



# Manual de Usuario

Level Sensing



# Contenidos

## **3 Capítulo 1: Sobre uRAD Level Sensing**

**3** Información Adicional

## **4 Capítulo 2: uRAD Level Sensing Lo Esencial**

**4** Descripción Hardware

**6** Descripción Firmware

**7** Características Técnicas

**8** Características Mecánicas

**9** Aspectos Teóricos

## **10 Capítulo 3: Software**

**10** Funcionamiento General

**11** level\_sensing\_UART.py

**11** level\_sensing\_USB.py

**12** level\_sensing\_UART\_GUI.py

**13** level\_sensing\_USB\_GUI.py

**13** level\_sensing\_function.py

**13** level\_sensing\_UART.cpp

**15** Ejemplos con Medidas Reales

## **20 Capítulo 4: Seguridad y Manejo**

**20** Información Importante de Seguridad

**21** Información Importante de Manejo

## **22 Capítulo 5: Garantía del Producto**

**22** Fabricación y Testeo

**22** Declaración de Garantía Limitada

# Sobre uRAD Level Sensing

# 1

## Enhorabuena por adquirir uRAD Level Sensing



**ATENCIÓN:** Para evitar lesiones o daños, lea todas las instrucciones de funcionamiento de esta guía y, especialmente, la información de seguridad y garantía en "Capítulo 4: Seguridad y manejo" y "Capítulo 5: Garantía del producto", antes de usar uRAD.

A través de este manual, aprenderá a usar las soluciones uRAD Level Sensing para aplicaciones de medida de distancia frontal con gran precisión y facilidad de operación.

## Información Adicional

Versiones Hardware:	URADLSIWR20	1/11/2022
	URADLSAWR20	1/11/2022
Compra:	<a href="http://www.uRAD.es/en/">www.uRAD.es/en/</a>	
Especificaciones Técnicas:	<a href="http://www.uRAD.es/en/">www.uRAD.es/en</a>	
Descarga de Software:	<a href="http://www.uRAD.es/en/mi-cuenta/downloads">www.uRAD.es/en/mi-cuenta/downloads</a> (solo con la compra)	
Contacto:	<a href="mailto:contact@uRAD.es">contact@uRAD.es</a>	

Última versión: 1/11/2022

# uRAD Level Sensing Lo Esencial

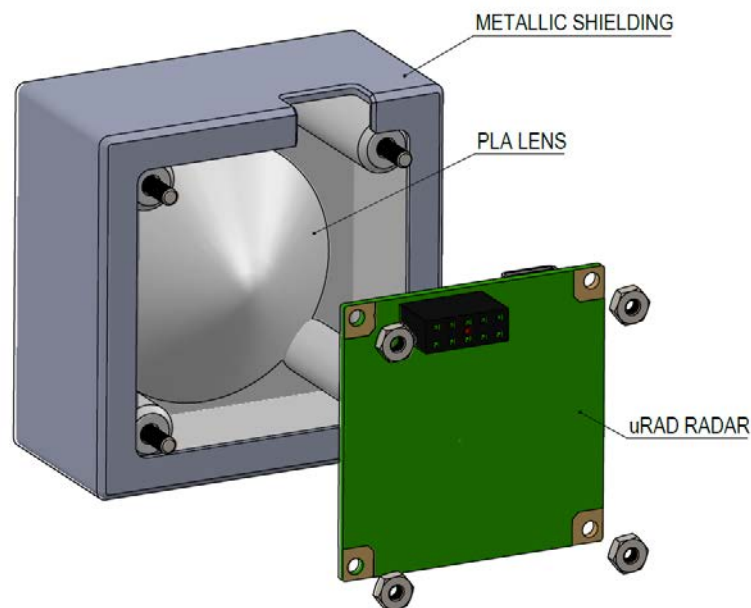
# 2

Lea este capítulo para aprender acerca de las características de uRAD Level Sensing, como usarlo, y mucho más.

La solución uRAD Level Sensing es un sensor radar de microondas específicamente diseñado para medir distancia frontal con una precisión excepcional.

## Descripción Hardware

uRAD Level Sensing se compone de dos partes principales, una placa radar y una carcasa de plástico con lente integrada.



### 1. Radar

El núcleo de uRAD Level Sensing es uno de los radares estándar de uRAD. Dos opciones están disponibles:

- uRAD Industrial (IWR): trabaja en la banda de frecuencias de 60-64 GHz y se basa en el chip radar IWR6843AoP de Texas Instruments.
- uRAD Automotive (AWR): trabaja en la banda de frecuencias de 77-81 GHz y se basa en el chip radar AWR1843AoP de Texas Instruments.

Estos circuitos integrados son unos de los chips radar más avanzados del mercado por su alta precisión, pequeño tamaño y capacidad de detección simplificada. La selección de frecuencia debe depender de la aplicación específica y la regulación de cada región.

En <https://urad.es/en/descargas/> se puede descargar la hoja técnica y el manual de usuario de uRAD Industrial y Automotive para ampliar la información de estos productos estándar.

## 2. Carcasa

La carcasa es una caja impresa en PLA que contiene una lente integrada para enfocar el ancho de haz y estrechar el campo de visión. La lente reduce el campo de visión de 160 grados a 6 grados. De esta forma, toda la potencia emitida se concentra en la dirección frontal.

Además, la cubierta está rodeada por una cinta metálica de aluminio que evita radiación en ángulos amplios.

La placa del radar y la carcasa se sujetan con 4 tornillos y tuercas de métrica M2,5 mm que también se pueden utilizar para sujetar el sensor a un soporte particular.



**ATENCIÓN:** El dispositivo emite a través de su lado frontal. NO cubra con ningún elemento metálico o electrónico, ni con absorbente electromagnético.

## 3. Conector USB

El conector micro-USB se utiliza para actualizar el firmware, configurar el radar y obtener los resultados.

El USB está conectado con el radar por dos canales UART diferentes. uRAD usa el siguiente chip para usar los dos puertos UART con un USB: **Silicon Labs Dual CP2105 USB to UART bridge**. Cuando conecta el radar a una computadora, se deben detectar dos nuevos dispositivos USB en el Administrador de dispositivos:

- **Enhanced COM** es el puerto para enviar la configuración desde la computadora al radar.
- **Standard COM** es el puerto para obtener los datos del radar.

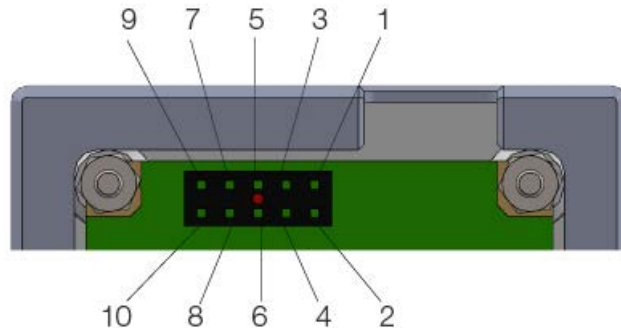


**CONSEJO:** Instale los controladores del puerto COM virtual (VCP) del puente CP2105 USB a UART desde el sitio web de Silicon Labs en caso de que su computadora no reconozca el puerto USB (<https://www.silabs.com/products/development-tools/software/usb-to-uart-Bridge-vcp-drivers>).

El radar se alimenta directamente del micro-USB con 5V. El consumo de corriente es de 140 mA.

## 4. Conector 10-pin

El conector hembra 10-pin tiene dos canales UART, un pin de on/off, un pin de reinicio y dos GPIOs. El espacio entre los pines es de 2.54 mm. La distribución de pines es la siguiente:



- 1 **GND**: plano de tierra de la PCB.
- 2 **5V**: alimenta el dispositivo con este pin. El rango de tensión es de +4.5 V a +5.5 V.
- 3 **UART TX config**: línea TX del puerto UART usado para la configuración.
- 4 **UART RX config**: línea RX del puerto UART usado para la configuración.
- 5 **UART TX data**: línea TX del puerto UART utilizado para la salida de datos.
- 6 **UART RX data**: línea RX del puerto UART utilizado para la salida de datos.
- 7 **RESET**: con el flanco ascendente de un pulso digital en este pin, el radar realiza un reinicio. Este pin tiene una resistencia de pullup.
- 8 **ON/OFF**: un nivel digital ALTO/BAJO fija el estado del radar en ENCENDIDO/APAGADO respectivamente. En estado apagado el consumo del radar se reduce al mínimo (< 1mA). Este pin tiene una resistencia de pullup.
- 9 **GPIO1**: no se usa por defecto. Útil para firmware a medida.
- 10 **GPIO0**: no se usa por defecto. Útil para firmware a medida.

## Descripción Firmware

Como ya sabe, hay dos versiones de uRAD Level Sensing y, por lo tanto, el firmware de cada modelo es diferente. Ambos firmwares, entregados con la compra, puede encontrarse en la carpeta *prebuilt\_binary*.

- uRAD LS IWR: firmware es ***uRAD\_LevelSensing\_IWR6843AoP.bin***
- uRAD LS AWR: firmware es ***uRAD\_LevelSensing\_AWR1843AoP.bin***



**CONSEJO:** su radar ya está flasheado con el firmware correspondiente. Eche un vistazo al capítulo 3 del manual de usuario general para aprender como subir nuevo firmware a su tarjeta.

## Características Técnicas

Las principales características técnicas de uRAD Level Sensing son:

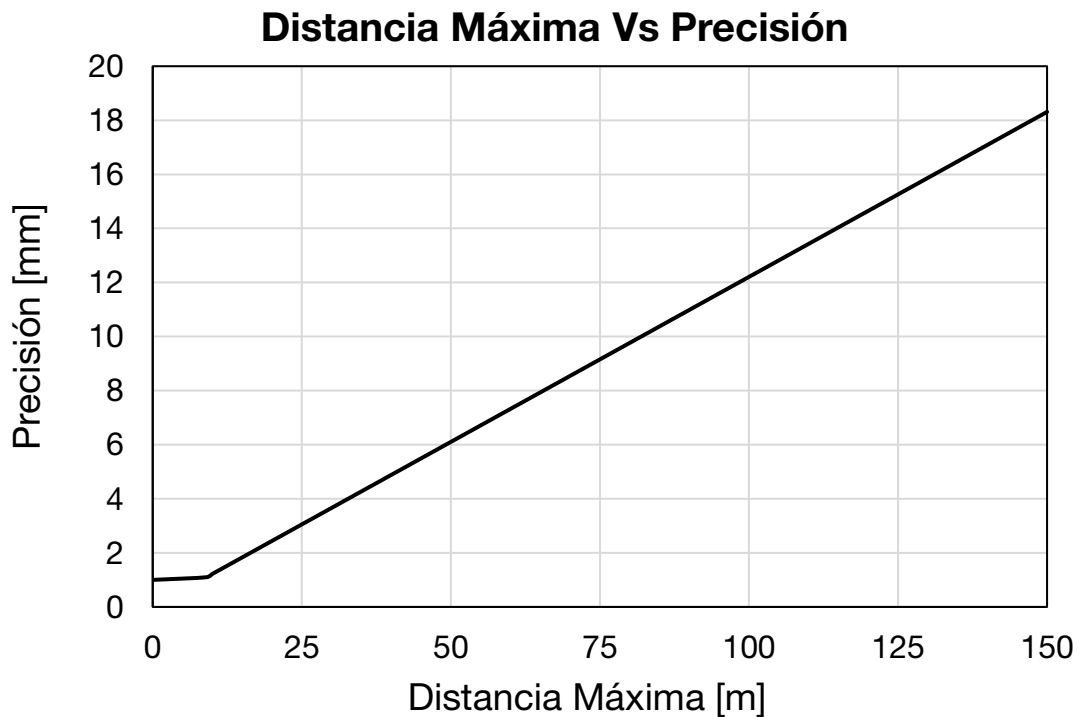
Parámetro	Valor típico
<b>Condiciones de operación</b>	
Voltaje de alimentación	4.5 – 5.5 V
Corriente de alimentación	140 mA
Señales Digitales	3.3 V
Temperatura de operación	-20 a +85°C

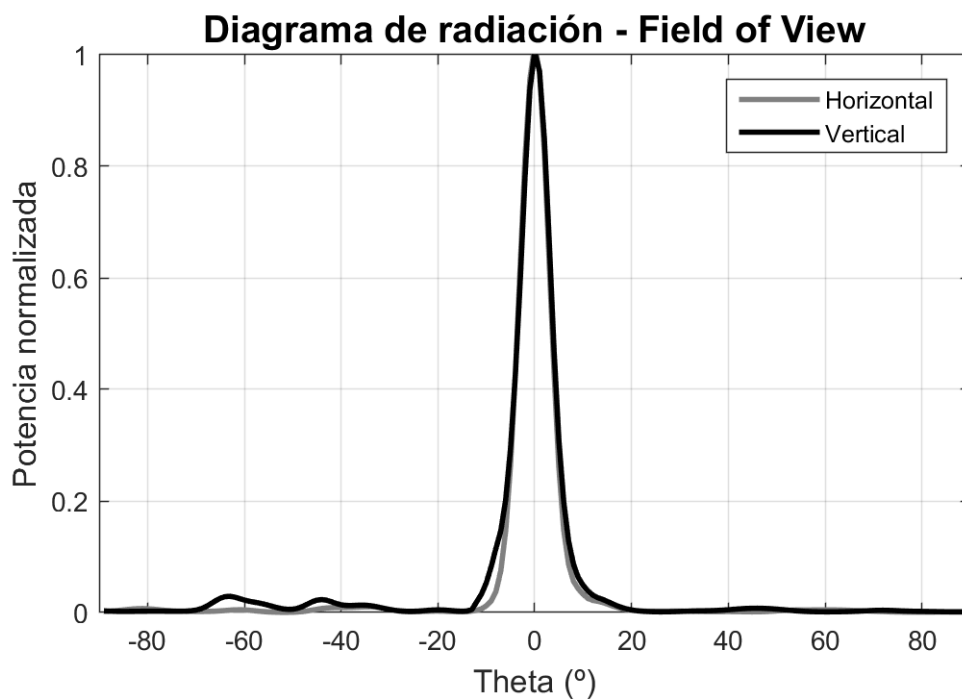
### Rendimiento

Ancho de banda

- modelo IWR 60 – 64 GHz
- modelo AWR 77 – 81 GHz

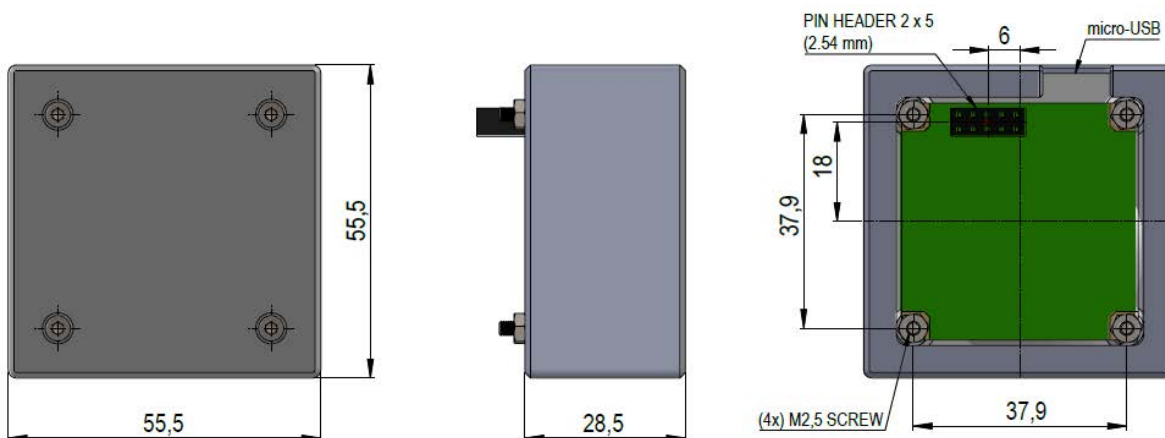
Rango	0 a 150 m
Precisión	1 a 18 mm
Campo de visión	6 x 6 grados





## Características Mecánicas

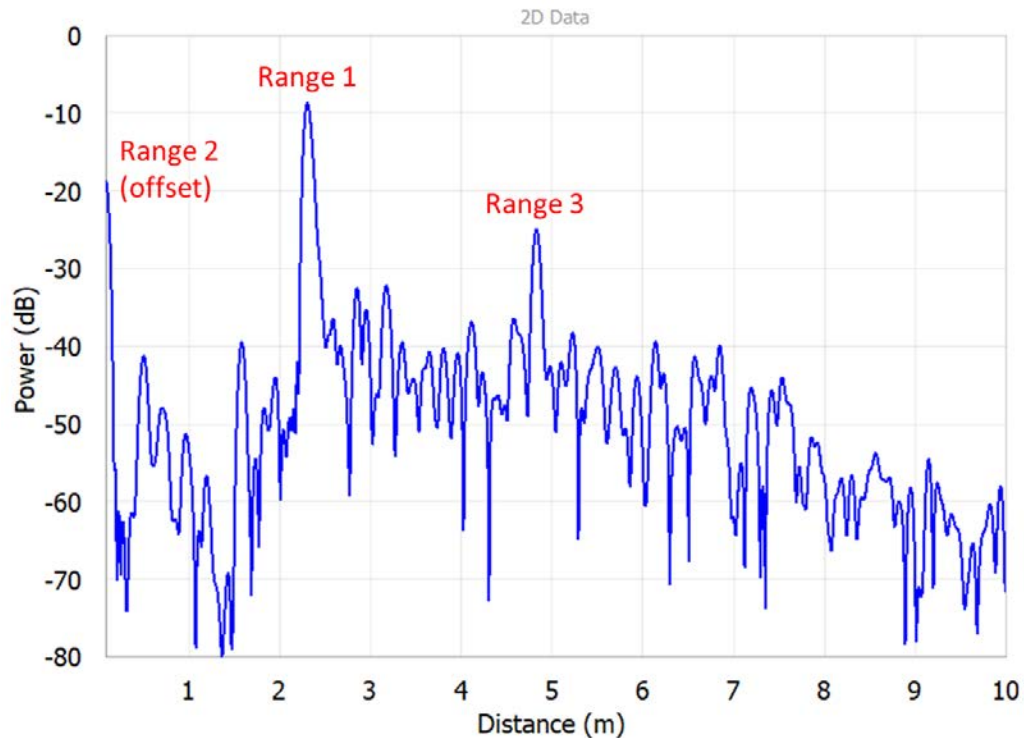
Parámetro	Valor
Dimensiones	55.5 x 55.5 x 28.5 mm
Peso	41.4 g





## Aspectos Teóricos

El radar calcula las distancias a los objetivos mediante la transformada rápida de Fourier (FFT) de la señal recibida. Observando el espectro de la FFT, se pueden identificar los picos con más nivel, como las reflexiones de los objetos o superficies. El software de sensado de nivel permite visualizar este espectro y devuelve el rango de los tres picos con mayor nivel. A continuación, se muestra un ejemplo:



En el ejemplo, el radar se fija sobre una mesa apuntando al techo que se encuentra a una distancia de 2.5 metros. En la gráfica se identifican 3 picos.

- El más significativo, range 1, a 2.5 metros y que tiene una mayor amplitud es el techo, que proporciona la mayor reflexión.
- Hay un segundo pico, range 2, prácticamente en 0, que no corresponde a ningún valor real. A una distancia muy corta, generalmente inferior a 10 cm, siempre está presente un pico que no es real, llamado offset, que es inherente a la tecnología radar y que hay que descartar.
- Un tercer pico, range 3, a 5 metros corresponde con la doble reflexión producida por la mesa y el techo, que el radar es también capaz de detectar.

El software de sensado devuelve la distancia de los tres picos con más amplitud, pero **la configuración permite seleccionar el rango de distancias donde buscar los tres picos**. Por lo tanto, es posible eliminar fácilmente el offset de los resultados o descartar todos aquellos picos fuera del rango de interés.

## En este capítulo se explica la programación básica de uRAD Level Sensing

Junto con el hardware y firmware, se proporcionan varios programas de Python y C++ para controlar el sensor, o bien por USB o por el conector de pines vía UART.



**ATENCIÓN:** NO olvide instalar o actualizar las librerías de Python necesarias listadas al comienzo de los programas.

### Funcionamiento General

El funcionamiento del sensor es bastante simple. El dispositivo maestro, que controla uRAD, manda los comandos de configuración al radar por USB o UART. Una vez uRAD recibe los comandos, empieza a enviar los valores de medida a la tasa configurada.

La mayoría de los comandos son fijos por defecto. Solo hay que configurar unos pocos. Hemos hecho este proceso transparente para el usuario. Por lo tanto, se debe configurar:

```
#### CONFIGURATION PARAMETERS ####
model = 'IWR'           # 'IWR' or 'AWR'
maximum_distance = 9   # maximum distance to measure. From 9 to 150 m
range_min = 0          # lower limit of the range of interest
range_max = 10         # upper limit of the range of interest
sampling_rate = 2      # min = 2, max = 20 samples per second
offset = 0              # apply an offset to all range measured values
```

- **model:** 'IWR' si su modelo de radar es uRAD Industrial y funciona a 60 GHz, o 'AWR' si es uRAD Automotive funcionando a 77 GHz.
- **maximum\_distance:** el radar puede configurarse para medir una distancia máxima de 9 a 150 metros. **Es mejor elegir el valor más bajo posible para tener la mejor resolución.**
- **range\_min** y **range\_max:** rango de distancia de interés. Limita los resultados a este rango de distancias.
- **sampling\_rate:** medidas por segundo que el radar envía al dispositivo maestro. De 2 a 20 muestras por segundo.
- **offset:** sumar una compensación (en metros) a los valores medidos.

## level\_sensing\_UART.py

Este programa es útil cuando el sensor se controla por el conector de pines usando una sola línea UART. Solo se envían los resultados de distancia (**el gráfico de FFT y los valores de amplitud no se reciben**).

Se deben fijar algunos parámetros de configuración extra:

```
##### OUTPUT RESULTS #####
saveResults = True           # Save results in .txt file
printResults = True         # Print results in the console
numberOfPeaksToSave = 3     # Number of peaks to save (max = 3)
fileSizeMinutes = 2        # Minutes to split the .txt file

##### UART PORT #####
port_name = '/dev/serial0'

##### RESET #####
reset_pin_number = 6       # GPIO pin number of the Master Device
reset = True
```

- **saveResults:** los resultados se guardan dentro de la carpeta *output\_files* en el archivo *YYYY\_MM\_DD\_HH\_mm\_results.txt*. Cada archivo de resultados tiene una cabecera con la fecha y hora.
- **printResults:** imprime los resultados en la consola de Python.
- **numberOfPeaksToSave:** elige el número de picos (valores de distancia más significativos) a guardar. Máximo 3.
- **fileSizeMinutes:** divide el archive de resultados por minutos, para limitar el tamaño de cada archive.

También, se debe configurar el nombre del Puerto UART y si se va a usar el pin de reinicio (y su número de pin).

## level\_sensing\_USB.py

Similar al anterior pero controlado por USB. No incluye el pin de reinicio. **Por lo tanto, cada vez que quieras lanzar el código otra vez, se debe resetear manualmente el radar con el botón físico de reinicio.**

```
##### OUTPUT RESULTS #####
saveResults = True           # Save results in .txt file
printResults = True         # Print results in the console
numberOfPeaksToSave = 3     # Number of peaks to save (max = 3)
fileSizeMinutes = 2        # Minutes to split the .txt file

##### USB PORT #####
configPort_name = 'COM1'
dataPort_name = 'COM1'
```

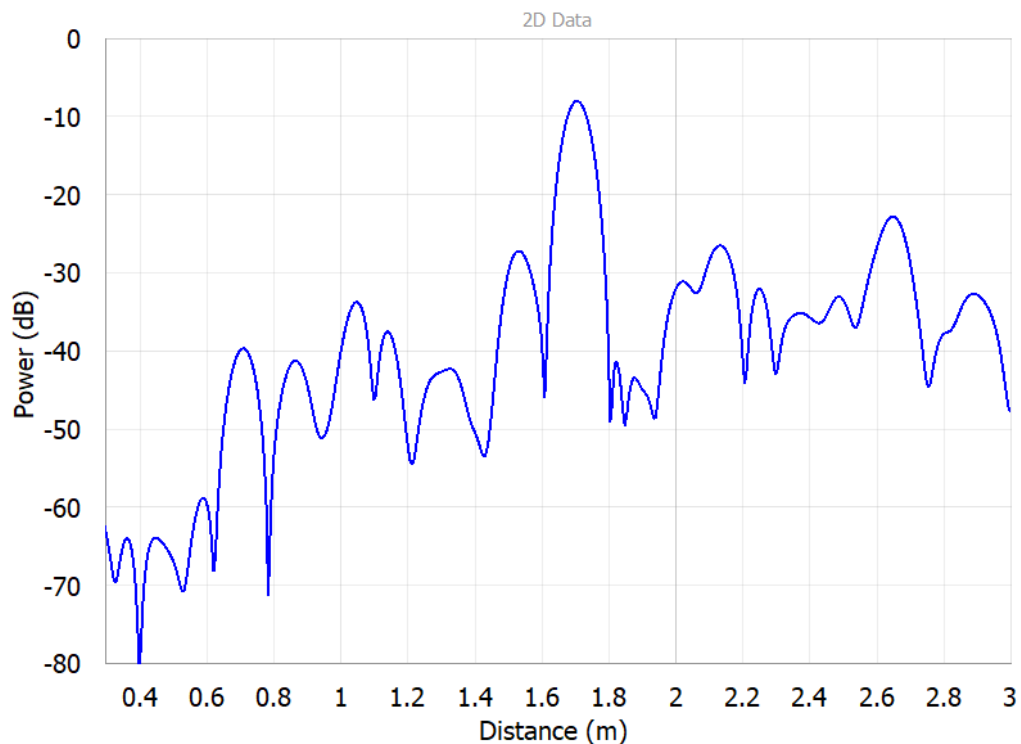
## level\_sensing\_UART\_GUI.py

El más completo porque **permite obtener resultados de distancia y también la amplitud de los picos**. Los comandos de configuración incluyen mandar los valores de IQ para el gráfico FFT. Por lo tanto, el gráfico de picos (FFT) se puede visualizar si se selecciona.

```
##### OUTPUT RESULTS #####
calculateAmplitude = True # Calculate amplitude of the peaks besides
range
saveResults = True # Save results in .txt file
printResults = True # Print results in the console
plotSpectrum = True # Show Amplitude Vs Distance plot
numberOfPeaksToSave = 3 # Number of peaks to save (max = 3)
fileSizeMinutes = 2 # Minutes to split the .txt file

##### UART PORT #####
port_name = '/dev/serial0'

##### RESET #####
reset_pin_number = 6 # GPIO pin number of the Master Device
reset = True
```



## level\_sensing\_USB\_GUI.py

Similar al anterior, pero por USB. **Recuerda que cada vez que quieras lanzar el código otra vez, se debe resetear manualmente el radar con el botón físico de reinicio.**

```
##### OUTPUT RESULTS #####
calculateAmplitude = True # Calculate amplitude of the peaks besides
range
saveResults = True # Save results in .txt file
printResults = True # Print results in the console
plotSpectrum = True # Show Amplitude Vs Distance plot
numberOfPeaksToSave = 3 # Number of peaks to save (max = 3)
fileSizeMinutes = 2 # Minutes to split the .txt file

##### USB PORT #####
configPort_name = 'COM2'
dataPort_name = 'COM1'
```

## level\_sensing\_function.py

Este ejemplo es un script que muestra cómo crear una función simple para tomar una sola medida (promediada al número de muestras que se quiera) cada vez que se llama a la función. Por lo tanto, permite al usuario tomar solo una medida en el momento deseado.

## level\_sensing\_UART.cpp

Este programa de C++ es equivalente al archivo de Python *level\_sensing\_UART.py*. La diferencia en este programa es que, en lugar de definir los parámetros de configuración, debes introducirlos directamente (su número equivalente) en los comandos de configuración.

Los comandos de configuración, en el Código, son las siguientes líneas:

```
"flushCfg\n", \
"dfedataOutputMode 1\n", \
"channelCfg 1 1 0\n", \
"adcCfg 2 1\n", \
"adcbufCfg 0 1 1 1\n", \
"profileCfg 0 60 7 7 114.4 0 0 31.23 1 512 5000 0 0 48\n", \
"chirpCfg 0 0 0 0 0 0 1\n", \
"frameCfg 0 0 10 0 500 1 0\n", \
"lowPower 0 0\n", \
"guiMonitor 1 0 0 0 0 1\n", \
"RangeLimitCfg 2 1 0.1 9.0\n", \
"sensorStart\n"
```

Los 5 número relevantes están destacados en amarillo y corresponden a:

- frecuencia de inicio de acuerdo a ***model***, 60 para IWR o 77 para AWR.
- chirp slope de acuerdo a ***maximum\_distance***, desde 1.87 (150 metros) a 31.23 (9 metros). Ambos valores se relacionan con la formula:

$$chirp\_slope [MHz/\mu s] = \frac{281.055429375}{maximum\_distance [m]}$$

- tiempo entre medidas de acuerdo a ***sampling\_rate***, desde 50 (20 muestras/s) a 500 (2 muestras/s). Ambos valores se relacionan con la formula:

$$measurement\_periodicity [ms] = \frac{1000}{sampling\_rate}$$

- ***range\_min*** y ***range\_max***.

Además, un código similar llamado ***uRAD\_LevelSensing.ino*** se proporciona para la plataforma Arduino.

## Ejemplo con Medidas Reales

A continuación, se presenta un caso práctico real.

La configuración es la siguiente. El radar se coloca a una distancia de 1.7 metros de una chapa metálica. A mitad de distancia, se colocará un cristal. Se van a medir tres situaciones: sin cristal, con el cristal perpendicular al radar y con el cristal inclinado.



El radar está conectado a un ordenador. Se alimenta directamente por el USB por donde también se configura y recibe los datos.

El script que se utiliza es *level\_sensing\_USB\_GUI.py* ya que queremos mostrar la gráfica de pico además de guardar los resultados.

La configuración es:

```
#### CONFIGURATION PARAMETERS ####
model = 'IWR'           # 'IWR' or 'AWR'
maximum_distance = 9   # maximum distance to measure. From to 150
                        # meters
range_min = 0.3        # lower limit for the range of interest
range_max = 3          # upper limit for the range of interest
sampling_rate = 2      # min = 2, max = 20 samples per second
offset = 0             # apply an offset to all range measured values
```

Conectamos el radar y vemos los puertos COM que se han asignado. Configuramos el resto de los parámetros del script como sigue:

```
#### OUTPUT RESULTS ####
calculateAmplitude = False # Calculate amplitude of the peaks besides
saveResults = True        # Save results in .txt file
printResults = True       # Print results in the console
plotSpectrum = True       # Show Amplitude Vs Distance plot
```

```

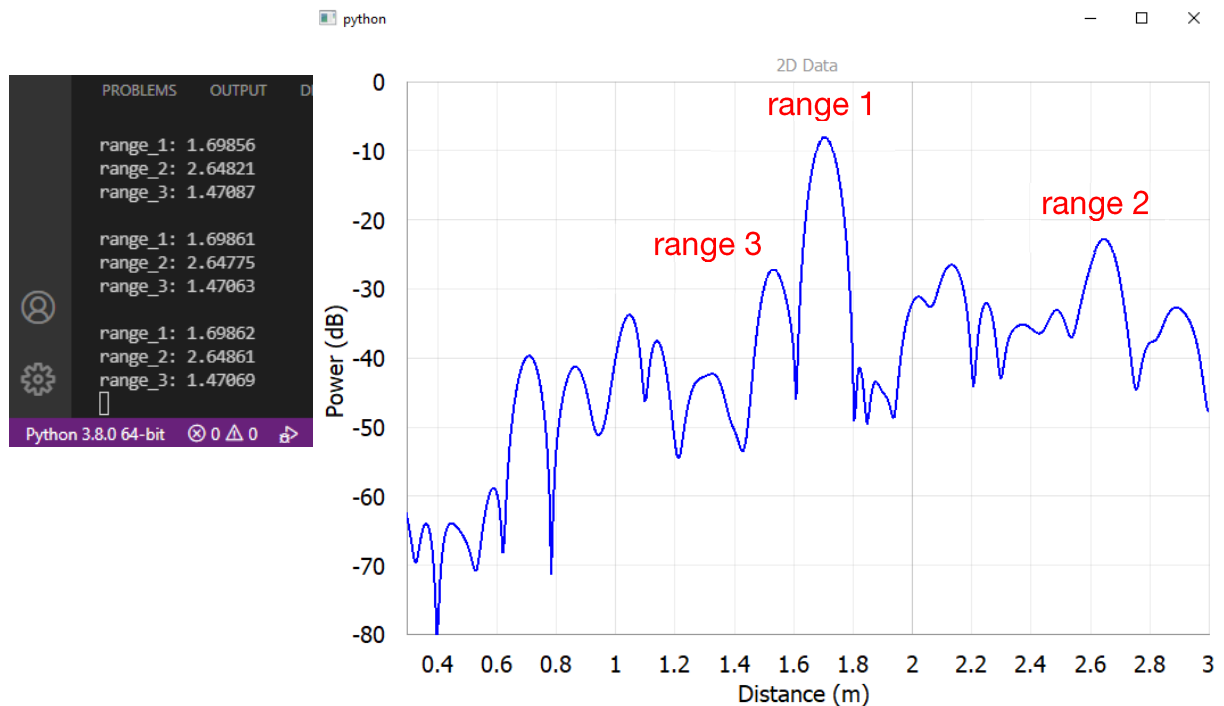
numberOfPeaksToSave = 3      # Number of peaks to save (max = 3)
fileSizeMinutes = 2         # Minutes to split the .txt file

#### USB PORT ####
configPort_name = 'COM1'
dataPort_name = 'COM1'

```

- Sin cristal

Tras lanzar el script, obtenemos los siguientes resultados medidos:



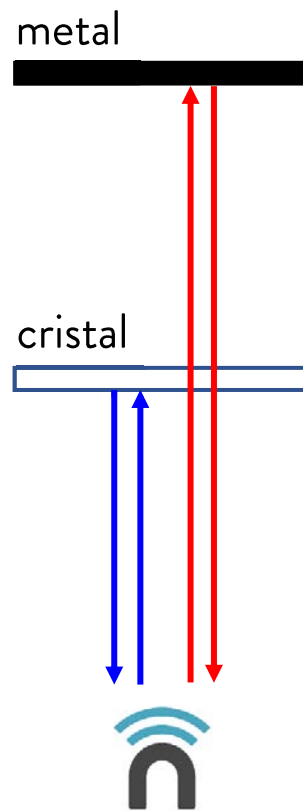
Observando los resultados tanto en la consola de Python como en la gráfica, vemos los tres picos que se identifican. Los resultados se ordenan de mayor a menor amplitud del pico.

A la distancia de 1.69856 metros se ha medido la chapa metálica con una amplitud muy por encima de los otros dos picos, que en realidad no se corresponden con ninguna superficie de interés.

El resto de picos del espectro, incluido range 2 y 3, se producen por el propio procesado de la FFT y de rebotes del entorno.



- **Cristal colocado perpendicularmente**



Los resultados obtenidos son:



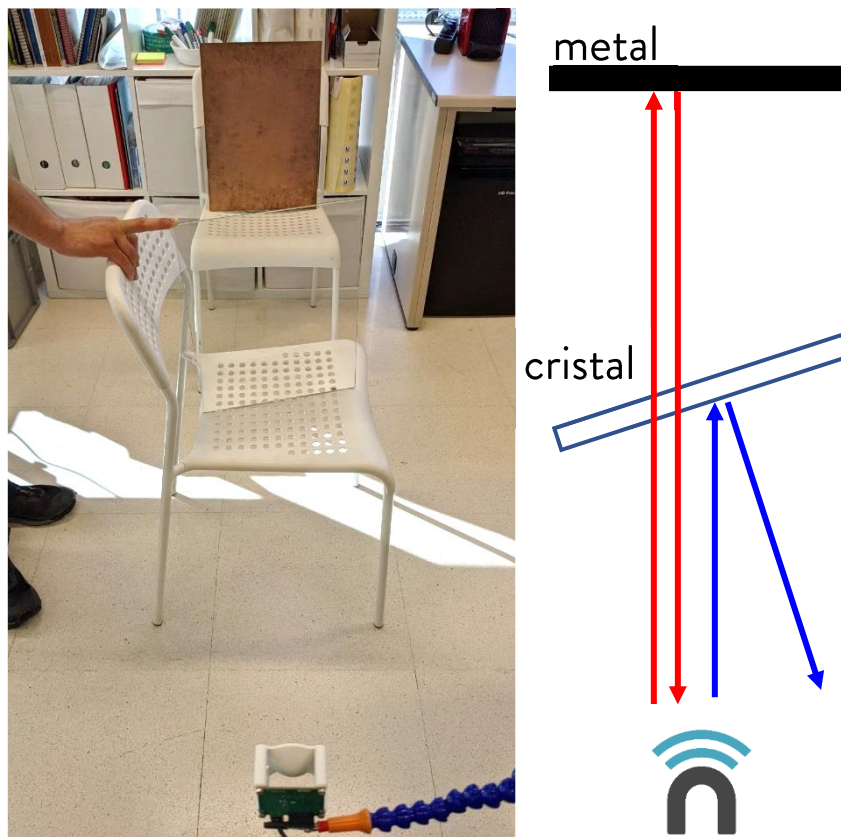
En este caso se observa como aparece el cristal a una distancia de 0.84838 metros y el metal sigue apareciendo a una distancia de 1.69573 metros. En

este caso, el nivel de amplitud de ambos picos es muy similar, por lo que el valor de range 1 podría estar saltando entre ambos valores o incluso atribuir el pico de mayor amplitud al cristal. Además, se observa el pico correspondiente al metal ha bajado de amplitud como consecuencia de la atenuación de la onda a través del cristal.

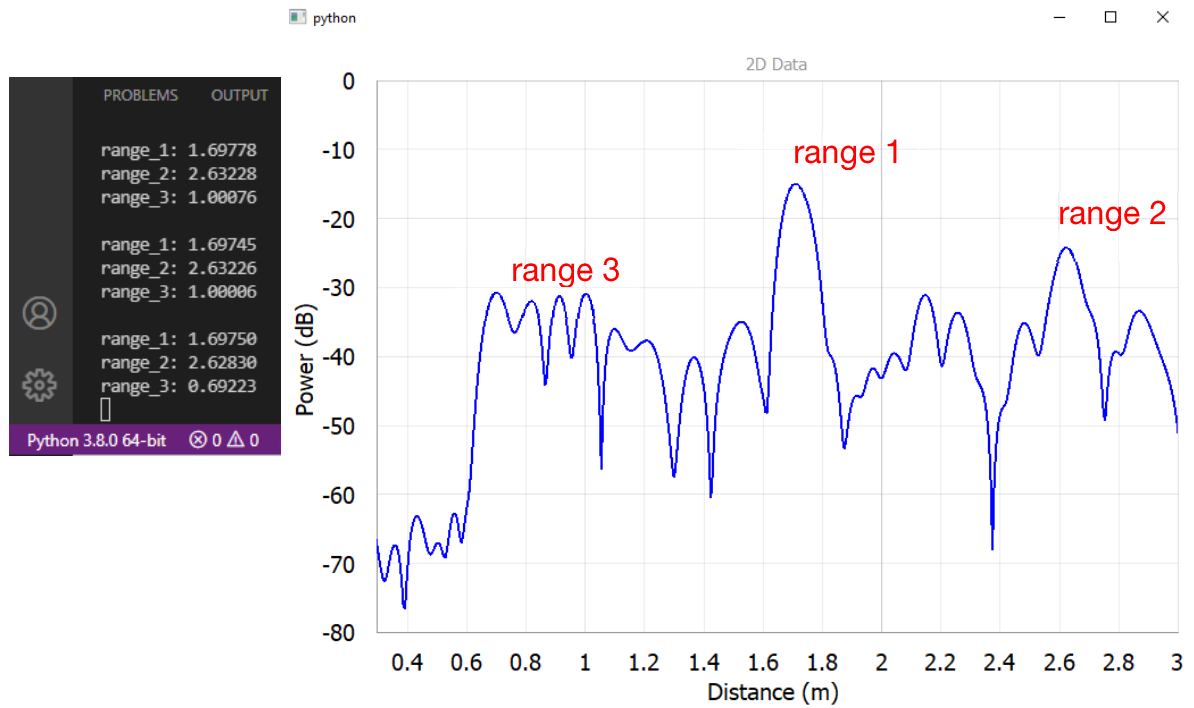
- **Cristal colocado con ángulo**

En este caso, inclinamos el cristal para observar cómo su pico desaparece. Con una inclinación de 20-30 grados es suficiente para que el pico desaparezca.

Esto puede ser muy útil, por ejemplo, en situaciones reales donde se requiera aislar con una tapa el radar o donde es inevitable atravesar varios materiales. En ese caso, una inclinación en esa superficie mitigará el efecto del rebote.



Al inclinar el cristal, la mayor parte de la potencia reflejada no incide sobre el radar, como se muestra en la imagen anterior.



Se observa como el pico del cristal se ha mitigado completamente. En esta nueva situación, range 1 se identifica inequívocamente con el metal, siendo su amplitud muy superior al resto de picos.

El archivo de texto generado con los resultados se guarda en la carpeta *output files*. El formato es el siguiente:

```

1.69778 2.63228 1.00076 1622787713.261
1.69745 2.63226 1.00006 1622787713.762
1.69750 2.62830 0.69223 1622787714.261
1.69761 2.63123 0.69210 1622787714.762
1.69776 2.63211 1.00037 1622787715.260

```

Se guarda en cada fila los valores de cada medida, un frame de cada media, ordenando por columnas:

```

range1  range2  range3  time_stamp

```

## Este capítulo contiene información importante de seguridad y manejo de uRAD.

Lea toda la información de seguridad y manejo detallada a continuación y las instrucciones de operación antes de usar uRAD para evitar lesiones o daños.

Mantenga esta guía de usuario a mano para futuras consultas.

### Información Importante de Seguridad



**ATENCIÓN:** El incumplimiento de estas instrucciones de seguridad puede provocar incendios, descargas eléctricas u otras lesiones o daños.

**Manejo adecuado** uRAD contiene componentes electrónicos sensibles. No deje caer, desarme, aplaste, doble, deforme, perforo, triture, cocine en el microondas, incinere, pinte o inserte objetos extraños en uRAD.

**Agua y lugares húmedos** No exponga uRAD al agua o la lluvia, ni lo manipule cerca de lavabos u otras ubicaciones húmedas sin una funda adecuada. Tenga cuidado de no derramar ningún alimento o líquido sobre uRAD. En caso de que uRAD se moje, desenchúfelo antes de limpiarlo y déjelo secar completamente antes de volver a encenderlo. No intente secar uRAD con una fuente de calor externa, como un horno de microondas o un secador de pelo.

**Reparaciones de uRAD** Nunca intente reparar o modificar uRAD por su cuenta. Desmontar puede causar daños que no están cubiertos por la garantía. Si uRAD está dañado, funciona mal o entra en contacto con líquido, contáctenos en [contact@urad.es](mailto:contact@urad.es).

**Interferencia de radiofrecuencia** Observe los letreros y avisos que prohíben o restringen el uso de dispositivos de radiofrecuencia. Las emisiones de uRAD pueden afectar negativamente el funcionamiento de otros equipos de radiofrecuencia que funcionan en la misma banda de frecuencia. Apague uRAD cuando su uso esté prohibido, como viajes en avión o cuando las autoridades lo soliciten.

## Información Importante de Manejo



**ATENCIÓN:** El incumplimiento de estas instrucciones de manejo podría ocasionar daños a uRAD u otras propiedades.

**Transporte** uRAD contiene componentes electrónicos sensibles. No lo doble, deje caer ni lo aplaste.

**Limpieza** Para limpiar use una punta suave sin pelusa y alcohol isopropílico. El polvo puede eliminarse con aire a presión de baja potencia.

**Conexión** Nunca fuerce el conector ni aplique una presión excesiva ya que esto puede causar daños que no están cubiertos por la garantía. Compruebe si hay obstrucciones y asegúrese de que los conectores de uRAD coincidan con los conectores de Raspberry Pi.

**Temperatura de Operación** Mantenga uRAD dentro de unas temperaturas aceptables. Los componentes de uRAD operan desde  $-40^{\circ}\text{C}$  a  $85^{\circ}\text{C}$ , pero recomendamos operar uRAD en el rango de  $-20^{\circ}\text{C}$  a  $65^{\circ}\text{C}$ .

**Información sobre Deshecho y Reciclaje** uRAD debe desecharse adecuadamente de acuerdo con las leyes y regulaciones locales. Debido a que este producto contiene componentes eléctricos, el producto debe desecharse por separado de los desechos domésticos. Póngase en contacto con las autoridades locales para conocer las opciones de reciclaje.

# Garantía del Producto

# 5

## Fabricación

Todos los componentes y aleaciones de soldadura utilizados en este producto cumplen con la Directiva RoHS. La Directiva RoHS impide que todos los equipos eléctricos y electrónicos nuevos comercializados en el Espacio Económico Europeo contengan más niveles de plomo, cadmio, mercurio, cromo hexavalente, bifenilos polibromados (PBB) y éteres difenil polibromados (PBDE) de los permitidos.

## Testeo

Cada dispositivo uRAD está sujeta a pruebas estrictas para garantizar que no esté defectuoso:

- Primero, se prueba exhaustivamente para detectar cortocircuitos y conexiones abiertas.
- En segundo lugar, se alimenta para verificar que no haya voltajes fuera de rango.
- Luego, el microcontrolador se programa y depura.
- Seguidamente, la placa se conecta a un ordenador y se ejecutan varios programas de prueba para verificar su funcionalidad general.

## Declaración de Garantía Limitada

**IMPORTANTE:** AL UTILIZAR LOS PRODUCTOS DE uRAD, ACEPTA ESTAR LIMITADO POR LOS TÉRMINOS DE ESTA DECLARACIÓN DE GARANTÍA LIMITADA. NO USE SUS PRODUCTOS HASTA QUE HAYA LEÍDO LOS TÉRMINOS DE LA GARANTÍA. SI NO ESTÁ DE ACUERDO CON LOS TÉRMINOS DE LA GARANTÍA, NO UTILICE LOS PRODUCTOS Y DEVUELVALOS. ESTA GARANTÍA LIMITADA ES EL ÚNICO Y EXCLUSIVO RECURSO DEL USUARIO FINAL CONTRA uRAD, CUANDO LO PERMITA LA LEY.

### 1. Garantías

1.1 uRAD garantiza que sus productos cumplirán las especificaciones detalladas en su correspondiente hoja de características. La garantía tiene una duración de 1 año a partir de la fecha de venta si el dispositivo se compra fuera de la UE y una duración de 2 años si se compra en la UE. uRAD no será responsable de los defectos causados por negligencia, mal uso o maltrato,

incluidos los productos que el Cliente haya modificado o alterado de alguna manera.

1.2 Si algún producto uRAD no cumple con la garantía establecida anteriormente, la única responsabilidad de uRAD será reemplazar o reparar dichos productos. La responsabilidad de uRAD se limitará a los productos que uRAD determine que no se ajustan a dicha garantía. Si uRAD elige reemplazar o reparar dichos productos, uRAD dispondrá de un tiempo razonable para proporcionar los reemplazos. Los productos reemplazados o reparados estarán cubiertos por un nuevo período de garantía completa.

1.3 El Cliente acepta no utilizar los productos uRAD para ninguna aplicación o componente utilizado en dispositivos de soporte vital o para operar instalaciones nucleares o para su uso en otras aplicaciones o componentes de misión crítica donde la vida humana o la propiedad puedan estar en juego. El Cliente reconoce y acepta que dicho uso es únicamente bajo la responsabilidad del Cliente, y que el Cliente es el único responsable del cumplimiento de todos los requisitos legales y reglamentarios relacionados con dicho uso.

1.4 uRAD puede proporcionar asesoramiento técnico, de aplicaciones o de diseño. El Cliente reconoce y acepta que la prestación de estos servicios no ampliará ni alterará las garantías del dispositivo uRAD, como se establece anteriormente, y que no surgirán obligaciones u obligaciones adicionales de uRAD al brindar dichos servicios.

1.5 uRAD renuncia a todas las demás garantías, explícitas o implícitas, con respecto a los productos, incluidas, entre otras, las garantías implícitas de comerciabilidad o idoneidad para un fin determinado.

1.6 El Cliente reconoce y acepta que el Cliente es el único responsable del cumplimiento de todos los requisitos legales, normativos y de seguridad relacionados con los productos y el uso de los productos uRAD en las aplicaciones del Cliente, sin perjuicio de cualquier información o soporte relacionado con las aplicaciones que puedan ser provistas por uRAD.

1.7 En ningún caso uRAD será responsable ante el Cliente o ante terceros por daños especiales, colaterales, indirectos, punitivos, incidentales, consecuentes o ejemplares relacionados con o derivados de los productos proporcionados de aquí en adelante, independientemente de si se ha avisado a uRAD de la posibilidad de tales daños. Esta sección sobrevivirá a la finalización del período de garantía.