demora del pago fuera superior a cuatro meses, debiendo comunicar a la Administración con un mes de antelación tal circunstancia, a efectos del reconocimiento de derechos que pudiera derivarse de la suspensión, en los términos establecidos en la ley 13/95 de 18 de mayo.
3. Derecho al abono del precio del contrato ejecutado con el arreglo a las clausuras del presente Pliego, dentro del término de dos meses a contar desde la expedición de los documentos que acrediten la

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

realización total o parcial del contrato y entrada de la factura en el Registro General.

4. Derecho a resolver el contrato y al resarcimiento de los perjuicios que como consecuencia de ello se le originen, si la demora de la Administración fuera superior a ocho meses.
5. Derecho a cobrar el interés legal del dinero incrementado en 1,7 puntos sobre las cantidades adeudadas, si la administración demorase el pago del precio, a partir del incumplimiento de dicho plazo. \*

\*No obstante lo indicado en el quinto apartado, en el supuesto de que algún documento de los exigidos para efectuar el pago contuviera algún error u omisión, y el contratista no hubiera advertido en el momento de prestar conformidad a la recepción, expresamente y por escrito la existencia del mismo, el plazo para exigir el interés de demora no se iniciaría hasta que se subsanen los defectos u errores que contuviera el expediente de pago, computándose por lo tanto el plazo para exigir el interés legal del dinero a partir de la expedición de la documentación subsanada.

De igual modo, si la factura contuviera algún error u omisión, el plazo para exigir interés de demora no se iniciará hasta que se subsanen los defectos que contuviera la factura.

## *II. Deberes*

1. El contratista deberá de cumplir las especificaciones descritas en el Pliego de condiciones.
2. El contratista deberá de cumplir o realizar la obra en el plazo estipulado en el Pliego de condiciones.
3. El contratista deberá avisar o notificar cualquier cambio que le quiera ser realizado tanto en el diseño del prototipo como al diseño del producto final.

## *b. Derechos y deberes del contratante*

El contratante es la persona natural o jurídica, que se compromete mediante su firma a pagar el precio del proyecto, siendo por lo tanto su dueño. También dispondrá del derecho de nombrar a los beneficiarios y disponer de los valores garantizados del proyecto.

### *I. Derechos*

1. Derecho a poder elegir un contratista para la ejecución o realización de puesta en funcionamiento del proyecto que él ha diseñado.
2. Derecho a obtener unos beneficios en el tiempo estipulado por la realización del proyecto.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

3. Derecho al control y supervisión en todo momento de la realización del proyecto, así como poder permitir variaciones en ellos, haciéndose cargo en la parte correspondiente a su cargo de la valoración monetaria variada en el proyecto.

## *II. Deberes*

1. Deberá notificar todos los cambios producidos en el diseño del proyecto, así como asimilar los gastos correspondientes.
2. Deberá de realizar un pliego de condiciones según la Ley 13/95 de 18 de mayo.
3. Deberá cumplir y hacer cumplir las especificaciones impuestas en el Pliego de Condiciones que él mismo ha diseñado.
4. Deberá comprobar que el contratista realiza las acciones según el Pliego de Condiciones.

## *c. Contrato*

### *I. Formalización y extinción del contrato*

El comprador, dentro de los quince días siguientes a la comunicación de la adjudicación y a simple requerimiento de la empresa fabricante, depositará la fianza definitiva y formalizará el contrato en el lugar y fecha que se le notifique oficialmente.

El contrato tendrá carácter de documento privado, pudiendo ser elevado a público a instancias de una de las partes, siendo en este caso a cuenta del comprador los gastos que ello origine.

Una vez depositada la fianza definitiva y firmado el contrato, la empresa procederá, a petición del interesado, a devolver la fianza provisional, si la hubiera.

Cuando por causas imputables al comprador no se pudiera formalizar el contrato en el plazo previsto, la empresa podrá proceder a anular la adjudicación con incautación de la fianza provisional, si la hubiera.

A efectos de los plazos de ejecución de las obras, se considerará como fecha de comienzo de las mismas la que se especifique en el Pliego Particular de Condiciones y en su defecto la de la orden de comienzo de los trabajos. Esta orden se comunicará al comprador en un plazo no superior a 90 días a partir de la fecha de la firma del contrato.

El contrato será firmado por parte del comprador, por su representante legal o apoderado, quien deberá poder probar este extremo con la presentación del correspondiente poder acreditativo.

El contrato con la empresa que se encargará de la producción estará correctamente establecido. En caso de abandono, incumplimiento de contrato o de retraso en la finalización de la obra, la empresa contratante podrá penalizar a la encargada de la producción de la centralita con multas y hasta incluso con la anulación del contrato. Se entenderá causa de anulación del contrato:

- El no cumplimiento con los plazos de pago.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

- La divulgación, completa o parcial, de cualquier información técnica del proyecto por parte del comprador.
- El cobro por cualquier información técnica a cualquier persona ajena a la empresa contratista.

## *II. Plazos de ejecución*

Se establecerán los plazos parciales y plazo final de terminación, a los que el **CONTRATISTA** deberá ajustarse obligatoriamente.

Los plazos parciales corresponderán a la terminación y puesta a disposición de determinados elementos, obras o conjuntos de obras, que se consideren necesarias para la prosecución de otras fases de la construcción o del montaje.

Estas obras o conjunto de obras que condicionan un plazo parcial, se definirán bien por un estado de dimensiones, bien por la posibilidad de prestar en ese momento y sin restricciones, el uso, servicio o utilización que de ellas se requiere.

En consecuencia, y a efectos del cumplimiento del plazo, la terminación de la obra y su puesta a disposición será independiente del importe de los trabajos realizados a precio de Contrato, salvo que el importe de la Obra Característica realizada supere como mínimo en un 10% el presupuesto asignado para esa parte de la obra.

## *III. Forma de pago*

Las condiciones de pago de los aparatos serán determinadas por medio de la voluntad de las partes que deberá ser manifestada a través de un contrato previo. En dicho contrato deberán de figurar los datos del comprador, el número de unidades deseadas, la fecha de encargo, la fecha de entrega y si las partes adoptan las sanciones económicas en caso de incumplimiento de los plazos de entrega, así como cualquier otro aspecto que las partes de mutuo acuerdo deseen que consten en dicho documento.

La forma de pago adoptada debe de constar claramente en el contrato firmado por ambas partes. En dicho contrato aparecerán el número de unidades, el precio de cada unidad y la cantidad total.

Se requerirán en todo caso la previa presentación de factura por cada uno de los sistemas, y las correspondientes actas de recepción e informes de los servicios Técnicos, Contratación e Intervención.

En los precios de la oferta se entiende que los licitadores han concluido todos los trabajos que corresponden a la manipulación, embalaje, seguros, etc. Y todas las otras tareas que inciden en el proceso de fabricación y montaje. En consecuencia, el adjudicatario no podrá exigir el pago de cantidad alguna por este concepto.

## *IV. Plazo de garantía*

Según el Real Decreto-ley (7/2021, de 27 de abril) que entrará en vigor el 1 de Enero de 2022, el producto posee una garantía de tres años para todas sus piezas a partir del

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 2
	Vol. 5 Pliego de condiciones	Fecha revisión: 15/11/2021

momento de la facturación. Se garantiza al cliente que los productos están exentos de defectos de material y fabricación.

Dicha garantía no será válida para averías producidas por:

- Modificaciones o mantenimiento inadecuados.
- Componentes o suministros que no sean de la marca indicada.
- El uso del producto en contravención con las especificaciones.

Si durante la vigencia de la garantía, el fabricante recibe un aviso de que algún componente presenta un defecto cubierto por la garantía, éste será sustituido sin ningún tipo de coste por parte del cliente.

De encontrarse elementos defectuosos en el momento de la entrega, estos serán sustituidos en un plazo inferior a 48 horas por los ingenieros para el caso de pedidos nacionales y en un tiempo que deberá ser negociado con el cliente para el caso de pedidos internacionales, pero inferiores a una semana. En cualquier caso, los ingenieros proyectistas no incluirán ningún recargo en el precio final del sistema.

# **ESTADO DE LAS** **MEDICIONES**

**MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

**VOLUMEN 6**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

---

**EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

## Datos del proyecto

Número de Volumen	Volumen 6.
Código de proyecto	MCA21
Título de proyecto	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Estado de las mediciones.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 6 Estado de las mediciones	Fecha revisión: 19/11/2021

## Índice

<b>1. Partida de materiales y componentes .....</b>	<b>2</b>
a. <b>Partida de componentes internos de la PCB A .....</b>	<b>2</b>
b. <b>Partida de componentes internos de la PCB B .....</b>	<b>3</b>
c. <b>Partida de componentes externos a las PCBs.....</b>	<b>4</b>
<b>2. Partida de mano de obra .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Partida de pruebas y ensayos .....</b>	<b>5</b>
a. <b>Partida de pruebas.....</b>	<b>5</b>
b. <b>Partida de ensayos.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Partida de logística y embalaje .....</b>	<b>6</b>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 6 Estado de las mediciones	Fecha revisión: 19/11/2021

## 1. Partida de materiales y componentes

### a. Partida de componentes internos de la PCB A

COMENTARIO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	FOOTPRINT	LIBREF	CANTIDAD
Resistencia	R1	VISHAY	AXIAL-0.3	Res1	1
Resistencia	R4	VISHAY	AXIAL-0.3	Res1	1
Resistencia	R2, R3, R5, R6, R7	VISHAY	AXIAL-0.3	Res1	5
Resistencia	RN1D	VISHAY	AXIAL-0.3	Res1	1
Resistencia	RN3D, RN3A	VISHAY	RESAD1650 W60L650D2 50	MRS250 00C2209 FCT00	2
Condensador	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C9, C10, C11, C12, C13	VISHAY	RAD-0.3	Cap	5
Condensador	C8	RUBYCON	RAD-0.3	Cap	2
Diodo	D1	VISHAY	DI0C3016X 65N	CD1206- S01575	1
Diodo	D2, D3	BOURNS	LED-0	LEDO	2
Diodo	D4	VISHAY	LED-0	LEDO	1
Conector	COM	TE Connectivity	HDR1X7	Header 7	1
Conector	ANALOG PIN, POWER-IN, POWER-PCB_B	TE Connectivity	HDR1X2	Header 2	3
Conector	DIGITAL PIN	TE Connectivity	HDR1X12	Header 12	1
Conector	ICSP	TE Connectivity	HDR2X3	Header 3X2	1
Conector	uUSB connector	WURTH ELEKTRONIK	614105150 621	6141051 50621	1

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 6 Estado de las mediciones	Fecha revisión: 19/11/2021

COMENTARIO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	FOOTPRINT	LIBREF	CANTIDAD
Conektor	BNC	AMPHENOL	Conektor_B NC	BNC	1
Interruptor	RESET-SWITCH	ALCOSWITCH - TE CONNECTIVIT Y	FSM4JAH	FSM4JAH	1
Oscilador	HC-49S	TXC	Hc-49S_1	9B- 16.000M EEJ-B	1
Ferrita	L1 L2	BOURNS	BEADC2016 X130N	MH2029- 300Y	1
Fusible	F1	BOURNS	FSM4JAH	FSM4JAH	1
MAX2015EUA+	RF	MAXIM INTEGRATED	SOT65P490 X110-8N	MAX201 5EUA+	1
Varistor	Z1, Z2	BOURNS	VARC1608X 55N	CG0603 MLC-05E	2
ATmega32U4- AU	uP	MICROCHIP	44ML_N	ATmega3 2U4-AU	1

*b. Partida de componentes internos de la PCB B*

COMENTARIO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	FOOTPRINT	LIBREF	CANTIDAD
Resistencia	R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12, R13, R14, R15, R16, R17	VISHAY	AXIAL-0.3	Res1	17
Fotorresistencia	NSL-19M51	ADVANCED PHOTONIX	AXIAL-0.3	Res1	1
Condensador	C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10	VISHAY	RAD-0.3	Cap	10
Conektor	Con1	TE Connectivity	HDR1X2	Header 2	2
Conektor	Con2	TE Connectivity	HDR1X7	Header 7	1
Transistor bipolar	T1	MULTICOMP PRO	TO-226-AA	NPN	1

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 6 Estado de las mediciones	Fecha revisión: 19/11/2021

COMENTARIO	DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	FOOTPRINT	LIBREF	CANTIDAD
MOSFET	T2, T3	ON SEMICONDUCTOR	SOT95P240 X120-3N	BSS138	2
SHARP SG2Y1010AU0F	IC1	SHARP	HDR2X3	SHARP SG2Y1010AU0F	1
MAX4466EXK+T	IC2	Maxim Integrated	SOT65P210 X110-5N	MAX4466EXK+T	1
SGP30-2.5k	IC3	Sensirion	SON80P245 X245X90-7N	SGP30-2.5k	1
MIC5225-1.8YM5-TR	IC4	Microchip	SOT95P280 X130-5N	MIC5225-1.8YM5-TR	1
VEML6070	IC5	VISHAY	6-PIN_OPLGA	VEML6070	1
CMC-9745-44P	Mic	MULTICOMP PRO	CMC974544P	CMC-9745-44P	1

*c. Partida de componentes externos a las PCBs*

DESCRIPCIÓN	FABRICANTE	CANTIDAD
Placa de circuito impreso A	PCBWay	1
Placa de circuito impreso B	PCBWay	1
Módulo OLED + Botonera	DFRobot	1
Módulo RTC	TiendaTec	1
Módulo microSD	TiendaTec	1
Módulo carga de la batería	TiendaTec	1
Módulo conversor DC-DC	POLOLU	1
Led RGB	KINGBRIGHT	1
Resistencia LED RGB	MULTICOMP PRO	1
Cableado	MULTICOMP PRO	1
Antena	FR SOLUTIONS	1
Tornillos M3 – 8mm	RS PRO	16
Tornillos M2.5 – 8mm	RS PRO	5
Batería	RS PRO	1
Caja	Empresa propia	1

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 6 Estado de las mediciones	Fecha revisión: 19/11/2021

## 2. Partida de mano de obra

DESCRIPCIÓN	EMPRESA	TIEMPO (min)
Montaje de la placa de circuito impreso A	Empresa propia	60
Montaje de la placa de circuito impreso B	Empresa propia	50
Montaje de la caja	Empresa propia	20
Inicialización del sistema	Empresa propia	10

## 3. Partida de pruebas y ensayos

### a. Partida de pruebas

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	EMPRESA	TIEMPO (min)
Verificación de la fabricación de la PCB A	Revisión de la placa A en busca de posibles defectos	Empresa propia	20
Verificación de la fabricación de la PCB B	Revisión de la placa B en busca de posibles defectos	Empresa propia	20
Verificación del montaje de la PCB A	Revisión de la placa A con los componentes en busca de posibles defectos	Empresa propia	20
Verificación del montaje de la PCB B	Revisión de la placa B con los componentes en busca de posibles defectos	Empresa propia	20
Verificación de las funcionalidades	Prueba general del dispositivo	Empresa propia	60
Inspección del cierre de la caja	Revisión del embalaje	Empresa propia	5

### b. Partida de ensayos

DESCRIPCIÓN	NORMATIVA	EMPRESA	UNIDADES DE ENSAYO
Ensayo de resistencia térmica	UNE-EN 60512-11-9	ITA	1
Ensayo de humedad	UNE-EN 60512-11-12	ITA	1
Ensayo de compatibilidad electromagnética	UNE EN 55014, UNE EN 61000-4-2	ITA	1
Ensayos de interrupciones breves y variaciones de tensión	UNE EN 61000-4-11:2021	ITA	1

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 6 Estado de las mediciones	Fecha revisión: 19/11/2021

#### 4. Partida de logística y embalaje

DESCRIPCIÓN	EMPRESA	TIEMPO (min)
Embalaje del producto (mano de obra)	Empresa propia	10

DESCRIPCIÓN	EMPRESA	CANTIDAD
Impresión manual de instrucciones (material)	Copistería Arco	1
Embalaje del producto (material)	CajaDeCarton	1

# **PRESUPUESTO**

## **MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

### **VOLUMEN 7**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

---

**EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

## Datos del proyecto

Número de Volumen	Volumen 7.
Código de proyecto	MCA21
Título de proyecto	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Presupuesto.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

## Índice

<b>1. <i>Introducción</i></b> .....	<b>2</b>
<b>2. <i>Partida de materiales y componentes</i></b> .....	<b>2</b>
a. <i>Partida de componentes internos de la PCB A</i> .....	<b>2</b>
b. <i>Partida de componentes internos de la PCB B</i> .....	<b>3</b>
c. <i>Partida de componentes externos de las PCBs</i> .....	<b>4</b>
<b>3. <i>Partida de mano de obra</i></b> .....	<b>5</b>
<b>4. <i>Partida de pruebas y ensayos</i></b> .....	<b>5</b>
a. <i>Partida de pruebas</i> .....	<b>5</b>
b. <i>Partida de ensayos</i> .....	<b>6</b>
<b>5. <i>Partida de logística y embalaje</i></b> .....	<b>6</b>
<b>6. <i>Total</i></b> .....	<b>6</b>

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

## 1. Introducción

En este documento se pretende analizar el coste económico del proyecto. El presupuesto se desglosa en, componentes electrónicos, partes mecánicas, gastos tanto en diseño como en fabricación y ensayos y verificación del producto finalizado.

Es necesario destacar que el cálculo del presupuesto del proyecto en el precio de los componentes por unidad para la construcción una única unidad, pero al realizar pedidos con un volumen mayor en el número de componentes, el precio se reduce considerablemente.

## 2. Partida de materiales y componentes

### a. Partida de componentes internos de la PCB A

ELEMENTO	IDENT. PART	VALOR	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Resistencia	R1	1 MΩ	FARNELL	0,084	0,084
Resistencia	R4	75 Ω	FARNELL	0,086	0,086
Resistencia	R2, R3, R5, R6, R7	1 KΩ	FARNELL	0,0262	0,131
Resistencia	RN1D	10 KΩ	FARNELL	0,0529	0,0529
Resistencia	RN3D, RN3A	22 Ω	FARNELL	0,0504	0,1008
Condensador	C1, C2, C6, C10, C12	100 nF	FARNELL	0,202	1,01
Condensador	C3, C4	22 pF	FARNELL	0,15	0,3
Condensador	C5, C7	1 µF	FARNELL	0,42	0,84
Condensador	C8, C9	680 pF	FARNELL	0,315	0,63
Condensador	C11, C13	100 pF	FARNELL	0,271	0,542
Diodo	D1	-	FARNELL	0,0665	0,0665
Diodo	D2, D3	-	FARNELL	0,156	0,312
Diodo	D4	-	FARNELL	0,185	0,185
Conector	ANALOG PIN, POWER-IN, POWER-PCB_B, COM, DIGITAL PIN, ICSP	-	MOUSER	0,43	2,58
Conector	uUSB connector	-	FARNELL	1,62	1,62
Conector	BNC	-	FARNELL	1,27	1,27
Interruptor	RESET-SWITCH	-	FARNELL	0,0682	0,0682

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

ELEMENTO	IDENT. PART	VALOR	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Oscilador	HC-49S	-	FARNELL	0,582	0,582
Fusible	F1	1 Ω	FARNELL	0,415	0,415
Fusible	L1, L2	30 Ω	FARNELL	0,0684	0,1368
MAX2015EUA+	RF	-	FARNELL	11,94	11,94
Varistor	Z1, Z2	-	FARNELL	0,271	0,542
ATmega32U4-AU	uP	-	FARNELL	3,45	3,45
				<b>TOTAL</b>	<b>26,94</b>

*b. Partida de componentes internos de la PCB B*

ELEMENTO	IDENT. PART	VALOR	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Resistencia	R1, R14, R15, R16, R17	10 KΩ	FARNELL	0,0529	0,2645
Resistencia	R2	270 KΩ	FARNELL	0,333	0,333
Resistencia	R3, R4, R5	2.2 KΩ	FARNELL	0,085	0,255
Resistencia	R6, R7	2 KΩ	FARNELL	0,0332	0,0664
Resistencia	R8, R9, R10	1 MΩ	FARNELL	0,0262	0,0786
Resistencia	R11	100 KΩ	FARNELL	0,088	0,088
Resistencia	R12	150 Ω	FARNELL	0,0504	0,0504
Resistencia	R13	1 KΩ	FARNELL	0,0262	0,0262
Fotorresistencia	NSL-19M51	100 KΩ	FARNELL	1,18	1,18
Condensador	C1, C2, C3	100 nF	FARNELL	0,202	0,606
Condensador	C4	1 μF	FARNELL	0,42	0,42
Condensador	C5	100 pF	FARNELL	0,271	0,271
Condensador	C6	220 μF	FARNELL	0,426	0,426

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

ELEMENTO	IDENT. PART	VALOR	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Condensador	C7, C9, C10	10 µF	FARNELL	1,52	4,56
Condensador	C8	0.1 µF	FARNELL	0,202	0,202
Conector	Con1, Con2	-	FARNELL	0,43	0,86
Transistor bipolar	T1	-	FARNELL	0,185	0,185
MOSFET	T2, T3	-	FARNELL	0,237	0,474
SHARP SG2Y1010AUOF	IC1	-	MOUSER	10,8	10,8
MAX4466EXK+T	IC2	-	FARNELL	0,626	0,626
SGP30-2.5k	IC3	-	FARNELL	10,72	10,72
MIC5225-1.8YM5-TR	IC4	-	FARNELL	0,369	0,369
VEML6070	IC5	-	MOUSER	2,70	2,70
CMC-9745-44P	Mic	-	FARNELL	0,726	0,726
<b>TOTAL</b>					<b>36,28</b>

c. Partida de componentes externos de las PCBs

DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Placa de circuito impreso A	PCBWay	5,8	5,8
Placa de circuito impreso B	PCBWay	5,8	5,8
Módulo OLED + Botonera	Mooser	11,61	11,61
Módulo RTC	TiendaTec	2,15	2,15
Módulo microSD	TiendaTec	2,16	2,16
Módulo carga de la batería	TiendaTec	1,49	1,49
Módulo conversor DC-DC	Brico-geek	11,15	11,15
Led RGB	FARNELL	1,25	1,25
Resistencia LED RGB	FARNELL	0,17	0,17
Cableado	FARNELL	3,04	3,04
Antena	FR SOLUTIONS	6,31	6,31

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	PRECIO UNITARIO (€)	PRECIO TOTAL (€)
Tornillos M3 – 8mm	RS Components	0,15	2,4
Tornillos M2.5 – 8mm	RS Components	0,03	0,16
Batería	RS Components	10,15	10,15
Caja	Fabricación propia	2,00	2,00
		<b>TOTAL</b>	<b>65,64 €</b>

### 3. Partida de mano de obra

DESCRIPCIÓN	TIEMPO (MIN)	PROVEEDOR	PRECIO HORA (€)	COSTE TOTAL (€)
Montaje de la placa de circuito impreso A	60	Empresa propia	8,00	8,00
Montaje de la placa de circuito impreso B	50	Empresa propia	8,00	6,66
Montaje de la caja	20	Empresa propia	8,00	2,66
Inicialización del sistema	10	Empresa propia	8,00	1,33
			<b>TOTAL</b>	<b>18,65 €</b>

### 4. Partida de pruebas y ensayos

#### a. Partida de pruebas

DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	PRECIO HORA (€)	COSTE TOTAL (€)
Verificación de la fabricación de la PCB A	Empresa propia	8,00	2,66
Verificación de la fabricación de la PCB B	Empresa propia	8,00	2,66
Verificación del montaje de la PCB A	Empresa propia	8,00	2,66
Verificación del montaje de la PCB B	Empresa propia	8,00	2,66
Verificación de las funcionalidades	Empresa propia	8,00	8,00
Inspección del cierre de la caja	Empresa propia	8,00	0,66
		<b>TOTAL</b>	<b>19,30</b>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

**b. Partida de ensayos**

DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	NORMATIVA	PRECIO (UNIDAD ENSAYO)	COSTE TOTAL (€)
Ensayo de resistencia térmica	ITA	UNE-EN 60512-11-9	200,00	200,00
Ensayo de humedad	ITA	UNE-EN 60512-11-12	200,00	200,00
Ensayo de compatibilidad electromagnética	ITA	UNE EN 55014, UNE EN 61000-4-2	200,00	200,00
Ensayos de interrupciones breves y variaciones de tensión	ITA	UNE EN 61000-4-11:2021	200,00	200,00
			<b>TOTAL</b>	<b>800,00</b>

**5. Partida de logística y embalaje**

DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	PRECIO HORA (€)	COSTE TOTAL (€)
Embalaje del producto (mano de obra)	Empresa propia	8,00	1,33
		<b>TOTAL</b>	<b>1,33</b>

DESCRIPCIÓN	PROVEEDOR	PRECIO UNIDAD	COSTE TOTAL (€)
Impresión manual de instrucciones (material)	Copistería Arco	1,20	1,20
Embalaje del producto (material)	CajaDeCarton	0,65	0,65
		<b>TOTAL</b>	<b>1,85</b>

**6. Total**

DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
Partida de componentes internos de la PCB A	26,94
Partida de componentes internos de la PCB B	36,28
Partida de componentes externos de la PCB	65,64
Partida de la mano de obra	18,65
Partida de pruebas	19,30
Partida de ensayos	800

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

DESCRIPCIÓN	PRECIO (€)
Partida de embalaje	2,66
<b>TOTAL</b>	<b>969,47 €</b>

El precio establecido en cada uno de los apartados de este documento incluye el IVA, por lo que es precio final de producto. El coste final de fabricación de una unidad, y sometida a los ensayos propuestos en la partida de ensayos es de 969,47€. Lo que supone un coste elevado, prácticamente igual al precio de los medidores ambientales industriales.

Por lo tanto, el coste se ve notablemente incrementado por la partida de ensayos propuesta. Debido a que dichos ensayos no se realizan en cada una de las unidades fabricadas, sino en un número limitado de ellas, concretamente en 0,1% de las unidades fabricadas, el precio de fabricación, sin tener en cuenta el coste por la partida de ensayos, es de 169,47€. Asumiendo un lote de fabricación de 1000 unidades, el coste final, teniendo en cuenta la partida de ensayos es de **170,27€**.

- **Beneficio industrial:** con el fin de obtener unas ganancias suficientes que garanticen la continuidad tanto de la empresa, como del futuro desarrollo de otros proyectos internos, así como la evolución del Medidor de contaminación ambiental en futuras versiones que mejoren sus capacidades, se ha establecido un porcentaje de beneficio del 100% (el doble). En un lote de fabricación de 1000 unidades, el beneficio industrial establece un incremento en el precio del producto en **170,27€**, teniendo un coste final de venta de **340,54€** (IVA incluido).

En este sentido, en comparación con otros productos relacionados, como pueden ser los medidores orientados a industria, o medidores instalados en estaciones meteorológicas, supone un precio final inferior, y ajustado a su uso doméstico.

Igualmente, es necesario tener en cuenta que el presupuesto propuesto es exclusivamente en la fabricación de una única unidad, sometida a ensayos, permitiendo rebajar el precio final del producto considerablemente al fabricar en proporciones de miles, ya que el coste por unidad de componente se ve reducido en gran medida. El precio se puede ver disminuido hasta en un factor de 4, suponiendo un precio final inferior a 100€.

Los medidores industriales tienen precios muy elevados debido a sus especificaciones técnicas (elevada sensibilidad de los sensores, elementos de protección por estar situados en ambientes industriales o a la intemperie, etc), cuyos precios se sitúan en el rango de 500€ a 1200€, y que depende, principalmente del número de contaminantes a medir, de la calidad de construcción, y del entorno al que estén destinados.

En cuanto a los medidores de uso doméstico, en función de los parámetros contaminantes que registran, su precio es más elevados o no, sin embargo, no se han

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 3
	Vol. 7 Presupuesto	Fecha revisión: 19/11/2021

encontrado dispositivos que midan los mismos contaminantes que el medidor ambiental desarrollado en este proyecto.

# **MANUAL DE** **INSTRUCCIONES**

**MEDIDOR DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL**

**VOLUMEN 8**



**Escuela de  
Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Zaragoza**

---

**EINA – UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA**

## Datos del proyecto

Número de Volumen	Volumen 8.
Código de proyecto	MCA21
Título de proyecto	Medidor de contaminación ambiental.
Documento	Manual de instrucciones.
Cliente	Miguel Ángel Torres Portero y Pablo Bosque Obón, profesores del departamento de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza.
Autor	Víctor Gutiérrez García, estudiante de Ingeniería Electrónica y Automática, en la Universidad de Zaragoza.

Fecha y Firma:

 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## Índice

<b>1. Generalidades .....</b>	<b>2</b>
a. Descripción del panel frontal .....	2
b. Características y especificaciones técnicas .....	3
I. Características .....	3
II. Especificaciones técnicas .....	4
<b>2. Instalación y calibrado del equipo.....</b>	<b>4</b>
a. Instalación .....	4
b. Calibrado .....	4
<b>3. Procedimiento de utilización.....</b>	<b>5</b>
<b>4. Principio de funcionamiento: .....</b>	<b>8</b>
<b>5. Mantenimiento y limpieza del equipo: .....</b>	<b>9</b>
<b>6. Medidas de seguridad y precauciones de uso:.....</b>	<b>9</b>
<b>7. Lista de componentes.....</b>	<b>9</b>
<b>8. Preguntas frecuentes.....</b>	<b>10</b>
a. ¿Qué hacer si no se puede modificar la fecha y hora?.....	10
b. ¿Qué hacer si la pantalla se bloquea y no puede acceder a los menús? .....	10
c. ¿Qué hacer en caso de que la iluminación led no funcione? .....	10
d. ¿Qué hacer si no se muestra algún dato de contaminante, salen valores anormales, o el dato está congelado? .....	10
<b>9. Posibles problemas y solución.....</b>	<b>11</b>
<b>10. Garantía de fabricante y marcado CE .....</b>	<b>11</b>

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## 1. Generalidades

### **IMPORTANTE:**



**Lea detenidamente este documento** y si tiene alguna duda contacte con su distribuidor. No respetar estas indicaciones puede causar daños al medidor ambiental y ser peligroso para su salud. Ante algún desperfecto deberá ponerse en contacto con el servicio técnico, no intente manipular el producto por su cuenta.

### **Reparación y servicio técnico:**



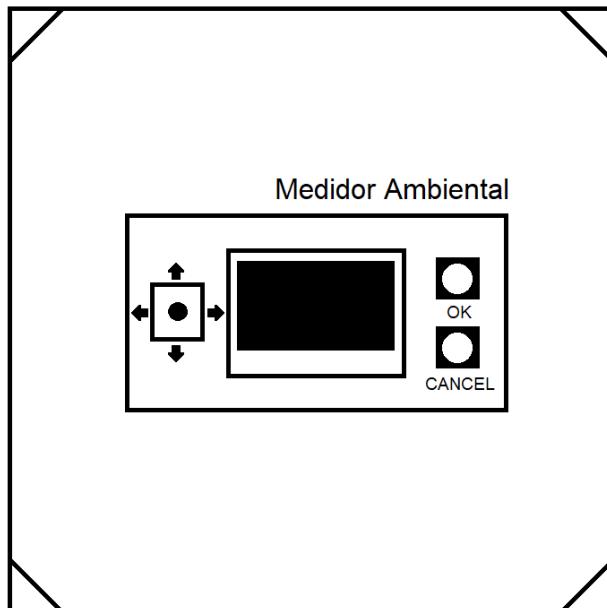
Deberá ser reparado y manipulado por personal técnico cualificado, en el caso de que el usuario manipule el equipo y esto se demuestre, automáticamente perderá la garantía.

### **Seguridad:**



Cuando sea necesario sustituir la batería, asegúrese de que el sistema está apagado y desconectado de la red eléctrica.

### *a. Descripción del panel frontal*



 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## ***b. Características y especificaciones técnicas***

### *I. Características*

Su carcasa plástica le confiere un estilo moderno que encaja en cualquier vivienda y se adapta, tanto a ésta, como al usuario de forma fácil al tener una interfaz de comunicación con el usuario sencilla. Dispone de una pantalla OLED retroiluminada, junto con una botonera direccional de navegación, para poder controlar y hacer una lectura de todos los parámetros contaminantes, incluso en situaciones de escasa luz ambiental.

El sistema se alimenta a con una batería de tipo LiPo de gran capacidad, otorgando una autonomía de más de 4 días al medidor ambiental, que, a su vez, debe ser cargada a través de la red eléctrica, con el uso de un cargador convencional con conexión microUSB.

Dispone sistemas de protección frente a sobre corrientes, y sobretensiones, gracias a los módulos elegidos especialmente para la gestión de la carga y descarga de la batería.

Posibilidad de elección por parte del usuario de los límites de cada contaminante para que se considere no saludable, teniendo precargados los valores definidos por diferentes organismos europeos e internacionales para ambientes domésticos de interior, pero pueden ser modificados si el medidor ambiental se va a posicionar en otro tipo de ambientes, como, por ejemplo, una oficina.

Para una mayor facilidad en conocer si el entorno es saludable, el sistema posee una indicación visual basada en tecnología LED rgb, que permite ver rápidamente el estado del entorno en el que se encuentra el usuario.

Almacenamiento de datos en una tarjeta microSD a través de un fichero txt, donde los datos se pueden exportar para generar gráficas y conocer la evolución de los contaminantes a lo largo del tiempo.

Fichero de configuración, donde se establecen los límites de los contaminantes del entorno, para considerarlo no saludable. Los límites precargados son:

- **limite\_luz\_visible: "350" LUX**
- **limite\_luz\_uv: "3" Índice UVA**
- **limite\_rf: "0.462" microWATIOS ( $\mu$ W)**
- **limite\_db: "60" decibelios (DB's)**
- **limite\_covt: "1000" partes por billón (PPB)**
- **limite\_polvo: "0.5" microgramos por metro cúbico ( $\mu$ g/m<sup>3</sup>)**

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## *II. Especificaciones técnicas*

- Alimentación: batería LiPo de 2600mAh
- Caja: plástica de PLA
- Protecciones: sobretensiones y sobre corrientes
- Autonomía de la batería: 4 días
- Display OLED
- Botonera de navegación
- Puerto de carga estándar, microUSB
- Dimensiones: 150x150x150mm

## 2. Instalación y calibrado del equipo

### *a. Instalación*

El medidor ambiental debe colocarse sobre una superficie plana y libre de obstáculos que puedan ocultar la toma de mediciones por parte de los sensores, situados en la cara superior.

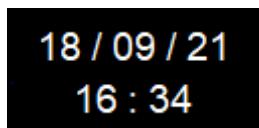
El medidor ambiental se enciende automáticamente cuando dispone de suficiente carga en la batería. En caso de producirse algún fallo, o se detecta un mal funcionamiento, acudir al apartado 9. Posibles problemas y solución (Pag 8), de este mismo documento. En caso de no encontrar solución, deberá dirigirse a su distribuidor para solucionar el problema.

### *b. Calibrado*

El único calibrado necesario para el medidor ambiental es la configuración de la fecha y hora. Para ello, una vez encendido, pulse cualquier botón, y acceda al menú de “Ajustes” con los botones direccionales de izquierda o derecha, tal como se muestra en la siguiente figura:



Pulsar el botón de “OK”, accederá al menú de configuración de la fecha y hora, donde podrá establecer el día, mes, año, horas y minutos a gracias a la botonera direccional de navegación. Pulsando arriba y abajo, podrá aumentar o disminuir el número que está modificando, y pulsando izquierda y derecha, podrá cambiar al



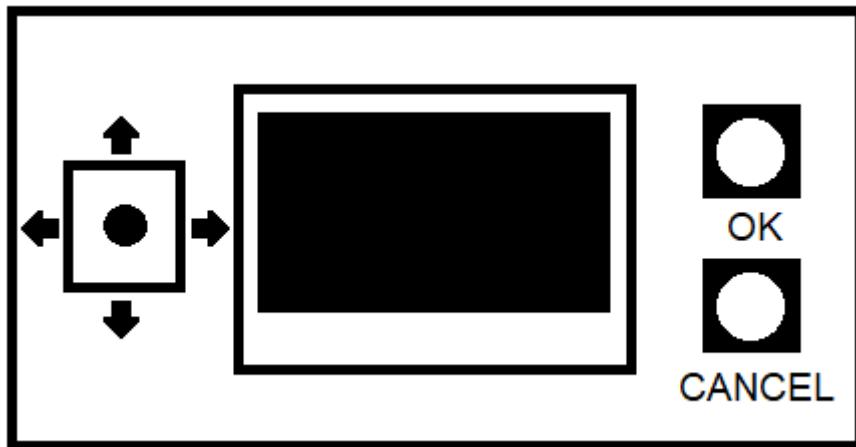
 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

número que desea modificar, y que se encuentra parpadeando para saber exactamente que parámetro se está modificando.

Una vez finalizada la configuración, pulsar sobre el botón “OK”, la fecha y hora ha sido configurada. Para cancelar el proceso en cualquier momento de la configuración, pulse “CANCEL”.

### 3. Procedimiento de utilización

El manejo es muy sencillo e intuitivo, está estructurado por un menú cíclico por el que puede navegar con los botones direccionales, y al que se accede pulsando cualquier botón.



**Tecla OK:** Validación de una acción.

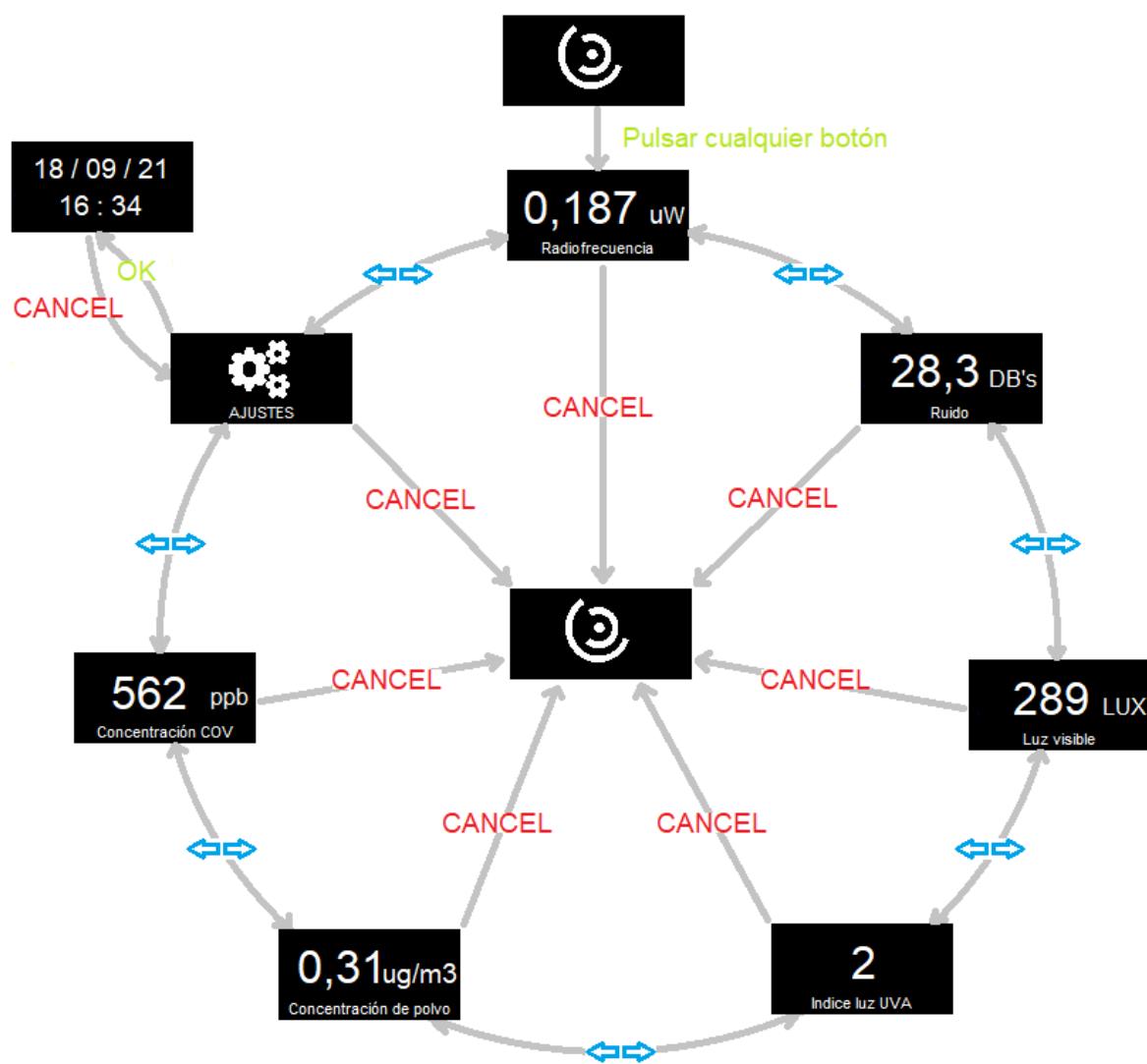
**Tecla CANCEL:** Cancela una acción volviendo al submenú anterior.

**Cursos (←↑→↓):** Permiten el movimiento por los diferentes menús y submenús, así como aplicar configuraciones.

Acceso a menús y ajustes:

1. Pulsar cualquier botón.
2. Pulsar los botones izquierda o derecha para navegar por los datos de los diferentes contaminantes y obtener el dato en tiempo real.
3. Pulsar cancel para salir de los menús de navegación de contaminantes.
4. Si desea acceder al apartado de “Ajustes”, navegue hasta él y pulse “OK”.
5. Si desea cancelar una acción pulse el botón “CANCEL” en cualquier momento.
6. Si no se pulsa ningún botón en 30 segundo, el medidor ambiental entrará en modo “stand by” automáticamente para ahorrar batería.

Menús del medidor ambiental:



A continuación, se explican todos los menús que componen el medidor ambiental.

- Radiofrecuencia: dato del nivel de radiofrecuencia captada por la antena.
- Ruido: dato del nivel de decibelios captado por el micrófono.
- Luz visible: dato del nivel de lux captado.
- Índice UVA: dato del índice UVA captado.
- Concentración de polvo: dato de la concentración de polvo en el ambiente.
- Concentración COV: dato de la concentración de compuestos orgánicos volátiles en el ambiente.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

- Ajustes: menú de ajustes
  - Configuración fecha y hora: pantalla para la configuración de la fecha y la hora. Pulsando arriba y abajo, podrá aumentar o disminuir el número que esté modificando, y pulsando izquierda y derecha, podrá cambiar al número que desea modificar. Mediante un parpadeo, se indica el número que está modificando.

Si se desea extraer la tarjeta microSD, ya sea para reestablecer los límites de los parámetros contaminantes medidos, o para obtener los datos almacenados, debe seguir los siguientes pasos:

1. Extraer la batería.
2. Extraer la tarjeta microSD de la ranura correspondiente.
3. Realizar las acciones deseadas sobre los datos de la tarjeta microSD.
4. Insertar la tarjeta microSD en el medidor ambiental en la ranura correspondiente.
5. Conectar la batería en el hueco habilitado para ello.

Si se desea extraer los datos almacenados, seguir los siguientes pasos:

1. Extraer la batería.
2. Extraer la tarjeta microSD de la ranura correspondiente.
3. Insertar la tarjeta microSD en un PC para poder manipular los ficheros que contiene.
4. Copiar los datos almacenados en fichero datos.txt, contenido en el directorio raíz de la tarjeta microSD.
5. Borrar todos los datos, salvo la primera línea (la cabecera)
6. Asegúrese, de que, tras el vaciado de los datos del fichero datos.txt, la primera línea del fichero queda de la siguiente manera:

*Time / LUZ / UV / DBS / RF / COVT / POLVO*

7. Guardar el fichero datos.txt.
8. Extraer la tarjeta microSD de forma segura del PC.
9. Insertar la tarjeta microSD en el medidor ambiental en la ranura correspondiente.
10. Conectar la batería en el hueco habilitado para ello.

Si desea reestablecer los valores límite de los contaminantes medidos, siga los siguientes pasos:

1. Extraer la batería.
2. Extraer la tarjeta microSD de la ranura correspondiente.
3. Insertar la tarjeta microSD en un PC para poder manipular los ficheros que contiene.
4. Abrir el fichero de configuración, config.txt, contenido en el directorio raíz de la tarjeta microSD.
5. Ir hasta el apartado de *[LIMITE CONTAMINANTES]*.
6. El formato de los valores establecidos debe ser como se expone a continuación:
  - limite\_luz\_visible: "350"
  - limite\_luz\_uv: "3"

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

- limite\_rf: "0.462"
- limite\_db: "60"
- limite\_covt: "1000"
- limite\_polvo: "0.5"

Los valores deben ir siempre entre comillas.

Las unidades de cada contaminante son las siguientes:

- limite\_luz\_visible: "350" **LUX**
- limite\_luz\_uv: "3" **Indice UVA**
- limite\_rf: "0.462" **microWATIOS (μW)**
- limite\_db: "60" **decibelios (DB's)**
- limite\_covt: "1000" **partes por billón (PPB)**
- limite\_polvo: "0.5" **microgramos por metro cúbico (μg/m³)**

7. Guardar el fichero datos.txt.
8. Extraer la tarjeta microSD de forma segura del PC.
9. Insertar la tarjeta microSD en el medidor ambiental en la ranura correspondiente.
10. Conectar la batería en el hueco habilitado para ello.

#### 4. Principio de funcionamiento:

El medidor ambiental está diseñado para que el usuario disponga de los contaminantes medidos de la manera más sencilla posible, pulsando los botones de navegación.

Principalmente, el medidor ambiental se va a encontrar en modo "stand by", recogiendo y almacenando los datos de los diferentes contaminantes medidos.

Del modo "stand by", solo saldrá en el momento que un usuario pulse cualquiera de los botones disponibles, salvo "RESET".

Dispone de botón de reset, que reiniciará el sistema por completo. Se accede, pulsando sobre el botón situado en el hueco de la batería.

Además, el medidor ambiental posee un sistema de alarma luminoso, basado en tecnología LED, que establece mediante 3 colores, la calidad del entorno en el que se encuentra. A continuación, se expone las opciones de iluminación que se pueden presentar:

- Verde: 0/7 contaminantes fuera de los límites establecidos
- Amarillo: 2/7 contaminantes fuera de los límites establecidos
- Rojo: 3/7 contaminantes fuera de los límites establecidos

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## 5. Mantenimiento y limpieza del equipo:

El equipo posee una batería que puede cambiarse a través de la ranura lateral de la caja una vez ésta se haya agotado o estropeado. También debe tratarse con cuidado, no debe golpearse bajo ningún concepto, ni someter a temperaturas o humedades excesivas.

El dispositivo requiere cierta limpieza, principalmente para mantener la zona de captación de contaminante del sensor lo más limpia posible, y libre de polvo u otros agentes extraños. Puede eliminar el polvo pasando un paño seco por la carcasa, evitar disolventes y cualquier otro producto químico, ya que podría dañar la caja o los sensores y elementos que contiene.

## 6. Medidas de seguridad y precauciones de uso:

Para el correcto funcionamiento del dispositivo y la prevención de accidentes, siga las siguientes medidas de seguridad y precauciones de uso.

- Respete la polaridad de la batería cuando la reemplace.
- No instalar en lugares calurosos, ni húmedos.
- Bajo ninguna circunstancia abra la caja ni la desmonte, esta labor ha de ser realizada por un técnico especializado.
- No introduzca objetos por la ranuras.
- No presionar la pantalla.
- Si no respeta las precauciones de uso citadas hasta ahora perderá el derecho a la garantía.
- Este sistema cumple con las reglas CEE sobre las interferencias.
- Ponerse en contacto con el servicio técnico cuando:
  - En caso de avería del medidor ambiental.
  - Cuando perciba algún daño o defecto sobre cualquiera de los elementos que componen el medidor ambiental.
  - Si el medidor ambiental se moja o deja de funcionar por algún otro motivo.

## 7. Lista de componentes

1. Medidor ambiental.
2. Batería.
3. Manual de instrucciones.
4. Documento de garantía.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## 5. CD interactivo de instrucciones de uso.

En caso de que falte alguno de estos componentes póngase en contacto con su distribuidor.

A su vez, deberá verificar el embalaje, en caso de que no esté en condiciones diríjase a su distribuidor y exija otra unidad correctamente embalada.

## 8. Preguntas frecuentes

### a. ¿Qué hacer si no se puede modificar la fecha y hora?

El hecho de que no pueda configurar la fecha y hora puede ser por:

- El módulo de reloj del medidor ambiental está averiado: si aún está en garantía y cumple sus especificaciones, llame al servicio técnico para su devolución y cambio por un medidor ambiental nuevo.
- Los botones de dirección y selección no funcionan: si aún está en garantía y cumple sus especificaciones, llame al servicio técnico para su devolución y cambio por un medidor ambiental nuevo.
- Se haya producido un error interno que impida la modificación del parámetro: Pulse el botón de RESET, después deberá volver a configurar los parámetros de fecha y hora.

### b. ¿Qué hacer si la pantalla se bloquea y no puede acceder a los menús?

Pulse el botón de RESET, y espere que se reinicialice todo el sistema.

### c. ¿Qué hacer en caso de que la iluminación led no funcione?

Cargar el medidor ambiental con un cargador convencional y compruebe que vuelve a funcionar con normalidad. En caso contrario, póngase en contacto con su distribuidor.

### d. ¿Qué hacer si no se muestra algún dato de contaminante, salen valores anormales, o el dato está congelado?

Esto puede ser producido por:

- El sensor correspondiente está averiado: si aún está en garantía y cumple sus especificaciones, llame al servicio técnico para su devolución y cambio por un medidor ambiental nuevo.
- Se haya producido un error interno que impida la correcta lectura del contaminante. Pulse el botón de RESET, después deberá volver a configurar los parámetros de fecha y hora.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## 9. Posibles problemas y solución

PROBLEMAS	CAUSA	SOLUCIÓN
El medidor ambiental se apaga	Ausencia de alimentación - batería descargada.	Conecte el medidor ambiental a la red eléctrica mediante un cargador USB convencional.
El medidor ambiental no responde al pulsar los botones	Fallo interno	Pulse el botón de RESET y vuelva a configurar la fecha y hora.
La pantalla OLED no se ilumina correctamente.	Disminución de la intensidad de luz emitida por la pantalla.	Pulse el botón de RESET y vuelva a configurar la fecha y hora.

## 10. Garantía de fabricante y marcado CE

La siguiente garantía será de aplicación en todos los países miembros de la Comunidad Económica Europea y sustituye a cualquier otra, expresa o implícita, y toda otra obligación y responsabilidad.

El fabricante garantiza que el producto en el momento de su comercialización no tiene ninguna anomalía. Sin embargo, puede suceder que algún componente se averíe debido a un tiempo de funcionamiento prolongado. Por este motivo el medidor ambiental está garantizado por un período de TRES AÑOS, siempre que el aparato no haya sido manipulado de forma inadecuada o que se haya efectuado algún cambio en el mismo.

- El producto está garantizado durante 3 años a partir de la fecha de adquisición.
- En el caso de que algún producto no funcione correctamente o tenga defectos en la semana siguiente a su compra se procederá a su sustitución. En el caso de que el producto provenga de territorio internacional dentro de la UE el periodo será de dos semanas.
- Queda cubierto cualquier defecto de fabricación, vicio de origen o de transporte, así como la totalidad de sus componentes, incluyendo la mano de obra necesaria para el reemplazo de las piezas defectuosas, por nuestros servicios técnicos autorizados.
- Esta garantía “no cubrirá” la avería si es consecuencia de manifiesto mal trato, uso inadecuado, o manipulación del mismo por personas ajenas a los servicios o empresas autorizados. La calificación de las averías corresponderá únicamente a los servicios técnicos de las empresas autorizados.
- Las reparaciones que pudieran producirse durante el periodo de vigencia de la presente garantía se efectuarán en los talleres autorizados, siendo de cuenta del titular de la garantía los eventuales gastos de transporte.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

- En todas reparaciones se deberá acompañar la factura y la presente garantía debidamente cumplimentada, con la indicación exacta de la FECHA DE VENTA del aparato.
- Queda excluida toda responsabilidad por daños tanto directos como indirectos de cualquier causa o accidente que lleguen a sufrir tantas personas como objetos, durante el empleo de los productos fabricados.
- Los datos captados por sensores integrados en el medidor ambiental, para obtener los contaminantes del entorno, no son enviados a ningún agente externo, ni son utilizados de manera ilícita, ilegal, o que pueda poner en riesgo la intimidad del usuario.
- El micrófono integrado en el medidor ambiental no realiza grabaciones de conversaciones, ni sonidos que puedan poner en peligro la privacidad del usuario.



## **GARANTÍA**

Nombre y apellidos del consumidor:

Domicilio del consumidor:

Teléfono del consumidor:

Producto:

Número de serie:

Establecimiento distribuidor:

Dirección del establecimiento distribuidor:

Sello:

Fecha de compra del producto.

 <b>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</b>	Medidor de contaminación ambiental	Revisión Nº: 1
	Vol. 8 Manual de instrucciones	Fecha revisión: 22/11/2021

## DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD CE

Nombre del fabricante: VGG SL.

Dirección: C/ María de Luna, 3. 50018. Zaragoza

Teléfono: 653083947

e-mail: [631016@unizar.es](mailto:631016@unizar.es)

Declara bajo responsabilidad del fabricante la conformidad del:

Producto: Medidor de contaminación ambiental

Fabricado por: VGG SL.

Modelo: MCA21

En: Zaragoza

Al que refiere esta declaración, cumple con los requisitos para las siguientes directivas:

- Real Decreto, el R.D. 219/2013(D.C. 2011/65/EU) restricción sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, RoHS
- WEEE-RAEE II (2012/19/UE) responsabilidad de los productores de hacer los productos menos contaminantes
- D.C. 2014/30/UE de compatibilidad electromagnética, EN 61000-4:2015



**DECLARACIÓN CE DE CONFORMIDAD**