

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA**



**SISTEMA DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO EN TIEMPO  
REAL A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA SENTILO.**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JULIO CÉSAR TISNADO PUMA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO**

**PUNO – PERÚ**

**2017**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

SISTEMA DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO EN TIEMPO  
REAL A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA SENTILO.

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. Julio César Tisnado Puma

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ESTADÍSTICO E INFORMÁTICO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :

  
M.Sc. Ernesto Nayer Tumi Figueroa

PRIMER MIEMBRO :

  
M.Sc. Charles Ignacio Mendoza Mollocondo

SEGUNDO MIEMBRO :

  
D.Sc Leonel Coylla Idme

DIRECTOR / ASESOR :

  
D.Sc. Bernabé Canqui Flores

Área :

Informática

Tema :

Sistemas de información

Fecha de sustentación :

29/12/2017



*A mis padres, con cariño.*

## Agradecimiento

A aquellos profesores y compañeros que  
incentivaron en mí, creatividad y  
pensamiento crítico

*“Cada acto de percepción, es en cierta  
medida un acto de creación, y cada acto  
de la memoria es en cierta medida un acto  
de imaginación”*

— Oliver Sacks

**ÍNDICE GENERAL**

<b>RESUMEN .....</b>	<b>11</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1 Planteamiento de problema.....	14
1.2 Justificación del problema.....	15
1.3 Objetivos de la investigación .....	16
<b>CAPITULO II REVISIÓN DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
2.1 Sustento teórico .....	17
2.2 Antecedentes .....	76
2.3 Hipótesis .....	82
<b>CAPITULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>83</b>
3.1 Materiales.....	83
3.2 Método .....	93
<b>CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>97</b>
4.1 Prototipo de estación de monitoreo.....	97
4.2 Plataforma Sentilo.....	99
4.3 Aplicación Android .....	105
4.4 Calibración de sensores.....	108
4.6 Latencia del servidor y porcentaje de pérdida de paquetes .....	109
4.7 Revisión de datos recolectados de la presión sonora .....	112
<b>CAPITULO V CONCLUSIONES.....</b>	<b>115</b>
<b>CAPITULO VI RECOMENDACIONES .....</b>	<b>116</b>
<b>CAPITULO VII REFERENCIAS.....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>119</b>

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1 Estación de medición de ruido .....	19
Gráfico N° 2 Infografía relación tipos de ambiente y el nivel de decibeles .....	20
Gráfico N° 3 Escala de medición.....	22
Gráfico N° 4 Sonómetro digital.....	23
Gráfico N° 5 Medición con sonómetro digital .....	26
Gráfico N° 6 Estructura Plataforma Sentilo .....	53
Gráfico N° 7 Detalle estructura Plataforma Sentilo .....	57
Gráfico N° 8 Estructura del servidor de publicaciones y suscripciones.....	57
Gráfico N° 9 Estructura de la capa de transportes Sentilo .....	58
Gráfico N° 10 Estructura capa de servicios Sentilo.....	59
Gráfico N° 11 Estructura sistema operativo Android .....	61
Gráfico N° 12 Funcionamiento Tomcat .....	67
Gráfico N° 13 Funcionamiento LOOPJ.....	76
Gráfico N° 14 Instalación Android Studio -Paso 1 .....	89
Gráfico N° 15 Instalación Android Studio -Paso 2.....	90
Gráfico N° 16 Instalación Android Studio -Paso 3.....	91
Gráfico N° 17 Instalación Android Studio -Paso 4.....	91
Gráfico N° 18 Instalación SDK Android.....	92
Gráfico N° 19 Ciudad de Puno .....	94
Gráfico N° 20 Vista de perfil del prototipo de estación de monitoreo .....	97
Gráfico N° 21 Vista frontal del prototipo de estación de monitoreo .....	98
Gráfico N° 22 Vista frontal con tapa del prototipo de estación de monitoreo ..	98
Gráfico N° 23 Panel central Sentilo.....	99
Gráfico N° 24 Información del sistema Sentilo .....	100
Gráfico N° 25 Panel de proveedores Sentilo.....	100
Gráfico N° 26 Componentes Sentilo .....	101
Gráfico N° 27 Catálogos y sensores .....	101
Gráfico N° 28 Alertas Sentilo.....	102
Gráfico N° 29 Reglas de creación de alertas Sentilo .....	103
Gráfico N° 30 Tipos de sensores / actuadores Sentilo .....	103
Gráfico N° 31 Tipos de componentes.....	104
Gráfico N° 32 Visor universal Sentilo .....	104

Gráfico N° 33 Estadísticas en tiempo real Sentilo .....	105
Gráfico N° 34 Pantalla principal Aplicación Android .....	107
Gráfico N° 35 Pantalla de configuración Aplicación Android .....	108
Gráfico N° 36 Calibración de sensores .....	109
Gráfico N° 37 Prueba de latencia - Sensor 1 .....	110
Gráfico N° 38 Prueba de latencia - Sensor 2 .....	110
Gráfico N° 39 Prueba de latencia - Sensor 3 .....	110
Gráfico N° 40 Prueba de latencia - Sensor 4 .....	111
Gráfico N° 41 Prueba de latencia - Sensor 5 .....	111
Gráfico N° 42 Datos recolectados Sensor 1 .....	112
Gráfico N° 43 Datos recolectados Sensor 2 .....	112
Gráfico N° 44 Datos recolectados Sensor 3 .....	113
Gráfico N° 45 Datos recolectados Sensor 4 .....	113
Gráfico N° 46 Datos recolectados Sensor 5 .....	114

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1 Niveles máximos permisibles de ruido .....	41
Tabla 2 Media de latencia de cada sensor.....	111
Tabla 3 Media de pérdida de datos (%) de cada sensor.....	111
Tabla 4 Valores de calibración de cada sensor.....	128
Tabla 5 Valores de latencia de conexión al servidor (milisegundos).....	135
Tabla 6 Porcentaje de pérdida de paquetes de datos (%) de cada sensor.....	142
Tabla 7 Medición de la presión sonora por cada sensor (decibeles) .....	149



**ÍNDICE DE ACRÓNIMOS**

<b>AJAX</b>	Asynchronous JavaScript And XML
<b>PCM</b>	Presidencia del Consejo de Ministros
<b>OEFA</b>	Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental
<b>ECA</b>	Estándares de Calidad Ambiental
<b>JSON</b>	JavaScript Object Notation
<b>ISO</b>	International Organization for Standardization
<b>NTP</b>	Normas Técnicas Peruanasc
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud
<b>TTS</b>	Temporary Threshold Shift
<b>PTS</b>	Permanent Threshold Shift
<b>RTD</b>	Resistance Temperature Detector
<b>LCD</b>	Liquid Cristal Display
<b>API</b>	Application Programming Interface
<b>REST</b>	Representational State Transfer
<b>SQL</b>	Structured Query Language
<b>GPS</b>	Global Positioning System
<b>SSL</b>	Secure Sockets Layer

<b>REDIS</b>	Remote Dictionary Server
<b>JSP</b>	JavaServer Pages
<b>TTL</b>	Transistor-Transistor Logic
<b>JDK</b>	Java Development Kit
<b>SDK</b>	Software Development Kit
<b>SOAP</b>	Simple Object Access Protocol
<b>DOM</b>	Document Object Model
<b>MIT</b>	Massachusetts Institute of Technology
<b>WORA</b>	Write Once, Run Anywhere
<b>JVM</b>	Java Virtual Machine
<b>SIM</b>	Subscriber Identity Module
<b>UTC</b>	Tiempo Universal Coordinado
<b>XML</b>	eXtensible Markup Language
<b>MINAM</b>	Ministerio del Ambiente
<b>INEI</b>	Instituto Nacional de Estadística e Informática

## RESUMEN

En los últimos años se ha visto incrementada la contaminación sonora como consecuencia del crecimiento poblacional en distintas zonas urbanas excediendo los niveles permitidos teniendo como consecuencia directa la contaminación sonora, por esta razón se ha planteado el siguiente objetivo general, monitorear de manera efectiva y en tiempo real el ruido ambiental en espacios urbanos construyendo mapas acústicos y eventos de periodicidad. Se aplicó un tipo de investigación descriptiva y la población fueron las Zonas urbanas de la ciudad de Puno de las cuales la nuestra fue el Parque Ramón Castilla, Plaza de Armas, Mercado Laycacota y el Mercado Bellavista, los resultados a los que se ha llegado son: Se implementó un sistema de monitoreo de ruido ambiental con resultados óptimos, se diseñó un prototipo básico de estación de monitoreo para monitorear la contaminación sonora de la ciudad de Puno adaptables al entorno urbano, se visualiza y procesa en tiempo real los datos obtenidos por los sensores de presión sonora a través de la red de sensores desplegados, la plataforma demuestra una gran escalabilidad y facilidad al incorporar y juntar varios tipos de sensores.

**Palabras Clave :** Contaminación acústica, monitorización, mapas de ruido, tiempo real, smartphone

## ABSTRACT

In recent years pollution has increased as a result of population growth in other urban areas exceeding the permitted levels as a direct consequence of noise pollution, for this reason the following general objective has been raised, monitoring effectively and in real time. environmental noise in urban spaces building acoustic maps and periodicity events. A type of descriptive research was applied and the population was the urban areas of the city of Puno, of which was our Ramón Castilla Park, Plaza de Armas, Laycacota Market, Central Market the Bellavista Market. The results to what has been reached: An environmental noise monitoring system was implemented with optimal results, a basic prototype of a monitoring station was designed to monitor the noise pollution of the city of Puno adaptable to the urban environment, visualized and processed in real time, the data obtained by the sound pressure sensors through the network of sensors deployed, the platform demonstrates great scalability and ease when incorporating and joining several types of sensors.

**Keywords:** Acoustic pollution, monitoring, noise maps, real time, smartphone

## CAPÍTULO I

### INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada “Sistema de monitoreo de ruido ambiental urbano en tiempo real a través de la plataforma Sentilo” se desarrolla para brindar una alternativa fiable y económica en cuanto a monitorización de datos en tiempo real de la contaminación sonora. El presente trabajo pretende desarrollar una red de sensores basados en el concepto de Smart Cities que realice la monitorización del ruido ambiental urbano en la ciudad de Puno. El desarrollo de la red de sensores comprende los subsistemas Middleware, Service Web y plataforma gráfica de usuario para monitorizar algunos parámetros de contaminación acústica en ciudad de Puno y así poder identificar en tiempo real los sucesos ocurridos.

El procesamiento y disposición de la data obtenida permitirán que se conozcan cuantitativamente los niveles de concentración en la zona y su evolución; y que se disponga de información periódica. El siguiente trabajo se circunscribe a la zona urbana de la ciudad de Puno y su alcance comprende la integración a nivel técnico del sistema desarrollado en la infraestructura

desplegada, con los objetivos de desarrollar un sistema de información para las redes de sensores para mostrar el comportamiento periódico de la data recolectada por los sensores almacenada en una base de datos y finalmente mostrada a través de la plataforma Sentilo.

## 1.1 Planteamiento de problema

### 1.1.1 Formulación del problema

Actualmente 360 millones de personas en todo el mundo sufren pérdida de moderada a grave de la audición por diversas causas, como el ruido, enfermedades genéticas, complicaciones al nacer, determinadas enfermedades infecciosas, infecciones crónicas del oído, el uso de determinados medicamentos y el envejecimiento. Se estima que la mitad de todos los casos de pérdida de audición pueden evitarse. Para abordar el problema, la OMS coteja datos e información sobre pérdida de audición para dar a conocer su prevalencia, causas y efectos, así como las oportunidades de prevención y gestión; presta asistencia a los países en la elaboración y aplicación de programas de atención otológica que se integren en el sistema de atención primaria de salud; y ofrece recursos técnicos para la formación de los profesionales sanitarios.

En los últimos años se ha visto incrementada la contaminación sonora como consecuencia del crecimiento poblacional en la zona urbana de la ciudad de Puno, siendo que en muchas zonas de la ciudad el ruido excede los niveles permitidos convirtiéndose en contaminación sonora. Debido a que la zona urbana de Puno, se encuentra afectado por diversas actividades que realiza el hombre, el equilibrio de un ambiente adecuado

para la convivencia se ve afectado, esta situación amerita y considera la ejecución de un Plan de Monitoreo de la contaminación sonora en la ciudad de Puno a fin de disponer de información actualizada respecto a las condiciones ambientales de dichos ecosistemas que faciliten una acertada toma de decisiones posteriores. Esta problemática se origina en la falta de información permanente y fiable en el monitoreo de la contaminación sonora en la Ciudad de Puno.

## 1.2 Justificación del problema

El proyecto de investigación “SISTEMA DE MONITOREO DE RUIDO AMBIENTAL URBANO EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE LA PLATAFORMA SENTILO” se conformará por una red de sensores que transmitirán, de manera inalámbrica y en tiempo real, datos de las mediciones obtenidas para las instituciones responsables del monitoreo y mitigación ambiental. El estudio se hará en los puntos que se consideren críticos y/o afectos a la contaminación sonora en la zona urbana de la ciudad de Puno.

El desarrollo urbano en los últimos años ha venido creciendo de manera constante no acompañadas de políticas públicas que sostengan y sustenten una adecuada calidad de vida de los ciudadanos. Es así que a causa de este crecimiento tenemos factores que ahora resaltan y se relacionan directamente a la salud de las personas, uno de estos factores es el ruido, que a través de confrontaciones científicas se demostró las afecciones de este sobre la salud humana. El origen del ruido urbano proviene de distintas fuentes ya categorizadas por tipo de actividad

humana, zona y periodicidad y a pesar de existir políticas locales que regulan este aspecto, estas no ven aplicación práctica y real para su medición, alerta y consecuencia de malas prácticas por parte de la ciudadanía. Es por eso que se plantea el uso de un sistema, apoyado en la plataforma Sentilo y sensores de smartphones reciclados, para la medición del ruido ambiental en tiempo real y que este sirva como medida de alerta, además que registre y genere mapas de ruido en tiempo real y reportes de incidencia geolocalizados y por periodos de tiempo específicos aplicando el concepto de smartcities.

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivos generales**

Implementar un sistema de monitoreo de contaminación acústica en tiempo real usando la plataforma open source Sentilo y smartphones reciclados.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Implementar un sistema de monitoreo de contaminación acústica con tecnología Reciclada.
- Monitorizar la contaminación sonora en espacios urbanos
- Analizar y representar de distintas maneras los datos referidos a niveles de ruido (mapas de ruido, gráficos y tablas estadísticas) y compararlos con los niveles legales permitidos.



## CAPITULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1 Sustento teórico

##### 2.1.1. Medio ambiente

Todo empieza definiendo Medio Ambiente como señala (CARRUITERO LECCA, 2006), citando a RAUL BRAÑES, “El ambiente debe ser entendido como un sistema, vale decir, como un conjunto de elementos que interactúan entre sí, pero con la precisión de que estas interacciones provocan la aparición de nuevas propiedades globales, no inherentes a los elementos aislados, que constituyen el sistema. (...) El ambiente debe ser considerado como un todo, o como también suele decirse Holísticamente, pero teniendo en claro que ese todo no es el resto del Universo, pues algo formará parte del ambiente sólo en la medida en que pertenezca al sistema ambiental de que se trate”. Adem, CARHUATOCTO, (2009) esboza que “el ambiente es el conjunto de elementos sociales, económicos, culturales, bióticos y abióticos que interactúan en un espacio y tiempo determinado; lo cual podría graficarse

como la sumatoria de la naturaleza y las manifestaciones humanas en un lugar y tiempo concretos”

## **2.1.2 Contaminación sonora**

### **2.1.2.1 Definición**

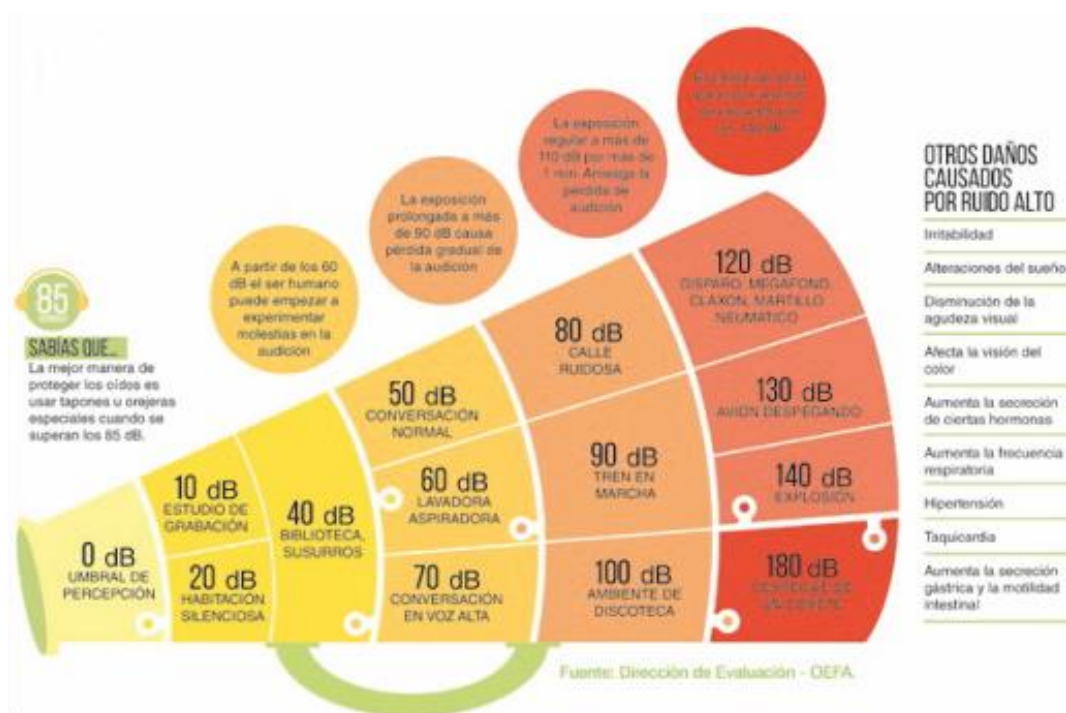
La contaminación sonora es la presencia en el ambiente de niveles de ruido que implique molestia, genere riesgos, perjudique o afecte la salud y al bienestar humano, los bienes de cualquier naturaleza o que cause efectos significativos sobre el medio ambiente. Entre los principales problemas de salud que se producen por la exposición de las personas a niveles de ruido alto, figuran enfermedades como estrés, presión alta, vértigo, insomnio, dificultades del habla y pérdida de audición. Algunas categorías de la población, como enfermos crónicos y adultos mayores, los cuales tienden a necesitar más horas de descanso que los demás, son más vulnerables que otros al ruido. Este fenómeno, además, afectaría particularmente a los niños y sus capacidades de aprendizaje.



**Gráfico N° 1 Estación de medición de ruido**

La intensidad de los distintos ruidos se mide en decibeles (dB), la unidad en la que habitualmente se expresa el nivel de presión sonora, es decir, la potencia o intensidad de los ruidos. Los decibeles son también la variación sonora más pequeña perceptible para el oído humano. El umbral de audición medido en dB tiene un escala que se inicia con cero (0) dB (nivel mínimo) y que alcanza su grado máximo con 120 dB (que es el nivel de estímulo en el que las personas empiezan a sentir dolor), un nivel de ruido comparable, por ejemplo, con el que se produce durante un concierto de rock. La Organización Mundial de la Salud recomienda que el ambiente se pueda mantener dentro de un umbral de 55 dB<sup>5</sup>. En el Gráfico N°1 se presentan ejemplos de la relación entre el tipo de ambiente y el nivel de decibeles que les corresponden. Como se puede observar, a diferentes umbrales de ruido corresponden diferentes tipos de ambiente: de cero (0) dB a 29 dB, el ambiente es silencioso; de treinta (30) dB a 79 dB, el ambiente es poco ruidoso; de ochenta (80) dB a 99 dB, el ambiente se vuelve ruidoso; de cien (100) dB a 119 dB, el ambiente es considerado

molesto; y de 120 dB en adelante, el ambiente es catalogado de insoportable. La contaminación sonora es un problema que ha ido creciendo a lo largo del último siglo, no solo en el Perú, sino en todo el mundo. Es algo que afecta el desarrollo de nuestras tareas cotidianas y que es necesario conocer y aprender a controlar. Para lograr este fin, es fundamental saber cuáles son las herramientas a nuestro alcance para protegernos y a qué Instituciones podemos acudir.



**Gráfico Nº 2 Infografía relación tipos de ambiente y el nivel de decibeles**

### 2.1.2.2 Medición

Con el objetivo de proteger la salud de los ciudadanos, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible, en el 2003 se aprobó el Decreto Supremo Nº 085-2003-PCM - Reglamento de

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, norma mediante la cual se establecieron los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido (en adelante, ECA Ruido) y los lineamientos para no excederlos. Los ECA Ruido son instrumentos de gestión ambiental prioritarios para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora; ellos establecen los niveles máximos de ruido en el ambiente que se deben respetar para proteger la salud humana<sup>6</sup>. Además, estas herramientas sirven para el diseño de normas legales y políticas públicas destinadas a la prevención y control del ruido ambiental, así como para el diseño y aplicación de instrumentos de gestión ambiental. Los ECA Ruido son utilizados para comparar los resultados obtenidos de las mediciones del ruido que se emite, estos ECA pueden variar dependiendo de la zona y horario del cual se trate. Asimismo, se utilizan para verificar el cumplimiento de las obligaciones ambientales establecidas en los instrumentos de gestión ambiental de los administrados (empresas). El Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, además, reconoce cuatro zonas de aplicación de los ECA Ruido: zonas de protección especial (es decir, áreas donde se encuentren ubicados establecimientos de salud, centros educativos, asilos y orfanatos), zonas residenciales, zonas comerciales y zonas industriales<sup>7</sup>. A cada zona de aplicación le corresponde un límite de nivel de ruido para horarios diurnos y otro para horarios nocturnos

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS EN LAEQT <sup>8</sup>	
	HORARIO DIURNO (07:01 A 22:00)	HORARIO NOCTURNO (22:01 A 07:00)
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

**Gráfico N° 3 Escala de medición**

Para realizar las mediciones del ruido necesarias, el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM contempló en su primera disposición final que, hasta que se cuente con un protocolo nacional oficial, se utilizarán dos (02) normas técnicas peruanas: (a) ISO 1996-1:1982: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte I: Magnitudes básicas y procedimientos; y, (b) ISO 1996- 2:1987: Acústica - Descripción y mediciones de ruido ambiental, Parte II: Recolección de datos pertinentes al uso de suelo. El monitoreo del ruido ambiental —es decir, la evaluación del nivel sonoro por la implicancia que tiene como impacto en el medio ambiente— brinda los insumos necesarios para que los gobiernos locales elaboren sus mapas de ruido. Para realizar las oportunas mediciones, se utilizan varios equipos; entre ellos, el más importante es el sonómetro digital, instrumento que tiene la capacidad de poder calcular el nivel continuo equivalente con ponderación A (LAeq,T), de acuerdo con lo establecido en el Reglamento que establece los ECA Ruido.



**Gráfico N° 4 Sonómetro digital**

### **2.1.2.3 Contaminación sonora en el Perú**

El procedimiento de monitoreo y medición de la contaminación sonora involucra a varias entidades, a diferentes niveles. En primer lugar, el Ministerio del Ambiente está a cargo de aprobar los ECA Ruido y las directrices para la elaboración de los planes de acción para la prevención y control de la contaminación sonora. Además, promueve y supervisa el cumplimiento de políticas ambientales sectoriales orientadas a alcanzar y mantener los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido<sup>9</sup>. Por otro lado, las municipalidades provinciales y distritales colaboran entre ellas para elaborar e implementar los planes de prevención y control de la contaminación sonora y los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia; fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones legales vigentes para prevenir y controlar la contaminación sonora; elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia; dictar normas de prevención y

control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas<sup>10</sup>. Se puede resaltar que los gobiernos locales son los competentes para evaluar, supervisar, fiscalizar y sancionar las emisiones de ruido, de acuerdo con lo establecido en sus respectivas ordenanzas municipales y conforme a los ECA Ruido. El Ministerio de Salud tiene también un papel muy importante en este proceso, ya que es el responsable de establecer o validar criterios y metodologías para la realización de la vigilancia de la contaminación sonora. Además, evalúa los programas locales de vigilancia y monitoreo de la contaminación sonora; puede inclusive encargar a instituciones públicas o privadas dichas acciones. Asimismo, hay autoridades sectoriales que emiten las normas que regulan la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia y fiscalizan el cumplimiento de dichas normas, por lo que están facultadas para encargar a terceros esta actividad. Entre sus tareas, se incluye la de verificar el cumplimiento de los ECA Ruido cuando se encuentren contenidos en un instrumento de gestión ambiental. Así, por ejemplo, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones fiscaliza el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental aprobados para la construcción de una vía expresa o de infraestructura de transporte urbano. El Instituto Nacional de Calidad (Inacal)<sup>11</sup> es parte de esta estrategia de monitoreo y medición, ya que aprueba las normas metrológicas relativas a los instrumentos para la medición de ruidos<sup>12</sup> y califica y registra a las instituciones públicas o privadas que realicen la calibración de equipos para la medición de ruidos<sup>13</sup>. Finalmente, el OEFA, como parte de su función de supervisión a entidades de fiscalización ambiental (EFA), verifica que



los gobiernos locales cumplan con esta fiscalización y les brinda constantemente asistencia técnica para el uso de sonómetros (las características requeridas para la adquisición de estos equipos dependiendo de las características de sus distritos). Por ejemplo, realiza capacitaciones masivas a funcionarios y servidores públicos de municipalidades de Lima Metropolitana y de provincias<sup>14</sup>. Vemos, entonces, que la medición de la contaminación sonora es un proceso que involucra a instituciones tanto a nivel distrital, como provincial y nacional, en el que cada ente es responsable de tareas diferentes. La colaboración entre las diferentes instancias de gobierno es fundamental para lograr una mejora en los niveles de ruido y, por lo tanto, en la calidad de vida de la población en general. El papel principal en todo este mecanismo lo juegan las municipalidades, las cuales tienen una relación más cercana con los ciudadanos.



**Gráfico N° 5 Medición con sonómetro digital**

#### **2.1.2.4 Ruido**

El ruido es un tipo de energía secundaria de los procesos o actividades que se propagan en el ambiente en forma ondulatoria compleja, desde una fuente que la genera (foco productor), trasladándose por un medio llamado atmósfera, hasta llegar al receptor a una velocidad determinada y disminuyendo su intensidad cuanto mayor es la distancia y las dificultades del entorno físico.(OEFA, 2011, pág. 5)

Es aquel sonido no deseado, que moleste perjudique o afecte a la salud de las personas.(CHANAME ORBE, 2009)

##### **2.1.2.4.1 Tipos de ruido**

En los medios urbanos es muy cardinal identificar los tipos de fuente

de ruido que se generan para así tener una mejor comprensión de los riesgos que estos ocasionan y a los que se ve expuesta la población. Así los podemos clasificar en:

- **Construcción:** El incremento de las actividades industriales, ha aumentado el desarrollo de las obras públicas. Sus molestias se producen casi siempre durante el día y están asociadas a la utilización de maquinaria pesada.
- **Establecimientos públicos:** Los locales de recreación y de diversión, casi siempre, están relacionados a actividades ruidosas. Pubs, discotecas, bares con música, fiestas, restaurantes, están asociados a ruidos nocturnos.
- **Industria:** Los procesos productivos conllevan altos niveles de ruido, afectando tanto a los trabajadores como a la población aledaña. En muchos casos, los problemas de ruido se originan debido a la expansión urbanística y al acercamiento de las zonas habitadas a las áreas industriales.
- Desde el punto de vista de la comunidad, las instalaciones industriales pueden afectar por el ruido que producen hacia el exterior de sus recintos. Los niveles de este ruido ambiental en la mayoría de los casos son bastante inferiores a 80 dB (A), por tanto no constituyen riesgo de daño directo a la audición. Su efecto perjudicial es fundamentalmente de carácter psicofisiológico, expresándose en la interferencia en actividades que requieren un cierto grado de atención o concentración mental o situaciones de descanso. Estas interferencias se producen en general en locales cerrados y el parámetro a considerar es el nivel sonoro de

emisión en el espacio receptor. De ahí que la legislación vigente en la Región Metropolitana regule tanto de día como de noche, o bien los niveles máximos admisibles frente a las fachadas de las edificaciones tanto de la propia industria como de los inmuebles afectados.

- En las industrias podemos detectar diversos tipos de fuentes, tales como motores, ventiladores, grupos electrógenos, grupos frigoríficos, extractores de humo, bombas de calor, tráfico vehicular propio de la industria, maquinaria, etc. En el caso de la pequeña y mediana industria y los talleres, su ubicación es dispersa en toda la ciudad, incluso, se localizan en viviendas u otros usos sociales, cuya interferencia no es sólo por el ruido radiado al ambiente exterior sino que transmitido estructuralmente a las viviendas vecinas.
- Aeropuertos: Dentro de los ruidos más molestos están los aviones. Su impacto no sólo afecta zonas directas, sino que también incide sobre zonas aledañas. A esto hay que sumar que el ruido provocado por aviones se agrava por la actividad propia del aeropuerto.
- Carreteras: El aumento de vehículos en las ciudades ha provocado el colapso de las vías urbanas y la consecuente construcción de nuevas vías para descongestionar los principales accesos. No obstante, esta situación ha ocasionado el origen de una nueva fuente de ruido en zonas que presentaban menores flujos vehiculares.
- Tránsito: De todos los focos de ruido presentes en la ciudad, el tránsito de vehículos destaca en relación a otras fuentes, debido a su presencia generalizada en todo el núcleo urbano.
- Además, se pueden encontrar diversas fuentes de ruido en un mismo

vehículo: el ruido de la carrocería, el tubo de escape, el motor y hasta el ruido producido por el roce del neumático con la calzada.

- También se debe considerar el aumento progresivo del parque automotriz, lo que no va acompañado con un desarrollo de los avances tecnológicos que permitan fabricar autos más silenciosos. Todo esto se ve acrecentado por el mal uso de bocinas, la eliminación de silenciadores en las motos y un mal estado de las máquinas por falta de mantención. Otro factor no menor, es el mal estado de las calzadas y el tipo de material.
- Actividad humana: La propia actividad humana es una fuente que contribuye a través de labores cotidianas y de recreación, aunque en menor medida, a elevar el nivel sonoro en las ciudades.
- En función a la periodicidad: De acuerdo a la NTP ISO 1996-1
- Ruido Estable: El ruido estable es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente de manera que no presente fluctuaciones considerables (más de 5 dB) durante más de un minuto. Ejemplo: ruido producido por una industria o una discoteca sin variaciones.
- Ruido Fluctuante: El ruido fluctuante es aquel que es emitido por cualquier tipo de fuente y que presentan fluctuaciones por encima de 5dB durante un minuto. Ejemplo: dentro del ruido estable de una discoteca, se produce una elevación de los niveles del ruido por la presentación de un show.
- Ruido Intermitente: El ruido intermitente es aquel que está presente sólo durante ciertos periodos de tiempo y que son tales que la duración de cada una de estas ocurrencias es más que 5 segundos. Ejemplo: ruido

producido por un compresor de aire, o de una avenida con poco flujo vehicular.

- **Ruido Impulsivo:** Es el ruido caracterizado por pulsos individuales de corta duración de presión sonora. La duración del ruido impulsivo suele ser menor a 1 segundo, aunque pueden ser más prolongados. Por ejemplo, el ruido producido por un disparo, una explosión en minería, vuelos de aeronaves rasantes militares, campanas de iglesia, entre otras.

### **2.1.2.5 Efectos de la contaminación sonora**

#### **2.1.2.5.1 Efectos auditivos**

La sordera o hipoacusia es una de las principales enfermedades profesionales propia del desarrollo industrial. En nuestro país se le ha considerado como la segunda enfermedad laboral más común después de la tendinitis (común en los digitadores).

De acuerdo a la OMS, en el mundo hay más de 120 millones de personas con deficiencias auditivas discapacitantes. Centraremos nuestra atención en aquellos efectos sobre la audición relacionadas con el ruido ambiental y no laboral, los cuales muchas veces son considerados "normales", cuando en realidad pueden estar causando daños irreversibles.

- **Efecto Máscara:** Cuando un sonido impide la percepción total o parcial de otros sonidos presentes, se dice que este sonido enmascara a los otros. Esto puede traer graves complicaciones cuando se trata del enmascaramiento de mensajes o señales de alerta y muy especialmente

de la comunicación hablada. Este factor de aislamiento puede disminuir la eficacia y concentración en el trabajo, aumentando incluso el riesgo de accidentes.

- **Fatiga Auditiva:** También conocido como TTS (Temporary Threshold Shift) o Cambio Temporal del Umbral Auditivo. Se trata de un déficit temporal de la sensibilidad auditiva producto de la exposición a altos niveles de ruido. Al dejar de estar expuesto al ruido, esta fatiga disminuirá gradualmente hasta recuperarse completamente. Sin embargo, si el oído es expuesto nuevamente a altos niveles de ruido antes de completarse esta recuperación, se producirá un nuevo cambio en el umbral, el cual podría hacerse permanente si estas exposiciones se tornan habituales.
- **Acufenos:** Todos alguna vez en nuestra vida hemos escuchado un silbido dentro de nuestro oído. Estos sonidos se producen por la alteración del nervio auditivo que hacen escuchar un sonido interior constante que, en casos extremos puede causar ansiedad y cambios de carácter. Este efecto se le atribuye al ruido urbano.
- **Pérdida Progresiva de la Audición:** Conocida también como PTS (Permanent Threshold Shift) o Cambio Permanente del Umbral Auditivo. Es muy habitual escuchar decir a la gente, que frecuentemente está expuesta a altos niveles de ruido, que se han "acostumbrado al ruido". Más que "acostumbramiento", lo que ocurre es que el oído no ha alcanzado a recuperarse de la fatiga auditiva o TTS, convirtiéndose paulatinamente en un cambio permanente e irreversible. La causa de esta pérdida permanente es que el ruido va matando las células auditivas, las cuales no se regeneran. Cada ser humano nace con

10.000 de estas células en cada oído. Como muchas células de nuestro organismo, éstas van muriendo en forma natural, lo que explica la sordera en los ancianos. Como esta pérdida auditiva es paulatina, las personas tienden a pensar que se han acostumbrado al ruido, lo cual es erróneo.

#### 2.1.2.5.2 Efectos no auditivos

- Trastornos del sueño: La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda que para tener un buen descanso nocturno, el ruido presente debería ser de 35 dB(A). Para niveles de ruido mayores se comenzarían a producir perturbaciones en mayor o menor grado. Por ejemplo, niveles peak de ruido muy altos (como el que provocaría una motocicleta al pasar por nuestro hogar) causarían una drástica aceleración cardíaca. Este efecto puede terminar en pacientes con hipertensión crónica.
- Ruido y embarazo: Alrededor del quinto mes de gestación, el oído del feto se hace funcional, percibiendo los ruidos propios de su entorno inmediato, correspondiente a los del propio organismo de la madre (corazón, pulmones, voz, etc.). Experimentos realizados en poblaciones ubicadas en los entornos de aeropuertos de Japón, demostraron que los niños cuyas madres vivieron el embarazo desde el principio en dichos lugares, sufren menos alteraciones que aquellos en que la madre vivió sólo desde el quinto mes hasta el nacimiento. Se despiertan fácilmente al pasar un avión y además su peso fue inferior a la norma.
- Aprendizaje: Los niños educados en ambientes ruidosos suelen ser



menos atentos a las señales sonoras y se advierten perturbaciones en su capacidad de escuchar. En los establecimientos educacionales cercanos a vías de circulación vehicular de alto tráfico o cercanos a aeropuertos, se ha detectado un retraso en el aprendizaje de la lectura. Para lograr una buena comunicación entre el profesor y los alumnos, en una sala de clases el nivel de ruido no debiera superar los 55 dB(A). En establecimientos educacionales cercanos a vías de alta circulación vehicular, este nivel suele ser superado ampliamente, lo que dificulta la comprensión, aumenta la falta de concentración y la baja en el rendimiento.

#### **2.1.2.6 Estándares técnicos de la calidad ambiental**

La sostenibilidad y mejoramiento continuo de la cantidad y calidad de los recursos naturales y del ambiente en el área de jurisdicción se protege a través de un Seguimiento y control, Planificación, Administración y Manejo Ambiental y Educación Ambiental. (ANDALUZ, 2010)

Son aquellos que consideran los niveles máximos de ruido en el ambiente exterior, los cuales no deben excederse a fin de proteger la salud humana. De esta forma, se debe conminar a las entidades encargadas de la gestión ambiental a desarrollar actividades de vigilancia y control, así como al diseño de sistemas metódicos que cuantifiquen el impacto que se genera, con el propósito de establecer las medidas de regulación e intervención requeridas para mitigar y controlar sus efectos sobre la ciudad expuesta, siendo así una de las pocas ciudades que desarrollan un proyecto de este tipo de una u otra forma incentivar a nivel nacional para

que se tome en cuenta esta contaminación que también es de suma importancia por los daños que causan a la larga del tiempo (BERNAL , 2011)

#### **2.1.2.7 Estrategias de prevención para la contaminación sonora**

- Reducción del ruido en la fuente: Es la medida más eficaz para combatir el ruido excesivo. Por lo general, el método más eficaz consiste en rediseñar o reemplazar el equipo ruidoso.
- Reducción de la transmisión acústica: Se puede reducir aún más el ruido aumentando la distancia entre las personas y la fuente sonora. Esto se puede lograr, por ejemplo, planificando la ubicación de los medios de transporte en la comunidad y, en la industria, seleccionando el emplazamiento de las fábricas.
- Disminución del período de exposición: Cuando sea necesario, se puede recurrir a una disminución del período de exposición en la industria para complementar las medidas anteriores. Esto puede lograrse por rotación del personal en los puestos de trabajo o abreviando el funcionamiento de la fuente de ruido.
- Protección del oído: Cuando sea absolutamente imposible reducir el ruido a un nivel inofensivo, es preciso recurrir a alguna forma de protección del oído, por ejemplo, tapones, orejeras o cascos especiales. También deben usarse estos dispositivos durante exposiciones ocasionales que no formen parte de la labor habitual del trabajador.

### **2.1.3 Marco legal**

#### **2.1.3.1 Constitución política del Perú**

En nuestra Constitución Política se encuentra reconocido el derecho a un ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida, reconocido en el numeral 22 del artículo 2do.

Para (CARRUITERO LECCA, Derecho del Medio Ambiente, 2006, pág. 124) citando a Raúl Brañes, señala que el derecho ambiental se puede definir como el conjunto de normas jurídicas que regulan las conductas humanas que pueden influir de una manera relevante en los procesos de interacción que tiene lugar entre los sistemas de organismos vivos y sus sistemas de ambiente, mediante la generación de efectos de los que se espera una modificación significativa de las condiciones de existencia de dichos organismos.

#### **2.1.3.2 Ley general del ambiente. ley n° 28611**

La ley general del ambiente en su artículo 115 , las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a los dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones, los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los estándares de calidad ambiental (ECA)\*.

## Artículo 115.- De los ruidos y vibraciones

115.1 Las autoridades sectoriales son responsables de normar y controlar los ruidos y las vibraciones de las actividades que se encuentran bajo su regulación, de acuerdo a lo dispuesto en sus respectivas leyes de organización y funciones.

115.2 Los gobiernos locales son responsables de normar y controlar los ruidos y vibraciones originados por las actividades domésticas y comerciales, así como por las fuentes móviles, debiendo establecer la normativa respectiva sobre la base de los ECA.

### **2.1.3.3 Estándares legales de calidad ambiental**

Los estándares de calidad ambiental del ruido son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y planificar el control de la contaminación sonora sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible.

El Artículo 2 inciso 22) de la Constitución Política del Perú establece que es deber primordial del Estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; constituyendo un derecho humano fundamental y exigible de conformidad con los compromisos internacionales suscritos por el Estado; el Artículo 67 de la Constitución Política del Perú señala que el Estado determina la política nacional del ambiente.

El Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los

Recursos Naturales, en su Artículo I del Título Preliminar, establece que es obligación de todos la conservación del ambiente y consagra la obligación del Estado de prevenir y controlar cualquier proceso de deterioro o depredación de los recursos naturales que puedan interferir con el normal desarrollo de toda forma de vida y de la sociedad;

El Artículo 105 de la Ley General de Salud, Ley N° 26842, establece que corresponde a la Autoridad de Salud competente dictar las medidas para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

Que, de conformidad con el Reglamento Nacional para la Aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se aprobó el Programa Anual 1999, para estándares de calidad ambiental y límites máximos permisibles, conformándose el Grupo de Estudio Técnico Ambiental “Estándares de Calidad del Ruido” - GESTA RUIDO, con la participación de 18 instituciones públicas y privadas que han cumplido con proponer los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido bajo la coordinación de la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud; Que, con fecha 31 de enero de 2003 fue publicado en el Diario Oficial El Peruano el proyecto conteniendo la propuesta del Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido, acompañada de la justificación correspondiente, habiéndose recibido observaciones y sugerencias las que se han incorporado en el proyecto definitivo, el que ha

sido remitido a la Presidencia de Consejo de Ministros.

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental se encuentran establecidos dentro del D.S. N° 085-2003-PCM, en el cual se establece los estándares nacionales de calidad ambiental para ruido y los lineamientos para no excederlos, con el objetivo de proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible con el propósito de promover que las políticas e inversiones públicas y privadas contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida mediante el control de la contaminación sonora se tomando en cuenta las disposiciones y principios de la Constitución Política del Perú, del Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales y la Ley General de Salud. Los ECA's consideran como parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeqT) y toman en cuenta las zonas de aplicación y horarios.

Las zonas de aplicación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido conforme al artículo 5, son: Zona Residencial, Zona Comercial, Zona Industrial, Zona Mixta y Zona de Protección Especial. Al respecto de las zonas residencial, comercial e industrial deberán haber sido establecidas como tales por la municipalidad correspondiente.

Cuando se trate de zonas mixtas, es decir residencial y comercial, el ECA se aplicará de la siguiente manera conforme el artículo 6 del citado Decreto Supremo, se aplicará el ECA de zona residencial; donde exista zona mixta Comercial - Industrial, se aplicará el ECA de zona comercial; donde exista zona mixta Industrial - Residencial, se aplicará el ECA de zona

Residencial; y donde exista zona mixta que involucre zona Residencial - Comercial - Industrial se aplicará el ECA de zona Residencial. Para lo que se tendrá en consideración la normativa sobre zonificación. Las municipalidades provinciales en coordinación con las municipalidades distritales identificarán las zonas críticas de contaminación sonora ubicadas en su jurisdicción y priorizarán las medidas necesarias a fin de alcanzar los valores establecidos en el Decreto supremo, conforme al artículo 8.

- Los Instrumentos de Gestión

Con el fin de alcanzar los ECAs de Ruido se aplicarán, entre otros, los siguientes Instrumentos de Gestión, además de los establecidos por las autoridades con competencias ambientales:

- Límites Máximos Permisibles de emisiones sonoras.
- Normas Técnicas para equipos, maquinarias y vehículos.
- Normas reguladoras de actividades de construcción y de diseño acústico en la edificación.
- Normas técnicas de acondicionamiento acústico para infraestructura vial e infraestructura en establecimientos comerciales.
- Normas y Planes de Zonificación Territorial.
- Planes de acción para el control y prevención de la contaminación sonora.
- Instrumentos económicos.
- Evaluaciones de Impacto Ambiental.
- Vigilancia y Monitoreo ambiental de Ruido.

De conformidad con el Reglamento Nacional para la aprobación de Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles, aprobado por Decreto Supremo N° 044-98-PCM, se procederá a revisar y adecuar progresivamente los Límites Máximos Permisibles existentes.

Los Límites Máximos Permisibles que se dicten con posterioridad a la presente norma deberán regirse por la misma referencia.

- Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora

Conforme al artículo 10, en las zonas que presenten A (LAeqT) superiores a los valores establecidos en el ECA, se deberá adoptar un Plan de Acción para la Prevención y Control de la Contaminación Sonora que contemple las políticas y acciones necesarias para alcanzar los estándares correspondientes a su zona en un plazo máximo de cinco (5) años contados desde la entrada en vigencia del presente Reglamento. Estos planes serán elaborados de acuerdo a lo establecido en el artículo 12 del presente Reglamento.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de protección especial alcancen los valores establecidos en el ECA, será de veinticuatro (24) meses, contados a partir de la publicación de la presente norma.

El plazo para que aquellas zonas identificadas como de críticas alcancen los valores establecidos en el ECA, será de cuatro (04) años, contados a partir de la publicación de la presente norma.



Situación	Nivel máximo permisible	Consecuencias
Zona residencial	55 dB (promedio anual sonoro)	Asegura normal comunicación hablada fuera y dentro de las viviendas.
Aislación acústica	<65 dB	Las viviendas no requieren aislación acústica adicional.
Ruido exterior a las viviendas	>70 dB	El lugar no es apto para vivir
Capacidad auditiva en vías principales	>70 dB (nivel continuo en 24 horas)	Riesgo de pérdida auditiva
Lugares aptos para dormir en vías principales	>50 dB (nivel equivalente nocturno :22 a 7 horas)	Interferencia con el sueño

**Tabla 1 Niveles máximos permisibles de ruido**

#### **2.1.3.4 Ley orgánica de Municipalidades (Ley n° 27972).**

Esta ley establece en su artículo 46 sobre la capacidad sancionadora que la facultada señala: “las normas municipales son de carácter obligatorio y su incumplimiento acarrea las sanciones correspondientes, sin perjuicio de promover las acciones judiciales sobre las responsabilidades civiles o penales a que hubiera lugar. Las ordenanzas determinan el régimen de sanciones administrativas por la infracción de sus disposiciones, estableciendo las escalas de multas en función de la gravedad de la falta así como la imposición de sanciones no pecuniarias. Las autorizaciones o licencias clausura, decomiso, retención de productos, inmobiliario, retiro de elementos antirreglamentarios, paralización de obras, demolición, internamiento de vehículos, inmovilización de productos y otras. A solicitud de la municipalidad respectiva o del ejecutor coactivo correspondiente, la policía nacional prestara su apoyo en el cumplimiento de las sanciones que se impongan bajo responsabilidad”

### **2.1.3.5 Regulación ambiental**

#### **2.1.3.5.1 Gobierno Nacional**

El gobierno central mediante los Ministerios regula en forma sectorial, otorgándoles atribuciones a fin de que ejerzan las mejores políticas y planes que contribuyan a la población, así en materia ambiental, se encuentra encargado el Ministerio del Ambiente, el cual tiene una creación novísima puesto que corresponde al 14 de mayo de 2008. Luego de los ministerios, se tiene los Gobiernos regionales, y los gobiernos locales que son representadas por las Municipalidades tanto provinciales como distritales, quienes tienen ciertas atribuciones, con la finalidad de contribuir y reglamentar dentro de su jurisdicción siempre en armonía y correspondencia al gobierno nacional.

#### **2.1.3.5.2 Ministerios**

El Poder Ejecutivo se encuentra compuesto por el Presidente de la República el consejo de ministros, quienes tienen como atribuciones principales en materia ambiental:

- Emitir las normas que regulen la generación de ruidos de las actividades que se encuentren bajo su competencia;
  - Fiscalizar el cumplimiento de dichas normas, pudiendo encargar a terceros dicha actividad.
- a) Ministerio de Transporte y Comunicaciones : En materia de regulación de ruidos, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, cuenta solamente con el Código Nacional de Tránsito, que está dirigido a los

medios de transporte público y privado, en el cual, mediante el artículo 238 señala que: “Artículo 238.- Emisión de ruidos. Está prohibido que los vehículos produzcan ruidos que superen los niveles máximos permitidos establecidos en el Reglamento Nacional de Vehículos.”

De ello se desprende que los vehículos terrestres no deben de producir ruidos que superaren los niveles máximos permitidos en el reglamento Nacional de Vehículos, en el reglamento aludido, sin embargo no se hace alusión al respecto sobre la emisión de ruidos de los vehículos automotores.

Así mismo, el artículo 98 del mismo código señala que: Artículo 98.-Uso de la bocina. El conductor sólo debe utilizar la bocina del vehículo que conduce para evitar situaciones peligrosas y no para llamar la atención de forma innecesaria. El conductor no debe causar molestias o inconvenientes a otras personas con el ruido de la bocina o del motor con aceleraciones repetidas al vacío.

En ese entender, queda claro que utilizar no debe ser utilizada para llamar la atención en forma innecesaria.

Por otro lado el Artículo 241 respecto a la Inspección técnica periódica, indica que: “Los vehículos automotores y los vehículos combinados destinados a circular por la vía pública, deben ser sometidos a una revisión técnica periódica que comprenda entre otros aspectos la verificación de las condiciones mecánicas, el control de emisiones de gases y productos de la combustión en el motor considerados tóxicos nocivos para la salud y la emisión de ruidos.”

b) Ministerio del Ambiente: El ministerio del Ambiente, es una institución gubernamental que propicia y asegura el uso sostenible, responsable, racional y ético de los recursos naturales y del medio que los sustenta.(MINISTERIO DEL AMBIENTE).

Sus principales funciones o atribuciones en materia ambiental son las siguientes.

- Formular, planificar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar la Política Nacional del Ambiente, aplicable a todos los niveles de gobierno.
- Garantizar el cumplimiento de las normas ambientales, realizando funciones de fiscalización, supervisión, evaluación y control, así como ejercer la potestad sancionadora en materia de su competencia y dirigir el régimen de fiscalización y control ambiental y el régimen de incentivos previsto por la Ley General del Ambiente (Ley N° 28611).
- Coordinar la implementación de la Política Nacional Ambiental con los sectores, los gobiernos regionales y los gobiernos locales.
- Prestar apoyo técnico a los gobiernos regionales y locales para el adecuado cumplimiento de las funciones transferidas en el marco de la descentralización.

OEFA : Es el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental, que garantiza que las actividades económicas en el Perú se desarrollen en equilibrio con el derecho de las personas a gozar de un ambiente sano. Para ello, se encarga de la evaluación, supervisión, fiscalización y sanción en materia ambiental, así como de la aplicación de los

incentivos en los sectores de minería, energía, pesquería e industria.

Se creó como un organismo técnico especializado adscrito al Ministerio del Ambiente en el 2008.(OEFA)

### **2.1.3.5.3 Gobiernos Regionales y locales**

Los Gobiernos Regionales y Locales ejercen competencias compartidas en materia de evaluación y regulación de actividades económicas y productivas dentro de su ámbito jurisdiccional y en la medida que haya operado una transferencia efectiva de competencias, recursos y capacidades, también ejercen competencias específicas para controlar y supervisar el cumplimiento de las normas, contratos, proyectos y estudios en materia ambiental así como sobre el uso racional de los recursos naturales, en su respectiva jurisdicción.

#### **a) Municipalidades provinciales**

- Elaborar e implementar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora.
- Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el D.S. N° 085-2003- PCM, con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora
- Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el D.S. N° 085-2003-PCM.

- Dictar las normas de prevención y control de la contaminación sonora para las actividades comerciales, de servicios y domésticas, en coordinación con las municipalidades distritales.
- Elaborar, en coordinación con las Municipalidades Distritales, los límites máximos permisibles de las actividades y servicios bajo su competencia.

#### b) Municipalidades distritales

- Implementar, en coordinación con las Municipalidades Provinciales, los planes de prevención y control de la contaminación sonora en su ámbito
- Fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones dadas en el D.S. N° 085-2003- PCM con el fin de prevenir y controlar la contaminación sonora en el marco establecido por la Municipalidad Provincial.
- Elaborar, establecer y aplicar la escala de sanciones para las actividades reguladas bajo su competencia que no se adecuen a lo estipulado en el presente Reglamento en el marco establecido por la Municipalidad Provincial correspondiente.

### 2.1.4 Smartcities

#### 2.1.4.1 Definición smarticies

Se refiere a un tipo de desarrollo urbano basado en la sostenibilidad que es capaz de responder adecuadamente a las necesidades básicas de instituciones, empresas, y de los propios habitantes, tanto en el plano económico, como en los aspectos operativos, sociales y ambientales. El concepto Smart City surge de la evolución de las llamadas Ciudades

Digitales, que en el año 2004 nacieron en España tras un trabajo que realizó el Ministerio de Industria de este país con la elaboración del primer programa de Ciudades Digitales que se abordaba en el mundo. Previo a la elaboración de este trabajo, la empresa española ACCEDA presidida por Enrique Ruz Bentué reunió, por primera vez en la historia, a más de 30 empresas de diversa procedencia sectorial (telecomunicaciones, seguridad, construcción, audiovisual, electrónica de consumo, material eléctrico, informática, salud, educación, etc), junto a gobiernos de regiones y ciudades españolas, para crear Comunidad Digital. El resultado de esa reunión multisectorial llevó a la presentación efímera de una ciudad de 5.000 m<sup>2</sup> que incluía viviendas, un banco, hospital, hotel, oficina de tributación, correos, oficinas de gobierno, escuela y todo en un entorno urbano con alumbrado público, semáforos, mobiliario urbano y todo lo que conformaría una ciudad verdadera, pero en una presentación de formato cinematográfico. En Comunidad Digital, Enrique Ruz presentó de la mano de empresas como ZTE, Telefónica, Siemens, Gas Natural, Prosegur, Berker, INDRA, RACE y otras, la primera Ciudad Digital; que años más tarde IBM bautizaría como Smart City.

Ciudades inteligentes, dado su origen natural de las Ciudades Digitales, se basa en el uso intenso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en prestación de servicios públicos de alta calidad y calidez, seguridad, productividad, competitividad, innovación, emprendimiento, participación, formación y capacitación.

Una ciudad o complejo urbano podrá ser calificado de inteligente en

la medida que las inversiones que se realicen en capital humano (educación permanente, enseñanza inicial, enseñanza media y superior, educación de adultos...), en aspectos sociales,<sup>1</sup> en infraestructuras de energía (electricidad, gas), tecnologías de comunicación (electrónica, Internet) e infraestructuras de transporte, contemplen y promuevan una calidad de vida elevada, un desarrollo económico-ambiental durable y sostenible, una gobernanza participativa, una gestión prudente y reflexiva de los recursos naturales, y un buen aprovechamiento del tiempo de los ciudadanos.

Las ciudades modernas, basadas en infraestructuras eficientes y durables de agua, electricidad, telecomunicaciones, gas, transportes, servicios de urgencia y seguridad, equipamientos públicos, edificaciones inteligentes de oficinas y de residencias, etc., deben orientarse a mejorar el confort de los ciudadanos, siendo cada vez más eficaces y brindando nuevos servicios de calidad, mientras que se respetan al máximo los aspectos ambientales y el uso prudente y en declive de los recursos naturales no renovables.

Actualmente, el concepto de ciudad (más "inteligente", o de espacio (más) "inteligente", es muy utilizado en marketing por parte de expertos en sociedades comerciales y en aglomeraciones urbanas. Sin embargo, en muchos casos, se pone énfasis en un solo aspecto, lo que en buena medida traiciona el concepto que se intenta desarrollar, que tiene un importante componente holístico e integral.

En efecto, una ciudad o un territorio que se considere inteligente se



manifiesta fundamentalmente por su carácter multidimensional y multifacético, en términos de actores, en cuanto a dominios clave (transportes, energía, educación, salud, residuos,4 vigilancia, economía...), y en desarrollo y utilización de tecnologías.<sup>11</sup> Naturalmente, los principales actores del sector privado implicados en un proyecto como el analizado de ciudad, territorio, barrio o edificio inteligente, son los industriales y empresarios de sectores clave, tales como energía, agua, transportes, y servicios... así como dirigentes de empresas públicas de telecomunicaciones e infraestructuras, editores, proveedores de lógicas de apoyo a la gestión, así como a la administración y a la consultoría.

#### **2.1.4.2 Smartdust**

Es una red inalámbrica de minúsculos sensores microelectromecánicos (MEMS), robots o dispositivos que pueden detectar señales de luz, temperatura, vibraciones, etc. Los dispositivos también se llaman motas (motes en inglés: de remote sensing) y se trabaja en disminuir su tamaño hasta el de un grano de arena, o incluso de una partícula de polvo. Cada dispositivo contiene sensores, circuitos que computan, tecnología de comunicaciones sin hilos bidireccional y una fuente de alimentación. Los motes recopilarían datos, realizarían cálculos y se comunicarían por radio con otros en distancias que se acercan a 1.000 pies (300 metros).

Cuando están muy juntos o apiñados, crean automáticamente redes altamente flexibles, de baja potencia con usos que se extienden desde sistemas de control del Clima a dispositivos de entretenimiento que trabajan

conjuntamente con aparatos de gestión de información específica como un PDA o un iPod.

El concepto de Smartdust fue introducido por Kristofer Pister (Universidad de California) en 2001. Una revisión reciente discute varias maneras para llevar las redes de polvo inteligente desde dimensiones del milímetro al nivel del micrómetro.

## **2.1.5 Sensores**

### **2.1.5.1 Definición sensores**

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc. Una magnitud eléctrica puede ser una resistencia eléctrica (como en una RTD), una capacidad eléctrica (como en un sensor de humedad o un sensor capacitivo), una tensión eléctrica (como en un termopar), una corriente eléctrica (como en un fototransistor), etc.

Los sensores se pueden clasificar en función de los datos de salida en:

- Digitales
- Analógicos
- Comunicación por Bus

### 2.1.5.2 Definición actuadores

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre elemento externo. Este recibe la orden de un regulador, controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos
- Motores
- Bombas

### 2.1.5.3 Definición periféricos

Periférico es la denominación genérica para designar al aparato o dispositivo auxiliar e independiente conectado a la unidad central de procesamiento o en este caso a Arduino. Se consideran periféricos a las unidades o dispositivos de hardware a través de los cuales Arduino se comunica con el exterior, y también a los sistemas que almacenan o archivan la información, sirviendo de memoria auxiliar de la memoria principal.

Ejemplos de periféricos:

- Pantallas LCD
- Teclados
- Memorias externas
- Cámaras
- Micrófonos
- Impresoras
- Pantalla táctil
- Displays numéricos
- Zumbadores
- Indicadores luminosos, etc...

## **2.1.6 Plataforma Sentilo**

### **2.1.6.1 Definición**

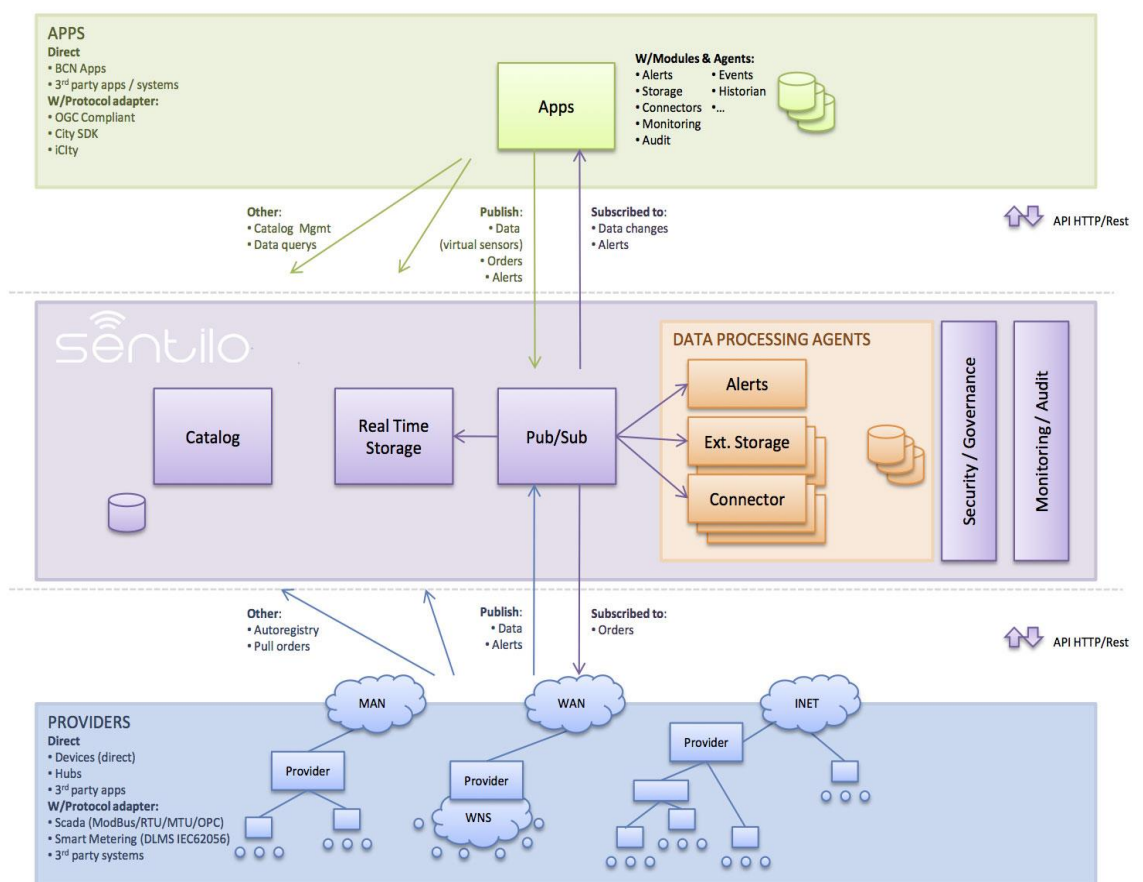
Sentilo es la pieza de arquitectura que aislará las aplicaciones que se desarrollan para explotar la información "generada por la ciudad" y la capa de sensores desplegados en la ciudad para recopilar y difundir esta información.

El Ayuntamiento de Barcelona, a través del Instituto Municipal de Informática (IMI), inició en noviembre de 2012 un proyecto concebido para definir la estrategia y las acciones necesarias para lograr el posicionamiento global de Barcelona como referencia en el ámbito de Smart Cities.

Sentilo es una plataforma de sensor y actuador de código abierto diseñada para adaptarse a la arquitectura Smart City de cualquier ciudad

que busque apertura e interoperabilidad fácil. Está construido, utilizado y respaldado por una comunidad activa y diversa de ciudades y compañías que creen que el uso de estándares abiertos y software libre es la primera decisión inteligente que debe tomar Smart City.

Para evitar soluciones verticales, Sentilo está diseñado para cruzarse con el objetivo de compartir información entre sistemas heterogéneos y para integrar fácilmente aplicaciones heredadas.



**Gráfico N° 6 Estructura Plataforma Sentilo**

### 2.1.6.2 Características

- Un front-end para el procesamiento de mensajes, con una API REST simple
- Una consola de administración para configurar el sistema y administrar

el catálogo

- Una base de datos de memoria, destinada a lograr altas tasas de rendimiento
- Una base de datos no SQL, para obtener un sistema más flexible y escalable
- Un visor universal, proporcionado como una demostración pública, que se puede usar como punto de partida para visualizadores comerciales específicos.
- Un módulo de estadísticas básicas que registra y muestra indicadores básicos de rendimiento de la plataforma.
- Una arquitectura de componente extensible, para ampliar la funcionalidad de la plataforma sin modificar el sistema central. Sentilo comienza con un conjunto inicial de agentes: uno para exportar datos a bases de datos relacionales y otro para procesar alarmas internas basadas en reglas básicas

### 2.1.6.3 Arquitectura

Sentilo es una plataforma destinada a aislar y comunicar las aplicaciones que se desarrollan para explotar la información generada desde el suelo por la capa de sensores desplegados para recoger y difundir esta información.

Sus módulos principales son:

- Restful API
- Una aplicación web que provee una consola de administración y algunos

visualizadores públicos

- Publicación de datos y sistema de suscripción
- Una base de datos de memoria para almacenar datos en tiempo real
- Una base de datos NO-SQL para almacenar datos volátiles como los catálogos del sensor
- Muchos Agentes que permiten extender las características de la plataforma

La plataforma Sentilo permite publicar y recibir información y suscribir información a los eventos del sistema . Este es un modulo java separado que usa REDIS como mecanismo de publicación y suscripción. Existen 3 tipos de información: Observaciones, alarmas y ordenes.

El cliente de comunicaciones con el mecanismo de publicación y suscripción usa el REST API proveído por la plataforma, los servicios que la API ofrece pueden dividirse en 5 grandes grupos:

- Datos: proporciona operaciones para publicar, recuperar y borrar datos
- Orden: proporciona operaciones para publicar, recuperar y borrar ordenes
- Alarma: proporciona operaciones para publicar, recuperar y borrar alarmas
- Suscribirse: proporciona operaciones para publicar, recuperar y cancelas suscripciones
- Catalogo: proporciona operaciones para insertar , actualizar, consultar y borrar recursos del catálogo (sensores, componentes y alertas)

Los AGENTES son procesos en java que expanden la funcionalidad del núcleo de la plataforma a través un sistema PLUG & PLAY usando REDIS para publicar y suscribir al mecanismo.

Sentilo provee varios tipos de agentes:

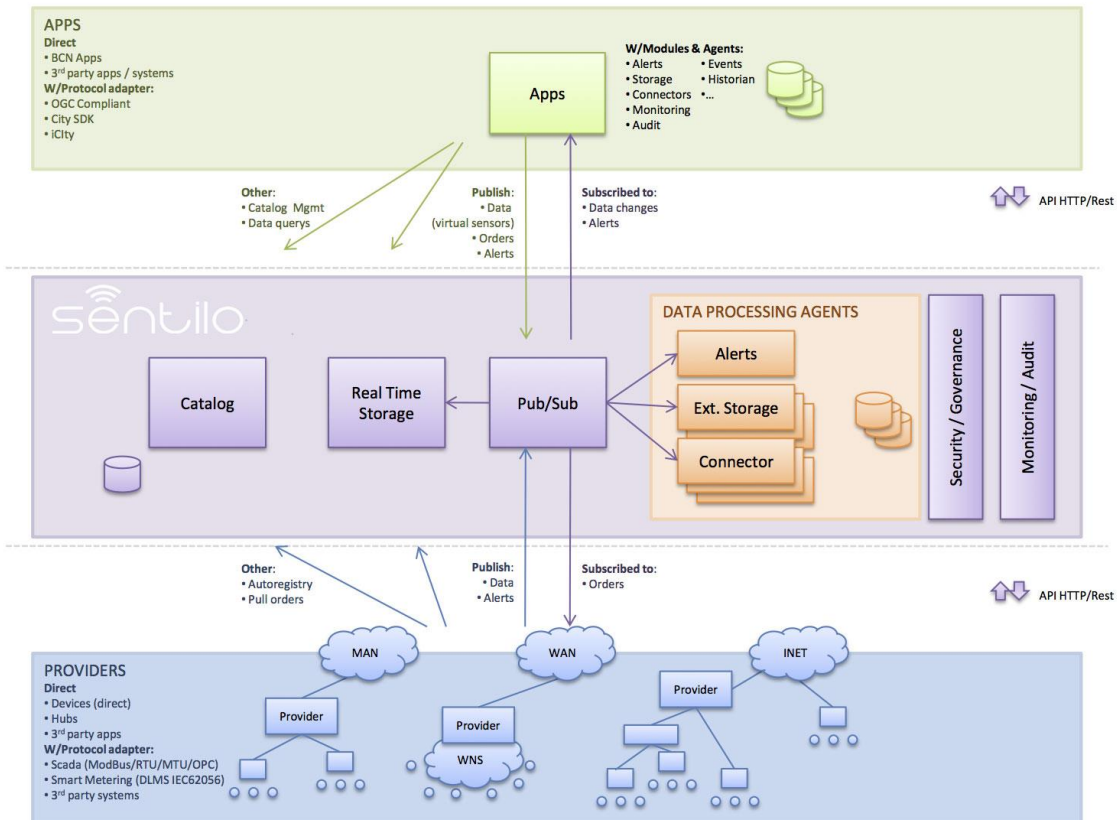
- Agente relacional de base de datos
- Agente de alerta
- Agente de actividad de monitoreo
- Agente historiador

La invocación de los diferentes servicios de REST API es segura usando un TOKEN de autenticación, este token debe enviarse en cada solicitud como un parámetro de encabezado de la solicitud HTTP llamada IDENTITY\_KEY, el cual es único para cada proveedor o aplicación del cliente y es administrada por el catálogo de la aplicación.

La consola de la plataforma web de aplicaciones permite administrar los siguientes recursos: Proveedores, aplicaciones, componentes , sensores, tipos de sensores, tipos de componentes , alertas y usuarios. Además provee una consola pública para mostrar los componentes y sensores registrados en la plataforma mientras los datos se reciben.

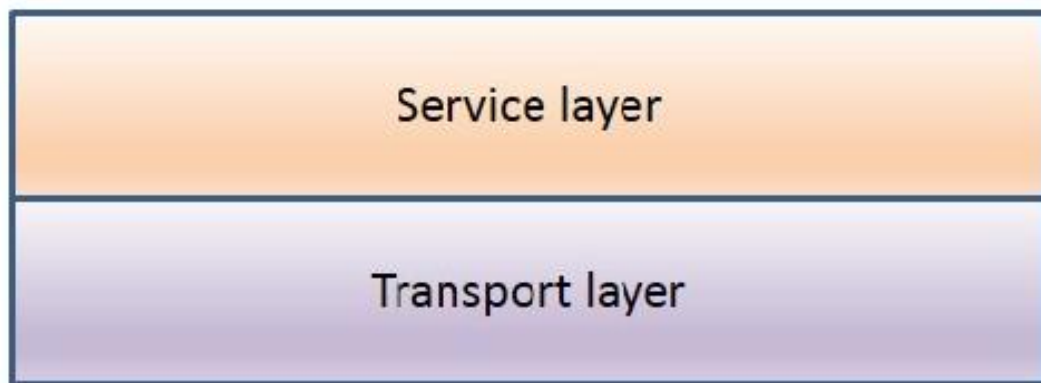
Sentilo permite administrar niveles de sensores y alertas internas que ayuden al control de la validación de los datos recibidos. A continuación vemos un esquema de la arquitectura de la plataforma





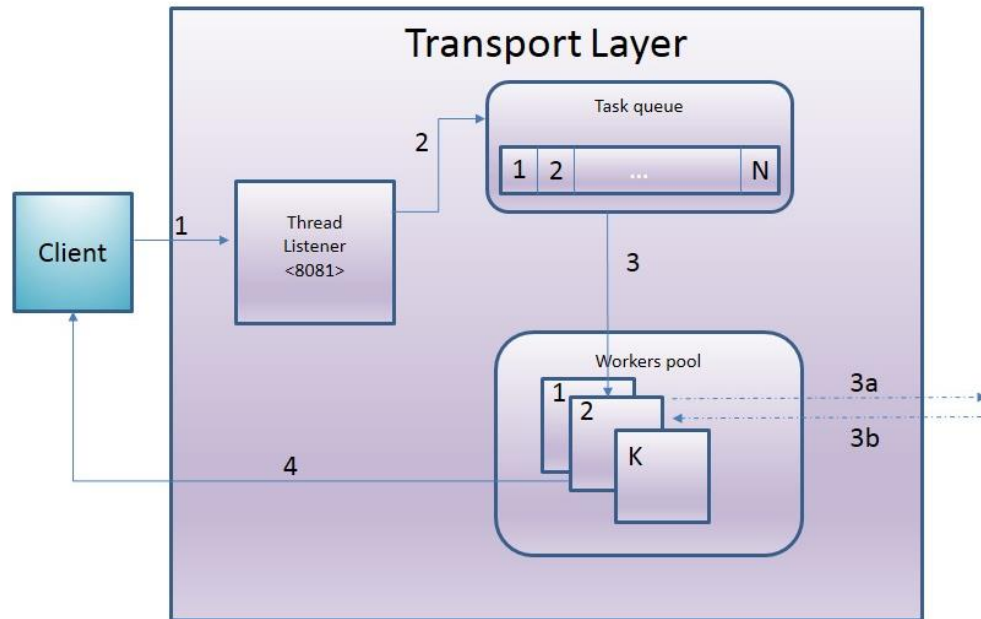
**Gráfico N° 7 Detalle estructura Plataforma Sentilo**

El servidor de publicaciones y suscripciones :



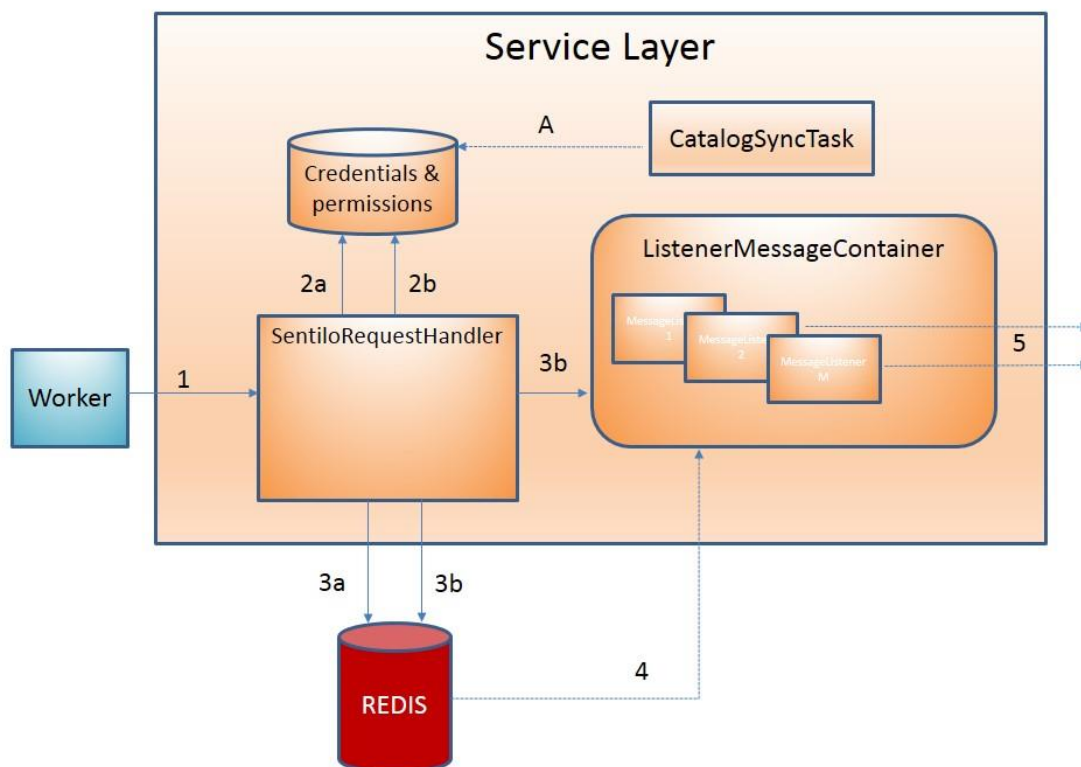
**Gráfico N° 8 Estructura del servidor de publicaciones y suscripciones**

La capa de transporte que esta implementada con la librería Apache HttpCore



**Gráfico N° 9 Estructura de la capa de transportes Sentilo**

La capa de servicio que esta diseñada con la premisa de minimizar el tiempo de las solicitudes de proceso, así todo el trabajo principal se sostiene en REDIS



**Gráfico Nº 10 Estructura capa de servicios Sentilo**

El catálogo de la aplicación web esta construido en con SPRING usando JQUERY y BOOTSTRAP para la presentación de la capa y MONGO DB para el almacenamiento de datos. La aplicación web consiste en

- Una consola pública para mostrar datos públicos de componentes y sensores y sus datos
- Una parte asegurada para la gestión de recursos: proveedores, aplicaciones de clientes, sensores, componentes, alertas, permisos, ...
- Está completamente integrado con la plataforma Publicación / Suscripción para la sincronización de datos:

- Permiso y datos de autenticación
- Registrar los datos estadísticos y los últimos datos recibidos para mostrarlos en diferentes gráficos de la aplicación web.

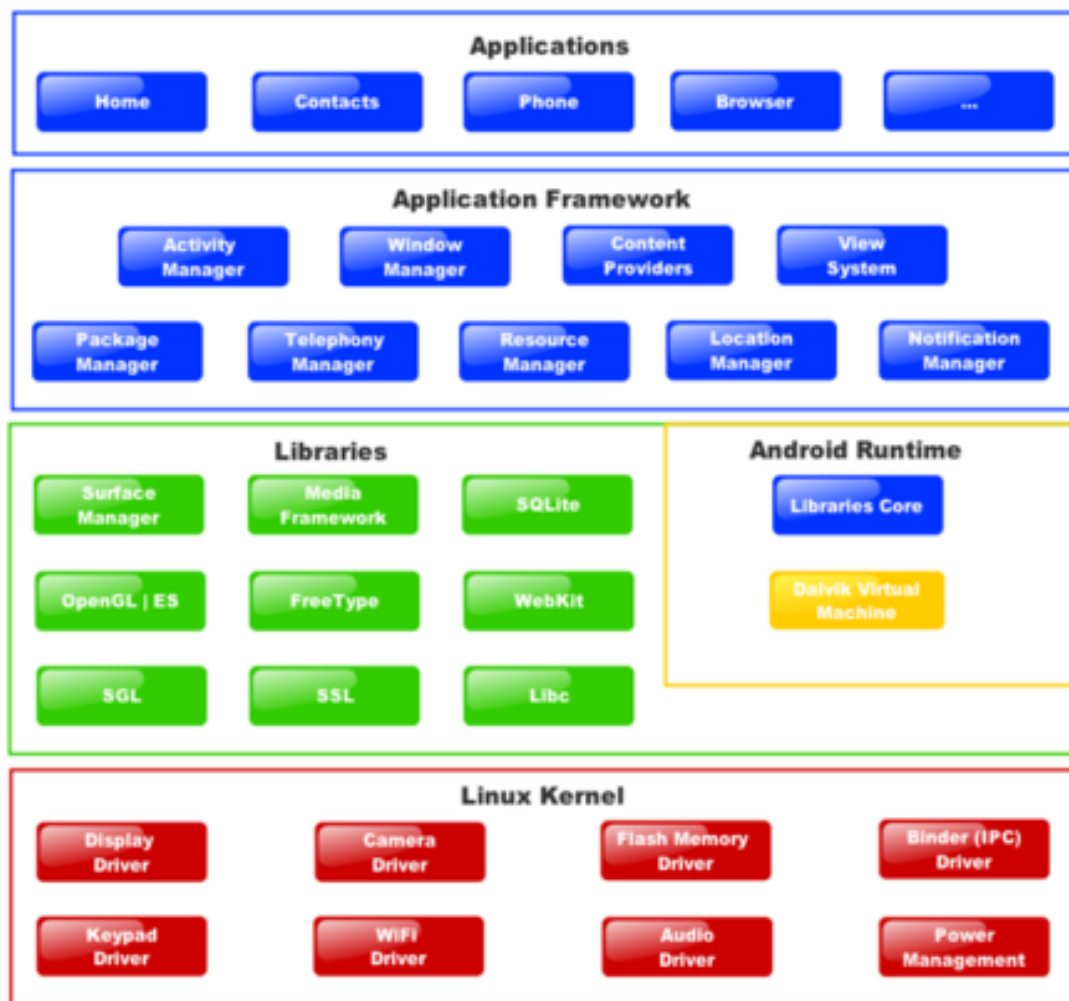
## 2.1.7 Tecnología implementada

### 2.1.7.1 Sistema operativo Android

Android es un sistema operativo para teléfonos móviles basado en Linux, un núcleo de sistema operativo libre, gratuito y multiplataforma.

El sistema permite desarrollar aplicaciones en una variación de Java llamada Dalvik. El sistema operativo proporciona todas las interfaces necesarias para desarrollar aplicaciones que accedan a las funciones del teléfono (como el GPS, las llamadas, la agenda, etc.) en el lenguaje de programación Java.

La estructura del sistema operativo Android se compone de aplicaciones que se ejecutan en un framework Java de aplicaciones orientadas a objetos sobre el núcleo de las bibliotecas de Java en una máquina virtual Dalvik con compilación en tiempo de ejecución. Las bibliotecas escritas en lenguaje C incluyen un administrador de interfaz gráfica (surface manager), un frameworkOpenCore, una base de datos relacional SQLite, una API gráfica OpenGL ES 2.0 3D, un motor de renderizado WebKit, un motor gráfico SGL, SSL y una biblioteca estándar de C Bionic.



**Gráfico N° 11 Estructura sistema operativo Android**

- **Aplicaciones:** Este nivel contiene, tanto las incluidas por defecto de Android como aquellas que el usuario vaya añadiendo posteriormente, ya sean de terceras empresas o de su propio desarrollo. Todas estas aplicaciones utilizan los servicios, las API y librerías de los niveles anteriores.
- **Framework de Aplicaciones:** Representa fundamentalmente el conjunto de herramientas de desarrollo de cualquier aplicación. Toda aplicación que se desarrolle para Android, ya sean las propias del dispositivo, las desarrolladas por Google

o terceras compañías, o incluso las que el propio usuario cree, utilizan el mismo conjunto de API y el mismo "framework", representado por este nivel.

Entre las API más importantes ubicadas aquí, se pueden encontrar las siguientes:

- Librería libc: Incluye todas las cabeceras y funciones según el estándar del lenguaje C. Todas las demás librerías se definen en este lenguaje.
- Librería Surface Manager: Es la encargada de componer los diferentes elementos de navegación de pantalla. Gestiona también las ventanas pertenecientes a las distintas aplicaciones activas en cada momento.
- OpenGL/SL y SGL: Representan las librerías gráficas y, por tanto, sustentan la capacidad gráfica de Android. OpenGL/SL maneja gráficos en 3D y permite utilizar, en caso de que esté disponible en el propio dispositivo móvil, el hardware encargado de proporcionar gráficos 3D. Por otro lado, SGL proporciona gráficos en 2D, por lo que será la librería más habitualmente utilizada por la mayoría de las aplicaciones. Una característica importante de la capacidad gráfica de Android es que es posible desarrollar aplicaciones que combinen gráficos en 3D y 2D.
- Librería Media Libraries: Proporciona todos los códecs necesarios para el contenido multimedia soportado en Android (vídeo, audio, imágenes estáticas y animadas, etc.)

- FreeType: Permite trabajar de forma rápida y sencilla con distintos tipos de fuentes.
- Librería SSL: Posibilita la utilización de dicho protocolo para establecer comunicaciones seguras.
- Librería SQLite: Creación y gestión de bases de datos relacionales.
- Librería WebKit: Proporciona un motor para las aplicaciones de tipo navegador y forma el núcleo del actual navegador incluido por defecto en la plataforma Android.
- Tiempo de ejecución de Android: Al mismo nivel que las librerías de Android se sitúa el entorno de ejecución. Éste lo constituyen las Core Libraries, que son librerías con multitud de clases Java y la máquina virtual Dalvik.
- Kernel: es la capa inferior de la plataforma y esta compuesta por un núcleo Linux (versión 2.6) que se usa como capa de abstracción de hardware (HAL, Hardware AbstractionLayer) y se encarga de gestionar los servicios básicos del sistema, tales como la gestión de memoria, la gestión de procesos, Entrada/Salida, red, etc. Cuando se emplea una HAL, las aplicaciones no acceden directamente al hardware sino que lo hacen a la capa abstracta provista por la HAL, la cual accede al hardware a través de drivers. Del mismo modo que las APIs, las HAL permiten que las aplicaciones sean independientes del hardware porque abstraen información acerca de tales sistemas, como lo son las cachés, los buses de E/S y las interrupciones. Otra factor a destacar es la sencillez para implementar el sistema para los fabricantes, los

cuales solo tienen que proveer a sus sistemas del kernel Linux adecuado, y siguiendo el modelado de drivers de Linux, comunicarlo con los distintos periféricos del dispositivo. Una vez logrado esto, simplemente se instalan el resto de capas de Android. Esto implica que si somos capaces de instalar un núcleo Linux en nuestro teléfono móvil, con acceso a todas las interfaces del móvil mediante sus correspondientes drivers (cámara, antena, etc.) podremos transformar nuestro teléfono en un googlephone. Android utiliza el núcleo de Linux 2.6 como una capa de abstracción para el hardware disponible en los dispositivos móviles. Esta capa contiene los drivers necesarios para que cualquier componente hardware pueda ser utilizado mediante las llamadas correspondientes. Siempre que un fabricante incluye un nuevo elemento de hardware, lo primero que se debe realizar para que pueda ser utilizado desde Android es crear las librerías de control o drivers necesarios dentro de este kernel de Linux embebido en el propio Android.<sup>33</sup> El kernel linux actúa como una capa intermedia entre el hardware y la capa de software. Android depende de él, para sus servicios, como el sistema de utilizado desde Android es crear las librerías de control o drivers necesarios dentro de este kernel de Linux embebido en el propio Android.

#### **2.1.7.2 Redis**

Redis es un almacén de estructura de datos de valores de clave en memoria rápido y de código abierto. Redis incorpora un conjunto de estructuras de datos en memoria versátiles que le permiten crear con



facilidad diversas aplicaciones personalizadas. Entre los casos de uso principales de Redis se encuentran el almacenamiento en caché, la administración de sesiones, pub/sub y las clasificaciones. Es el almacén de valores de clave más popular en la actualidad. Tiene licencia BSD, está escrito en código C optimizado y admite numerosos lenguajes de desarrollo. Redis es el acrónimo de REmote DIctionary Server (servidor de diccionario remoto).

- Modelo de datos: se basa en la estructura de datos del tipo diccionario o tabla de hashes que relaciona una llave a un contenido almacenado en un índice. La principal diferencia entre Redis y otros sistemas similares es que los valores no están limitados a ser de tipo string, otros tipos de datos están soportados:
  - Listas (Lists) de strings
  - Sets de strings (colecciones de elementos desordenados no repetidos)
  - hashes donde la llave y el valor son del tipo string
- Casos de uso de Redis:
  - Colas: La estructura de datos de listas de Redis facilita la implementación de una cola ligera y persistente. Las listas ofrecen operaciones atómicas, así como capacidades de bloqueo, por lo que resultan aptas para una variedad de aplicaciones que requieren un agente de mensajes fiable o una lista circular.
  - Almacenamiento en caché: Redis, situado "delante" de otra base de datos, crea una caché en memoria de alto rendimiento que

- reduce la latencia de acceso, incrementa el desempeño y alivia la carga de la base de datos relacional o NoSQL.
- Clasificaciones en tiempo real: Con la estructura de datos de conjuntos clasificados de Redis, los elementos se guardan en una lista ordenados por sus puntuaciones. Esto facilita la creación de clasificaciones dinámicas con el fin de mostrar quién va ganando en un juego o publicar los mensajes más populares, o cualquier otra aplicación en la que desee mostrar quién va a la cabeza.
  - Administración de sesiones: Redis es ideal para tareas de administración de sesiones. Simplemente utilice Redis como almacén de valores de clave rápido con TTL adecuado en las claves de sesión para administrar la información de la sesión. Normalmente, la administración de sesiones es necesaria para aplicaciones online, incluidos juegos, sitios web de comercio electrónico y plataformas de redes sociales.

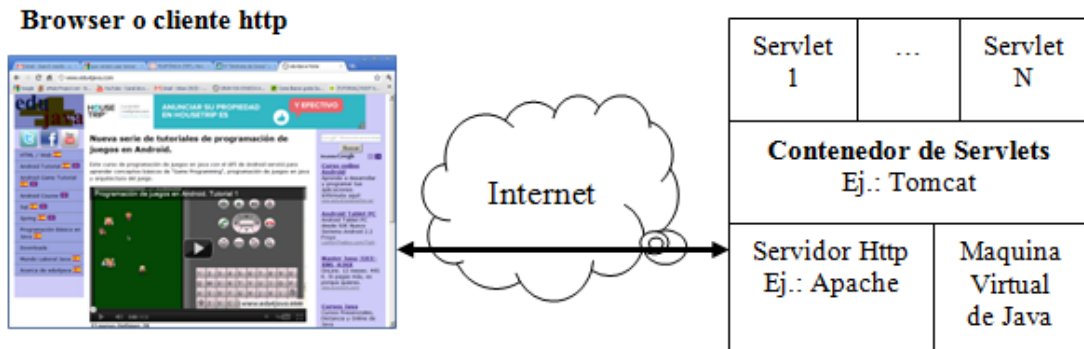
### 2.1.7.3 Tomcat

TOMCAT es un "Servlet Engine", este ofrece un "Ambiente" donde habitan los JSP y Servlets, es ahí donde se contemplan una gran cantidad de funcionalidades como: threading, manutención de sesiones, conectividad con el "Servidor de Paginas", es por esto al "Servlet Engine" también se le denomina "Web-Container".

Quizas el nombre que más salga a relucir con "Servlet Engines" es Tomcat o Jakarta Apache . Tomcat surgió de Sun Microsystem's cuando

desarrollaban un "Servidor de Paginas" que utilizara "Java",y posteriormente cedieron el código fuente a la fundación Apache.

A pesar del nombre Apache-Tomcat; Tomcat no requiere de Apache para su funcionamiento (solo requiere de un JDK ("Java Development Kit")) y es aquí donde dista un poco de las previas implementaciones.



**Gráfico N° 12 Funcionamiento Tomcat**

#### 2.1.7.4 Rest API

REST es cualquier interfaz entre sistemas que use HTTP para obtener datos o generar operaciones sobre esos datos en todos los formatos posibles, como XML y JSON. Es una alternativa en auge a otros protocolos estándar de intercambio de datos como SOAP (Simple Object Access Protocol), que disponen de una gran capacidad pero también mucha complejidad. A veces es preferible una solución más sencilla de manipulación de datos como REST. Características de REST

- Protocolo cliente/servidor sin estado: cada petición HTTP contiene toda la información necesaria para ejecutarla, lo que permite que ni cliente ni servidor necesiten recordar ningún estado previo para satisfacerla. Aunque esto es así, algunas aplicaciones HTTP incorporan memoria

caché. Se configura lo que se conoce como protocolo cliente-caché-servidor sin estado: existe la posibilidad de definir algunas respuestas a peticiones HTTP concretas como cacheables, con el objetivo de que el cliente pueda ejecutar en un futuro la misma respuesta para peticiones idénticas. De todas formas, que exista la posibilidad no significa que sea lo más recomendable.

- Las operaciones más importantes relacionadas con los datos en cualquier sistema REST y la especificación HTTP son cuatro: POST (crear), GET (leer y consultar), PUT (editar) y DELETE (eliminar).
- Los objetos en REST siempre se manipulan a partir de la URI. Es la URI y ningún otro elemento el identificador único de cada recurso de ese sistema REST. La URI nos facilita acceder a la información para su modificación o borrado, o, por ejemplo, para compartir su ubicación exacta con terceros.
- Interfaz uniforme: para la transferencia de datos en un sistema REST, este aplica acciones concretas (POST, GET, PUT y DELETE) sobre los recursos, siempre y cuando estén identificados con una URI. Esto facilita la existencia de una interfaz uniforme que sistematiza el proceso con la información.
- Sistema de capas: arquitectura jerárquica entre los componentes. Cada una de estas capas lleva a cabo una funcionalidad dentro del sistema REST.
- Uso de hipermedios: hipermedia es un término acuñado por Ted Nelson en 1965 y que es una extensión del concepto de hipertexto. Ese concepto llevado al desarrollo de páginas web es lo que permite que el

usuario puede navegar por el conjunto de objetos a través de enlaces HTML. En el caso de una API REST, el concepto de hipermedia explica la capacidad de una interfaz de desarrollo de aplicaciones de proporcionar al cliente y al usuario los enlaces adecuados para ejecutar acciones concretas sobre los datos.

#### Ventajas que ofrece REST para el desarrollo

1. Separación entre el cliente y el servidor: el protocolo REST separa totalmente la interfaz de usuario del servidor y el almacenamiento de datos. Eso tiene algunas ventajas cuando se hacen desarrollos. Por ejemplo, mejora la portabilidad de la interfaz a otro tipo de plataformas, aumenta la escalabilidad de los proyectos y permite que los distintos componentes de los desarrollos se puedan evolucionar de forma independiente.
2. Visibilidad, fiabilidad y escalabilidad. La separación entre cliente y servidor tiene una ventaja evidente y es que cualquier equipo de desarrollo puede escalar el producto sin excesivos problemas. Se puede migrar a otros servidores o realizar todo tipo de cambios en la base de datos, siempre y cuando los datos de cada una de las peticiones se envíen de forma correcta. Esta separación facilita tener en servidores distintos el front y el back y eso convierte a las aplicaciones en productos más flexibles a la hora de trabajar.
3. La API REST siempre es independiente del tipo de plataformas o lenguajes: la API REST siempre se adapta al tipo de sintaxis o plataformas con las que se estén trabajando, lo que ofrece una

gran libertad a la hora de cambiar o probar nuevos entornos dentro del desarrollo. Con una API REST se pueden tener servidores PHP, Java, Python o Node.js. Lo único que es indispensable es que las respuestas a las peticiones se hagan siempre en el lenguaje de intercambio de información usado, normalmente XML o JSON.

#### 2.1.7.5 Tecnología WEB

- HTTP: Hypertext Transfer Protocol (HTTP) o Protocolo de Transferencia de Hipertexto (HTTP) es un protocolo de la capa de aplicación para la transmisión de documentos hipermedia, como HTML.

Aquí se utiliza todo tipo de acuerdo a través de internet y hace que se facilite la definición de la parte de la gramática que estudia la forma en que se combinan y relacionan las palabras para formar secuencias mayores, cláusulas y oraciones.

La función que desempeñan las expresiones lingüísticas, donde se utiliza los distintos tipos de software web— tanto clientes como servidores de la práctica, en oposición a teoría o teórica para tener una relación de acción o sentimiento, especialmente entre un ordenador y el usuario.

El http es una ejecución de un programa, donde hay a una base de datos, traducción y otras funcionalidades donde toda la información que opera la página web mediante este protocolo es identificada mediante el URL o dirección donde hay un típica acuerdo de protocolo

HTTP que se compone de un encabezamiento seguido por una línea blanca y luego un dato donde se define la acción requerida por un servidor.

Las aplicaciones y navegaciones web donde se complementa la acción del HTTP como ocurre, por ejemplo, con las denominadas "cookies", que permiten guardar información de la sesión y la función de la que no dispone este protocolo ya que opera sin estado y requiere de la inclusión del protocolo.

- Biblioteca de Javascript JQuery: (Silva, M.S. (2008) Es una biblioteca de JavaScript, creada inicialmente por John Resig, que permite simplificar la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, manejar eventos, desarrollar animaciones y agregar interacción con la técnica AJAX a páginas web. Fue presentada el 14 de enero de 2006 en el BarCamp NYC. JQuery es la biblioteca de JavaScript más utilizada.
- JQuery es software libre y de código abierto, posee un doble licenciamiento bajo la Licencia MIT y la Licencia Pública General de GNU v2, permitiendo su uso en proyectos libres y privados. jQuery, al igual que otras bibliotecas, ofrece una serie de funcionalidades basadas en JavaScript que de otra manera requerirían de mucho más código, es decir, con las funciones propias de esta biblioteca se logran grandes resultados en menos tiempo y espacio. (<http://jquery.com/>)
- HTML (HyperTextMarkupLanguage) : Graham (1995) Es el lenguaje que todos los programas navegadores usan para presentar información en la World Wide Web (WWW). Este es un lenguaje muy sencillo que

se basa en el uso de etiquetas, consistentes en un texto ASCII encerrado dentro de un par de paréntesis angulares (<...>). Lenguaje HTML 2000

Es el lenguaje de marcado predominante para la elaboración de páginas web. Es usado para describir la estructura y el contenido en forma de texto, así como para complementar el texto con objetos tales como imágenes. HTML también puede describir, hasta un cierto punto, la apariencia de un documento, y puede incluir un script (por ejemplo, JavaScript), el cual puede afectar el comportamiento de navegadores web y otros procesadores de HTML.

#### **2.1.7.6 Lenguaje de programación JAVA**

Java es un lenguaje de programación de propósito general, concurrente, orientado a objetos que fue diseñado específicamente para tener tan pocas dependencias de implementación como fuera posible. Su intención es permitir que los desarrolladores de aplicaciones escriban el programa una vez y lo ejecuten en cualquier dispositivo (conocido en inglés como WORA, o "write once, run anywhere"), lo que quiere decir que el código que es ejecutado en una plataforma no tiene que ser recompilado para correr en otra. Java es, a partir de 2012, uno de los lenguajes de programación más populares en uso, particularmente para aplicaciones de cliente-servidor de web, con unos 10 millones de usuarios reportados.

El lenguaje de programación Java fue originalmente desarrollado por James Gosling de Sun Microsystems (la cual fue adquirida por la compañía Oracle) y publicado en 1995 como un componente fundamental de la



plataforma Java de Sun Microsystems. Su sintaxis deriva en gran medida de C y C++, pero tiene menos utilidades de bajo nivel que cualquiera de ellos. Las aplicaciones de Java son generalmente compiladas a bytecode (clase Java) que puede ejecutarse en cualquier máquina virtual Java (JVM) sin importar la arquitectura de la computadora subyacente.

La compañía Sun desarrolló la implementación de referencia original para los compiladores de Java, máquinas virtuales, y librerías de clases en 1991 y las publicó por primera vez en 1995. A partir de mayo de 2007, en cumplimiento con las especificaciones del Proceso de la Comunidad Java, Sun volvió a licenciar la mayoría de sus tecnologías de Java bajo la Licencia Pública General de GNU. Otros también han desarrollado implementaciones alternas a estas tecnologías de Sun, tales como el Compilador de Java de GNU y el GNU Classpath.

### Filosofía

El lenguaje Java se creó con cinco objetivos principales:

- Debería usar el paradigma de la programación orientada a objetos.
- Debería permitir la ejecución de un mismo programa en múltiples sistemas operativos.
- Debería incluir por defecto soporte para trabajo en red.
- Debería diseñarse para ejecutar código en sistemas remotos de forma segura.
- Debería ser fácil de usar y tomar lo mejor de otros lenguajes orientados a objetos, como C++.

- Para conseguir la ejecución de código remoto y el soporte de red, los programadores de Java a veces recurren a extensiones como CORBA (Common Object Request Broker Architecture), Internet Communications Engine o OSGi respectivamente.

#### Orientado a objetos

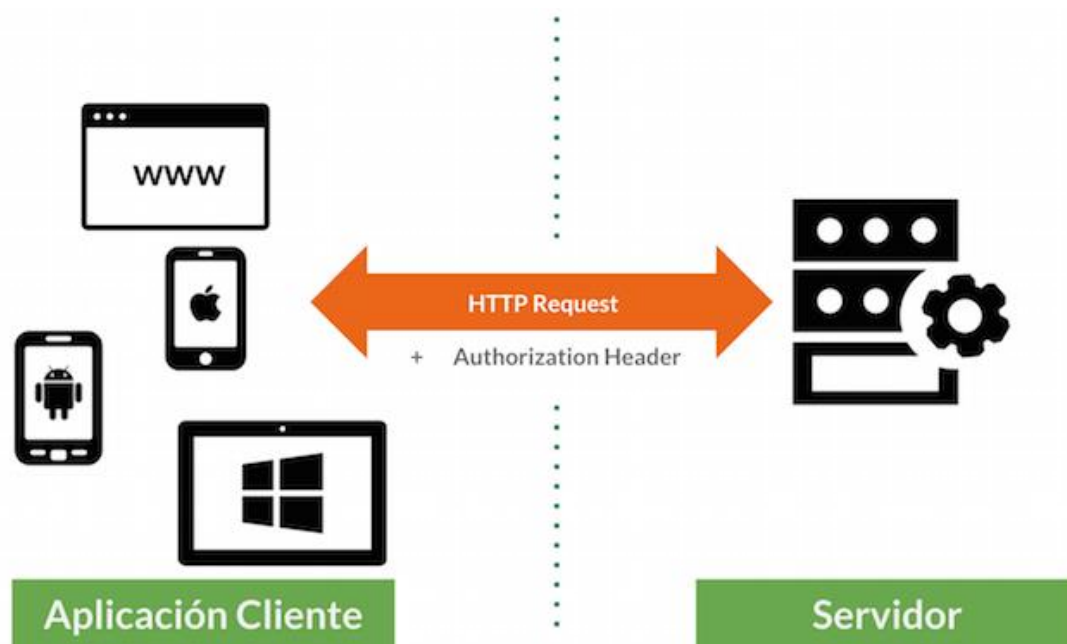
La primera característica, orientado a objetos (“OO”), se refiere a un método de programación y al diseño del lenguaje. Aunque hay muchas interpretaciones para OO, una primera idea es diseñar el software de forma que los distintos tipos de datos que usen estén unidos a sus operaciones. Así, los datos y el código (funciones o métodos) se combinan en entidades llamadas objetos. Un objeto puede verse como un paquete que contiene el “comportamiento” (el código) y el “estado” (datos). El principio es separar aquello que cambia de las cosas que permanecen inalterables. Frecuentemente, cambiar una estructura de datos implica un cambio en el código que opera sobre los mismos, o viceversa. Esta separación en objetos coherentes e independientes ofrece una base más estable para el diseño de un sistema software. El objetivo es hacer que grandes proyectos sean fáciles de gestionar y manejar, mejorando como consecuencia su calidad y reduciendo el número de proyectos fallidos. Otra de las grandes promesas de la programación orientada a objetos es la creación de entidades más genéricas (objetos) que permitan la reutilización del software entre proyectos, una de las premisas fundamentales de la Ingeniería del Software. Un objeto genérico “cliente”, por ejemplo, debería en teoría tener el mismo conjunto de comportamiento en diferentes proyectos, sobre todo

cuando estos coinciden en cierta medida, algo que suele suceder en las grandes organizaciones. En este sentido, los objetos podrían verse como piezas reutilizables que pueden emplearse en múltiples proyectos distintos, posibilitando así a la industria del software a construir proyectos de envergadura empleando componentes ya existentes y de comprobada calidad; conduciendo esto finalmente a una reducción drástica del tiempo de desarrollo. Podemos usar como ejemplo de objeto el aluminio. Una vez definidos datos (peso, maleabilidad, etc.), y su “comportamiento” (soldar dos piezas, etc.), el objeto “aluminio” puede ser reutilizado en el campo de la construcción, del automóvil, de la aviación, etc.

La reutilización del software ha experimentado resultados dispares, encontrando dos dificultades principales: el diseño de objetos realmente genéricos es pobremente comprendido, y falta una metodología para la amplia comunicación de oportunidades de reutilización. Algunas comunidades de “código abierto” (open source) quieren ayudar en este problema dando medios a los desarrolladores para diseminar la información sobre el uso y versatilidad de objetos reutilizables y bibliotecas de objetos.

#### **2.1.7.7 Librería Loopj**

Loopj es una librería para Android que nos permite realizar peticiones HTTP de manera asíncrona. Fue desarrollada por James Smith y también es conocida como "Android Asynchronous HTTP Client". Su facilidad de uso y sencillez de implementación ayudó a que se popularice y es usada por compañías como Instagram, Pinterest, y muchas otras.



**Gráfico N° 13 Funcionamiento LOOPJ**

## 2.2 Antecedentes

a) GÓMEZ, Carles y CABALLERO, José. Sensors Everywhere Wireless Network Technologies and Solutions. Los implantes quirúrgicos como los marcapasos o los audífonos contribuyen desde hace decenios a compensar las insuficiencias de distintos órganos. El proyecto WISERBAN está trabajando para mejorar enormemente su desarrollo mediante sistemas de comunicación más inteligentes entre este tipo de dispositivos y una reducción tanto de su tamaño como de la energía que consumen. (GÓMEZ, 2010).

b) Alexander Borger , Requirements for support of ubiquitous sensor network (USN) applications and services in the NGN, proporciona una descripción y las características generales de la red ubicua sensor ( USN ) y aplicaciones de USN y los servicios. También se analizan los requisitos

de servicio de las aplicaciones y servicios de USN, y especifica los requisitos de capacidad NGN prolongados o nuevos basados en los requisitos de servicio. (Borger, 2010). Convertirse en la madurez suficiente para ser utilizado para mejorar la calidad de vida, las tecnologías de redes de sensores inalámbricos se consideran como una de las áreas de investigación clave en las industrias de la informática y de las aplicaciones de la salud. Los sistemas de salud generalizados proporcionan rica información contextual y los mecanismos de alerta contra condiciones impares con monitoreo continuo. Esto reduce al mínimo la necesidad de cuidadores y ayuda a los enfermos crónicos y personas mayores de sobrevivir una vida independiente, además brinda atención de calidad para los bebés y los niños pequeños cuyos ambos padres tienen que trabajar. A pesar de tener beneficios significativos, el área tiene todavía grandes retos a los que se investigan en este trabajo. Proporcionamos varios estados de los ejemplos de la técnica junto con las consideraciones de diseño como escasa presencia, escalabilidad, eficiencia energética, seguridad y también ofrecemos un análisis exhaustivo de los beneficios y desafíos de estos sistemas.

c) En la investigación de Hara, Takahiro, Tecnologías de Redes de Sensores Inalámbricos para la Información Explosión. (HARA, 2010). proyecto como el descrito tiene que ser soportado por una infraestructura de red inalámbrica Wi-Fi de larga distancia de Telemedicina, que cubre la cuenca del río Napo en la provincia de Maynas, departamento de Loreto. Esta red interconecta 13 poblados rurales con el Hospital Regional de Loreto, la DIRESA Loreto y el albergue del Vicariato Apostólico de San José

del Amazonas en la ciudad de Iquitos. A lo largo de esta infraestructura desplegada, se podrá acondicionar la red de sensores en puntos de interés para la monitorización de la calidad de agua y aire. Por ello, se plantea la elaboración de una plataforma que permita conocer su estado.

d) Los objetivos de la red de vigilancia de ruido ambiental determinarán qué parámetros deberán medirse, dónde, cuándo y con qué frecuencia. La finalidad última de una red de vigilancia de ruido ambiental no es simplemente recopilar datos sino proporcionar la información necesaria para que los científicos, los encargados de formular políticas, las autoridades ambientales y los planificadores tomen decisiones fundamentadas sobre la gestión y mejoramiento de la calidad acústica. El monitoreo cumple un papel importante en este proceso, dado que brinda la base científica necesaria y segura para el desarrollo de políticas y estrategias, el establecimiento de objetivos y la medición del cumplimiento de las metas y medidas correctivas. No obstante, debe reconocerse que el monitoreo tiene limitaciones. En muchos casos, la medición no basta o puede resultar poco práctica para definir la exposición al ruido de la población de una ciudad o región. Ningún programa de monitoreo, aunque esté bien fundamentado y diseñado, puede aspirar a cuantificar de manera integral los niveles de presión sonora en el espacio y en el tiempo. Como mucho, el monitoreo proporciona una figura incompleta, aunque útil, de la calidad acústica actual. Por consiguiente, generalmente se debe aplicar junto con otras técnicas objetivas de evaluación, que incluyen la elaboración de modelos de simulación, la interpolación y los mapas acústicos. (Echeverri Londoño, 2009)

e) Exposure to continuous noise of 85–90 dBA, particularly over a lifetime in industrial settings, can lead to a progressive loss of hearing, with an increase in the threshold of hearing sensitivity<sup>2</sup>. Hearing impairments due to noise are a direct consequence of the effects of sound energy on the inner ear. However, the levels of environmental noise, as opposed to industrial noise, are much lower and effects on non-auditory health cannot be explained as a consequence of sound energy. If noise does cause ill-health other than hearing impairment, what might be the mechanism? It is generally believed that noise disturbs activities and communication, causing annoyance. In some cases, annoyance may lead to stress responses, then symptoms and possibly illness<sup>3</sup>. Alternatively, noise may influence health directly and not through annoyance. The response to noise may depend on characteristics of the sound, including intensity, frequency, complexity of sound, duration and the meaning of the noise. (A Stansfeld, P Matheson, 2003)

f) Si el nivel sonoro de la fuente específica y el nivel sonoro residual difieren en 10 dB o más, no hay que aplicar correcciones. El valor medido es entonces válido. Si el nivel sonoro de la fuente específica y el nivel sonoro residual difieren en 3 dB o menos no se permiten correcciones, porque la incertidumbre de la medición es grande. Sin embargo los niveles sonoros deben ser informados, declarando textualmente, en los gráficos, tablas y resultados que el valor medido no puede ser corregido para quitar el efecto del sonido residual. Si el nivel sonoro de la fuente específica y el nivel sonoro residual difieren dentro del intervalo 3 dB a 10 dB (con ponderación A), la corrección se debe realizar empleando la siguiente

ecuación general propuesta en la ISO 1996. (Lopez Molina, 2015)

$$L_{Corr} = 10 \log \left( 10^{L_{Fuente}/10} - 10^{L_{Residual}/10} \right) \text{ dB}$$

g) Sentilo is the piece of architecture that will isolate the applications that are developed to exploit the information "generated by the city" and the layer of sensors deployed across the city to collect and broadcast this information. The Barcelona City Council, through the Municipal Institute of Informatics (IMI), started in November 2012 a project conceived for define the strategy and the necessary actions in order to achieve global positioning Barcelona as a reference in the field of Smart Cities. Sentilo is an open source sensor and actuator platform designed to fit in the Smart City architecture of any city who looks for openness and easy interoperability. It's built, used, and supported by an active and diverse community of cities and companies that believe that using open standards and free software is the first smart decision a Smart City should take. In order to avoid vertical solutions, Sentilo is designed as a cross platform with the objective ofaring information between heterogeneous systems and to easily integrate legacy applications.

h) Considerando que las normativas usuales consideran como límite unos valores máximos de 65 dBA durante el día y 55 dBA durante la noche al respecto, podemos ver que, en general, atendiendo a los valores promedio, dichos máximos no se alcanzan en la primera franja horaria, se está en el límite en la segunda y se superan ampliamente en la tercera y cuarta franja. Una primera valoración es que la situación es, en general,



insatisfactoria (Vela,)

i) En resumen, el trabajo se incardina en una de las más genuinas tradiciones geográficas y de las modernas ciencias ambientales: el estudio de la relación hombre-medio (Santos, 1995; García Ballesteros, 2000), conjugando la faceta ambiental con la cara socio-demográfica. En tal sentido, coincide con pronunciamientos reiterados acerca de las líneas de desarrollo de la Geografía de la población, que apuestan por el binomio población-medio ambiente y la geodemografía aplicada (vid. Gozávez, 1992, 252; García Ballesteros, 1994, 608; Burriel de Orueta, 2002)

j) La creciente preocupación por la contaminación que ha calado en el mundo actual, la atmósfera intelectual y social de nuestro tiempo, permeable cada vez más a conceptos y valores como los de sostenibilidad y calidad ambiental y las dinámicas emergidas en torno a los mismos, los han situado dentro de la esfera de los intereses cognoscitivos, productivos y reproductivos, que movilizan a nuestras sociedades. Hoy en día ya nadie en nuestro entorno renuncia a aspirar a un medio vital de calidad. Como es bien sabido, esa calidad del ámbito donde la población desenvuelve su vida está supeditada a un alto número de componentes y, al respecto, uno de los que ha adquirido una relevancia indiscutible en los ámbitos urbanos es el ruido ambiental (vid. Muscar, 2000, 150-151; García et al., 2001; García Sanz y Garrido, 2003, cap. I).

## 2.3 Hipótesis

### 2.3.1 Hipótesis general

El sistema de monitoreo de ruido ambiental urbano recolectará y mostrará en tiempo real datos de los niveles de ruido haciendo de la plataforma Sentilo.

### 2.3.2 Hipótesis específica

- a) El diseño y modelo del sistema de monitoreo permitirá la transmisión y cálculos de datos de los sensores a través de la difusión de sus variables cuantificadas.
- b) La implementación de un prototipo para la monitorización por medio de trasmisión inalámbrica de fluida administración y acceso, es el mejor medio para brindar información de datos adquiridos.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Hardware

- Estación de trabajo (Lenovo E530)
- Sonómetro digital (WS1361C 30-130dB)
- Panel solar 7w 9v 780mah
- Baterías ion-litio
- Caja de paso 200 x 200 cm
- Abrazaderas de metal
- SIMcard (3G/4G)
- Gps Garmin Etrex 10
- Smartphones con sistema operativo Android y API > 20.1

### 3.1.2 Software

#### 3.1.2.1 Requerimientos básicos

- Sistema Operativo Windows 10 64 bits
- Sistema Operativo Linux Ubuntu 17.10
- Sublime Text versión 3.0
- Motor de base de datos en memoria REDIS
- Sistema de base de datos Nosql MongoDB
- Contenedor de servlets TOMCAT
- Java SE Development Kit 8
- Apache Maven 2.2.1
- Android SDK 24.1
- Android Studio 3

#### 3.1.2.2 Instalación de la Plataforma Sentilo

##### 3.1.2.2.1 Creación del fork desde github

Abrimos la consola y hacemos un fork

```
1. git clone https://github.com/sentilo/sentilo.git sentilo
```

##### 3.1.2.2.2 Instalación y configuración de Maven

Para instalar el plugin de maven vamos al directorio principal

(./sentilo) y ejecutamos

```
1. mvn clean install
2. mvn eclipse:clean eclipse:eclipse
```

### 3.1.2.2.3 Instalación y configuración de Redis

Ahora para la configuración del REDIS establecemos el puerto de escucha al 6379 con las siguientes propiedades

1. `jedis.pool.host = 127.0.0.1`
2. `jedis.pool.port = 6379`
3. `jedis.pool.password = sentilogit`

los cuales se configuran en los siguientes archivos

1. `sentilo - platform / sentilo - platform - service / src / main / resources / properties / jedis - config.properties`
2. `sentilo - agent - alert / src / main / resources / properties / jedis - config.properties`
3. `sentilo - agent - relational / src / main / resources / properties / jedis - config.properties`
4. `sentilo - agent - location - updater / src / main / resources / properties / jedis - config.properties`

### 3.1.2.2.4 Instalación y configuración de MongoDB

Establecemos los siguiente

1. `catalog.mongodb.host = 127.0.0.1`
2. `catalog.mongodb.port = 27017`
3. `catalog.mongodb.user = sentilo`
4. `catalog.mongodb.password = sentilo`

en los siguientes archivos

1. `sentilo - agent - alert / src / main / resources / properties / catalog - config.properties`
2. `sentilo - catalog - web / src / main / resources / properties / catalog - config.properties`

### 3.1.2.2.5 Instalación y configuración de TOMCAT

Sentilo por defecto considera que estará escuchando en el puerto 8080, para cambiar esto accedemos a los archivos

1. sentilo - platform / sentilo - platform - service / src / main / resources / properties / integration.properties
2. sentilo - agent - location - updater / src / main / resources / properties / integration.properties

establecemos la zona horaria en

1. -Duser.timezone = UTC

### 3.1.2.2.6 Carga de datos

Para hacer esto debemos definir en la siguiente línea

1. . / scripts / mongodb / init\_data.js

Los datos propios de nuestra configuración

1. rest.client.identity.key = c96a042dd0426b4e62652273e05a6ce74d0b77f8b5602e0811025066
2. catalog.rest.credentials = platform\_user: sentilo

en los siguientes archivos

1. sentilo - agent - alert / src / main / resources / properties / platform - client - config.properties
2. sentilo - catalog - web / src / main / resources / properties / catalog - config.properties
3. sentilo - platform / sentilo - platform - service / src / main / resources / properties / integration.properties

### 3.1.2.2.7 Prueba de los datos cargados

Para validar la correcta instalación de la plataforma cargaremos unos datos para probarlos. Estos datos incluyen, entre otras cosas: tipos de sensores , tipos de componentes, aplicaciones y proveedores

1. . / scripts / mongodb / init\_test\_data.js

Y en la consola ejecutamos el siguiente comando

1. mongo - u sentilo - p sentilo sentilo init\_test\_data.js

### 3.1.2.2.8 Instalación del Web App Catalog

Después de construir Sentilo para instalar el Web App Catalog solo

necesitamos desplegar el artefacto WAR en nuestro servidor TOMCAT .

Encontraremos el artefacto WAR en el siguiente subdirectorio

1. `./sentilo - catalog - web / target / sentilo - catalog - web.war`

### 3.1.2.2.9 Instalación del servidor de suscripción/publicación

Copiamos estos los directorios (repo y bin) dentro de nuestro componente principal y ejecutamos el siguiente script

1. `$.sentilo - server / bin / sentilo - server`

### 3.1.2.2.10 Instalación de los agentes

Ejecutamos en la consola

1. `$.sentilo - agent - alert / bin / sentilo - agent - alert - server`

Ahora configuramos los siguientes archivos

1. `./sentilo - agent - relational / src / main / resources / properties / subscription.properties`
2. `./sentilo - agent - relational / src / main / resources / properties / relational - client - config.properties`

Y modificamos las siguientes propiedades

1. `# Properties to configure the batch update process`
2. `relational.batch.size = 10`
3. `relational.batch.workers.size = 3`
4. `relational.batch.max.retries = 1`

### 3.1.2.2.11 Instalación del monitor de actividad

Modificamos las siguientes propiedades

1. `# Properties to configure the batch update process`
2. `batch.size = 10`
3. `batch.workers.size = 3`
4. `batch.max.retries = 1`

y ejecutamos en línea de comando

1. `$.sentilo - agent - activity - monitor / bin / sentilo - agent - activity - monitor - server`

### 3.1.2.2.12 Habilitación de las instancias multi-tenant

Modificamos el archivo XML de catálogo a la siguiente configuración

```

1. <!--
2.     <filter>
3.         <filter-name>UrlRewriteFilter</filter-name>
4.         <filter-
5.             <class>org.tuckey.web.filters.urlrewrite.UrlRewriteFilter</filter-class>
6.         <init-param>
7.             <param-name>logLevel</param-name>
8.             <param-value>slf4j</param-value>
9.         </init-param>
10.    </filter>
11.
12.    <filter>
13.        <filter-name>tenantInterceptorFilter</filter-name>
14.        <filter-
15.            <class>org.sentilo.web.catalog.web.TenantInterceptorFilter</filter-
16.            <class>
17.        </filter>
18. -->
19. <!--
20.     <filter-mapping>
21.         <filter-name>tenantInterceptorFilter</filter-name>
22.         <url-pattern>*</url-pattern>
23.         <dispatcher>REQUEST</dispatcher>
24.     </filter-mapping>
25.     <filter-mapping>
26.         <filter-name>UrlRewriteFilter</filter-name>
27.         <url-pattern>*</url-pattern>
28.         <dispatcher>REQUEST</dispatcher>
29.         <dispatcher>FORWARD</dispatcher>
30.     </filter-mapping>
31. -->

```

### 3.1.2.2.13 Habilitación del acceso anónimo al REST API

Por defecto el acceso anónimo al API REST esta deshabilitado lo que significa que todas las peticiones al REST API deben tener de cabecera la `identity_key`

Para modificar esto vamos al siguiente archivo

```

1. sentilo - platform / sentilo - platform - server / src / main / resources
   / properties / config.properties

```



### 3.1.2.3 Instalación de Android Studio y el SDK

Como requisitos previos de la instalación del SDK y el Android estudio es necesario instalar el JDK , descargándolo de

1. <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/downloads/jdk8-downloads-2133151.html>

Ahora , luego de descargar e instalar el JDK descargamos el Android Studio de

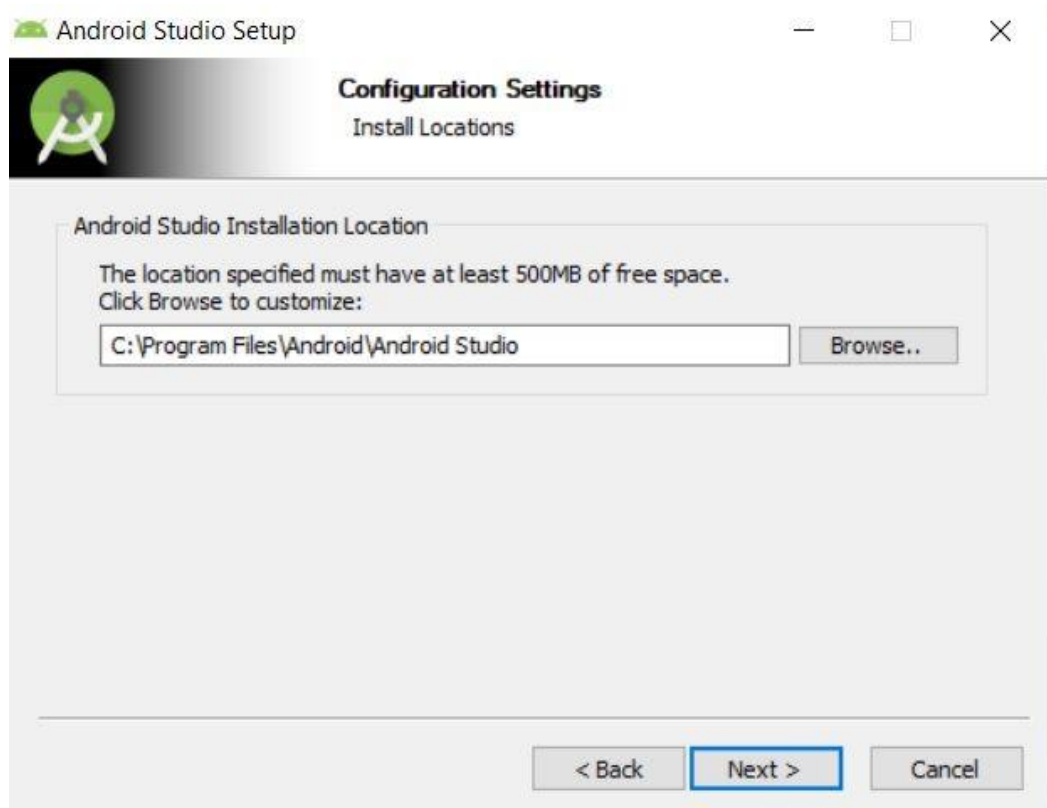
1. <https://developer.android.com/studio/>

y ejecutamos el instalador en un entorno Windows



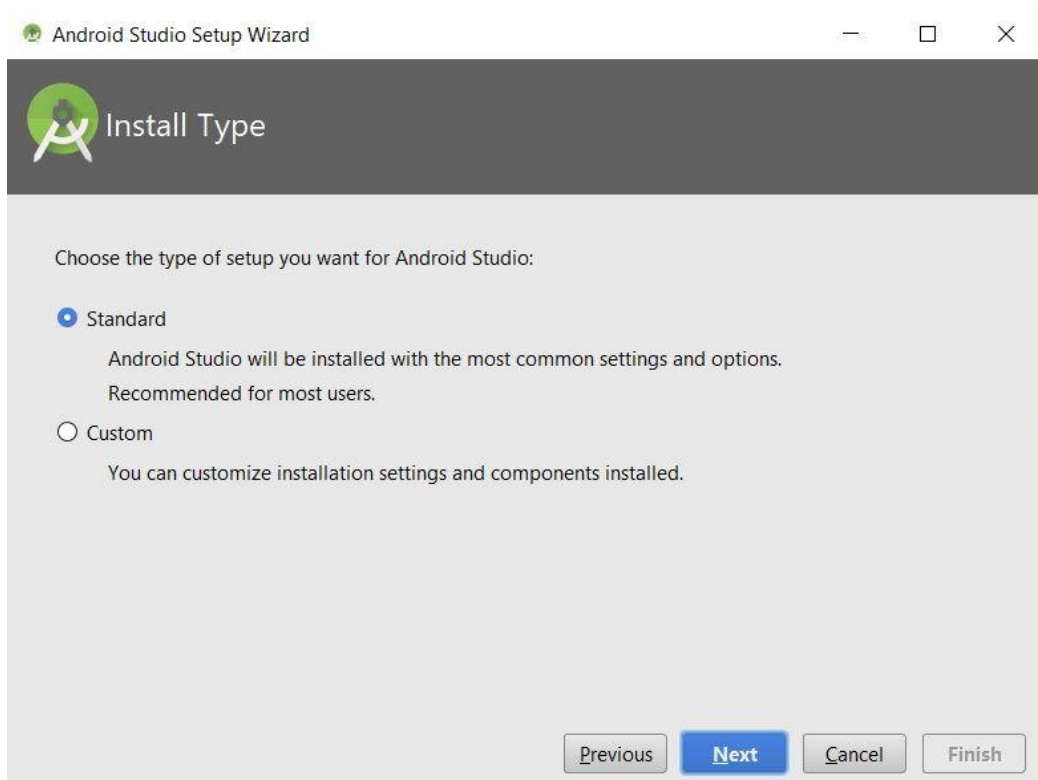
**Gráfico N° 14 Instalación Android Studio -Paso 1**

Escogemos la ruta de instalación



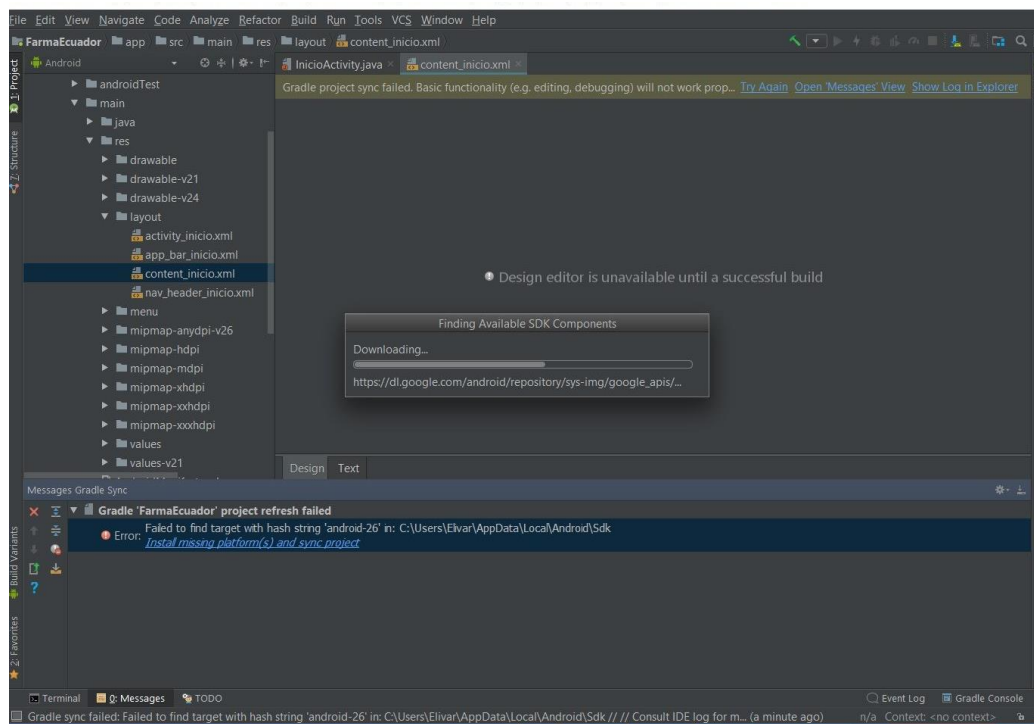
**Gráfico N° 15 Instalación Android Studio -Paso 2**

Escogemos el tipo de instalación



**Gráfico N° 16 Instalación Android Studio -Paso 3**

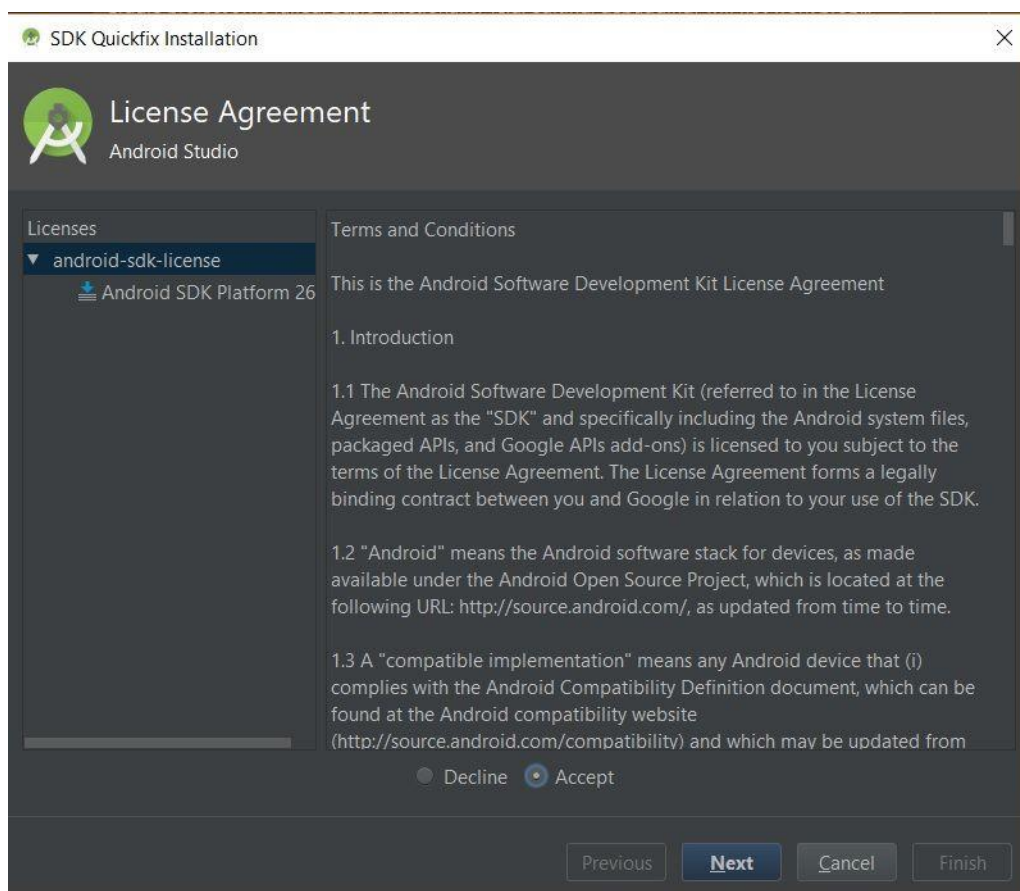
Esperamos que se actualicen algunos componentes



**Gráfico N° 17 Instalación Android Studio -Paso 4**

Y ahora instalamos el SDK para eso aceptamos los términos y

condiciones y escogemos la versión del sdk



**Gráfico N° 18 Instalación SDK Android**

### 3.1.2.4 Test de conexión y envío de datos a través del REST API

Configuramos el string del rest API y ejecutamos

1. <http://127.0.0.1/data/rec/RE0012?limit=20&from=13/011/2017T10:00:00>

lo que nos devuelve y demuestra la conexión correcta

```

1. {
2.   "observations": [{
3.     "value": "28.61132406103821",
4.     "timestamp": "13/11/2017T09:00:00",
5.     "time": 1510558200000
6.   }, {
7.     "value": "20.795568440010314",
8.     "timestamp": "13/11/2017T08:30:00",
9.     "time": 1510558200000
10.  }, {
11.    "value": "31.01104902496022",
12.    "timestamp": "13/11/2017T08:30:00",
13.    "time": 1510558200000
14.  }, {
15.    "value": "32.21815604583700",
16.    "timestamp": "13/11/2017T08:16:38",

```

```
17.         "time": 1510558200000
18.     }, {
19.         "value": "39.16265618303311",
20.         "timestamp": "13/11/2017T07:16:38",
21.         "time": 1510558200000
22.     }, {
23.         "value": "39.59685904585561",
24.         "timestamp": "13/11/2017T06:16:38",
25.         "time": 1510558200000
26.     }, {
27.         "value": "41.11406022800341",
28.         "timestamp": "13/11/2017T05:16:38",
29.         "time": 1510558200000
30.     }, {
31.         "value": "21.15303676541521",
32.         "timestamp": "13/11/2017T04:16:38",
33.         "time": 1510558200000
34.     }, {
35.         "value": "25.5801161120024",
36.         "timestamp": "13/11/2017T03:16:38",
37.         "time": 1510558200000
38.     }, {
39.         "value": "26.658086241598965",
40.         "timestamp": "13/11/2017T02:16:38",
41.         "time": 1510558200000
42.     } ]
43. }
```

## 3.2 Método

### 3.2.1 Ubicación geográfica del estudio

Ciudad de Puno, capital de la región de Puno, al sur este del Perú. Está ubicada entre las coordenadas geográficas 15°50'15"S 70°01'18"O. Su extensión abarca desde la isla Esteves al noroeste, el centro poblado de Alto Puno al norte y se extiende hasta el centro poblado de Jallihuaya al sur. Actualmente tiene una extensión de 1566.64 hectáreas.



**Gráfico N° 19 Ciudad de Puno**

### 3.2.2 Población y muestra del estudio

La población de nuestro estudio son todas las zonas urbanas de la ciudad de Puno que según estimaciones del INEI posee alrededor de 180.000 habitantes, de las cuales para nuestra muestra focalizamos 5 puntos según los parámetros de medición del ruido ambiental. Según el Protocolo se toma como base los criterios técnicos descritos en las Normas Técnicas Peruanas aprobadas por el INDECOP y el Protocolo de Monitoreo elaborada por la OEFA. Es ahí, en los siguientes puntos donde se instalaron las estaciones para la medición del ruido ambiental.

- Punto 1: Mercado Central  
Ubicación: 15°50'15.9"S 70°01'35.2"W
- Punto 2: Parque Ramón Castilla

Ubicación: 15°50'24.3"S 70°01'18.1"W

- Punto 3:Plaza de Armas

Ubicación: 15°50'26.8"S 70°01'40.1"W

- Punto 4:Mercado Laycacota

Ubicación: 15°50'48.5"S 70°01'17.9"W

- Punto 5:Mercado Bellavista

Ubicación: 15°50'03.0"S 70°01'25.6"W

### 3.2.3 Tipo de estudio

Es exploratoria, porque se examina un tema o problema de investigación poco estudiado y descriptiva porque no se da la manipulación de variables, estas se observan y se describen tal como se presentan en la realidad.

### 3.2.4 Técnicas e instrumentos

#### a) Técnicas

Las técnicas utilizadas fueron:

La observación: es una técnica de recopilación de datos semi – primaria por la cual el investigador actúa sobre los hechos a veces con la ayuda de algunos instrumentos.

#### b) Instrumentos

Se usarán 5 estaciones de monitoreo que recopilarán datos del ruido ambiental y serán enviados hacia la plataforma Sentilo en tiempo real cada 5 minutos.

### 3.3 Validación de hipótesis

Calculamos los valores estadísticos de la latencia de los sensores hacia el servidor (en milisegundos)

<b>MIN</b>	<b>146</b>
<b>MAX</b>	290
<b>TOTAL</b>	1440
<b>RANGO</b>	144
<b>INTERVALOS DE CLASE</b>	11.52366382
<b>TAMAÑO</b>	48
<b>MEDIA</b>	210.9833

Con estos valores hallamos la Z calculada con un valor de significancia de 0.01 nos da: 0.499999838 que comparada con la Z tabulada resulta estar dentro de la zona de aceptación por lo tanto se acepta la hipótesis principal.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Prototipo de estación de monitoreo

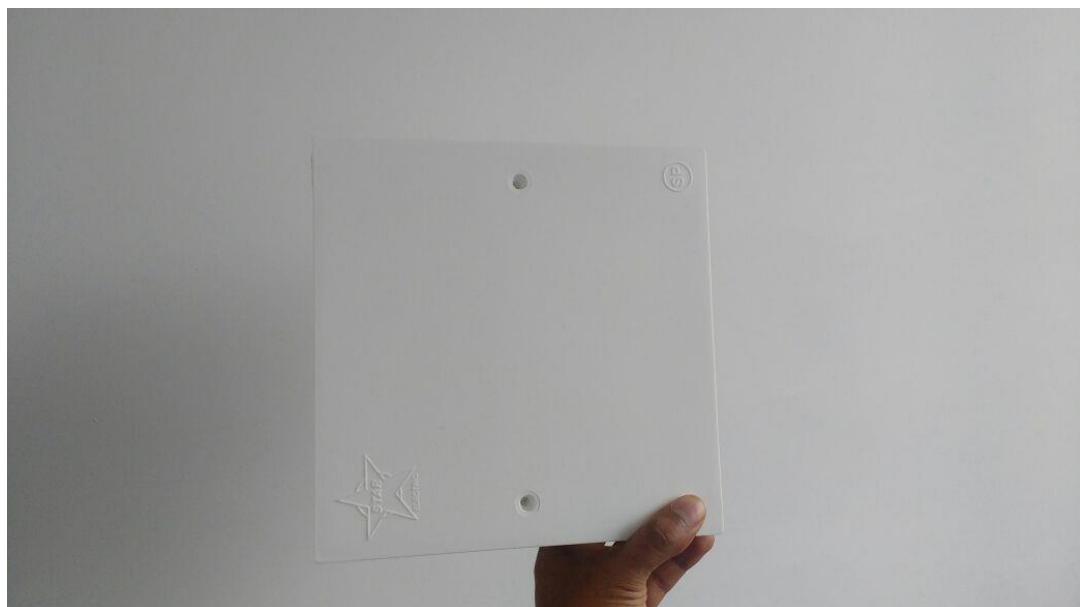
La estación de monitoreo consiste en una caja de paso (200 x200) de plástico que contiene el Smartphone calibrado y una placa fotovoltaica encima de el para la alimentación de energía. Además de tener una abrazadera para facilitar la fijación de la estación en diferentes lugares.



*Gráfico N° 20 Vista de perfil del prototipo de estación de monitoreo*



**Gráfico N° 21 Vista frontal del prototipo de estación de monitoreo**

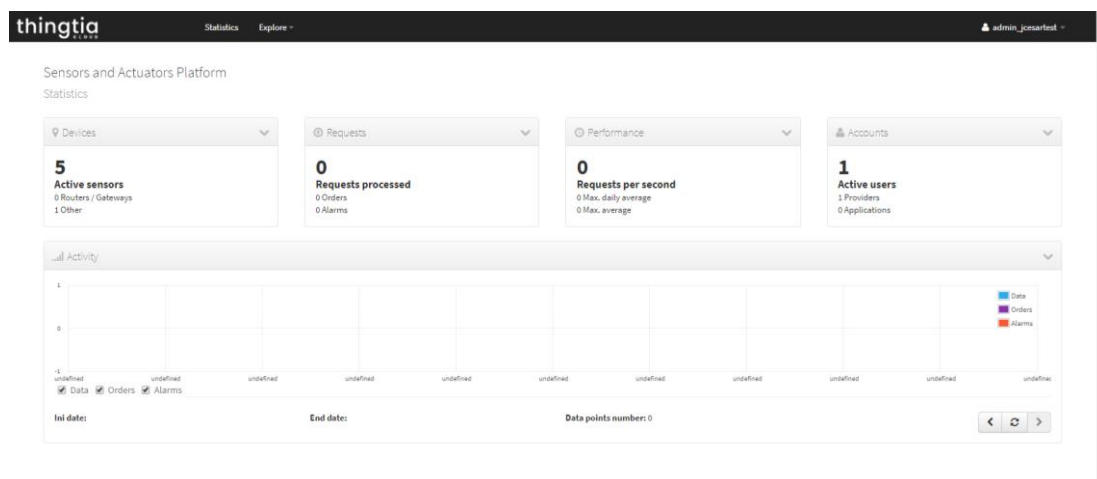


**Gráfico N° 22 Vista frontal con tapa del prototipo de estación de monitoreo**

## 4.2 Plataforma Sentilo

### 4.2.1 Panel central

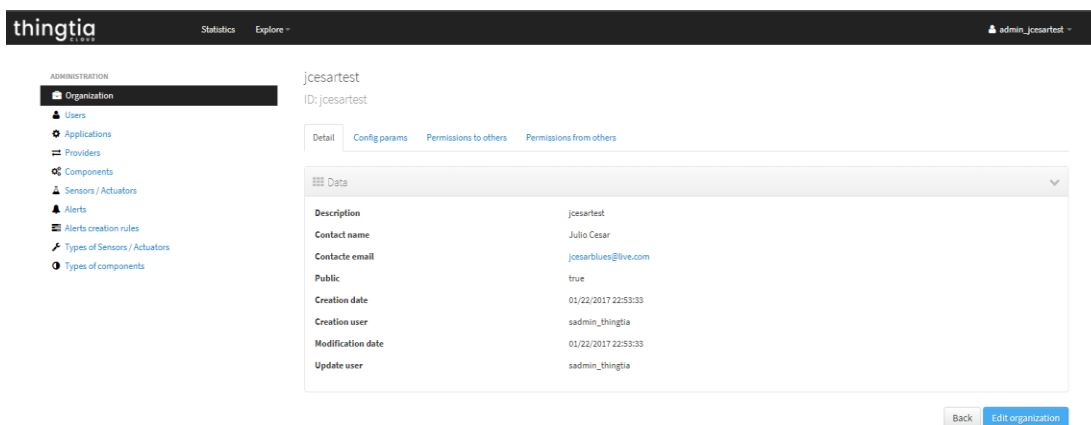
Panel central de la plataforma Sentilo donde muestra el menú para acceder a las demás funcionalidades.



**Gráfico N° 23 Panel central Sentilo**

### 4.2.2 Información del sistema

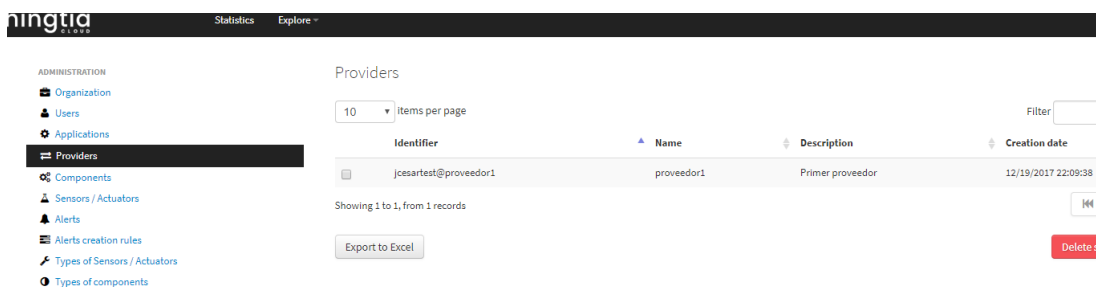
Panel que muestra la configuración del administrador principal, como ID, correo electrónico, así como los parámetros de configuración, autorización a otros usuarios y solicitudes de acceso a otros usuarios.



**Gráfico N° 24 Información del sistema Sentilo**

### 4.2.3 Panel de proveedores

Se muestra los proveedores de la plataforma



Thingtia© 2016 Opentrends Sentilo® 2013 Institut Municipal Informàtica

**Gráfico N° 25 Panel de proveedores Sentilo**

### 4.2.4 Componentes

Este panel muestra las propiedades del grupo de componentes seleccionados, en nuestro estudio solo hemos habilitado un solo tipo de componente. Aquí se especifica las características técnicas de cada grupo de componentes.

The screenshot shows the 'Componente1' details page in the Thingtia interface. The left sidebar contains a navigation menu with 'Components' selected. The main content area shows the component's ID as 'ID:jcesartest@proveedor1.Componente1' and a 'Data' section with the following information:

Organization	jcesartest
Type	air_quality
Description	Componente1 medición, Medidor de ruido ambiental
Provider	jcesartest@proveedor1
Access type	Public
Creation date	12/19/2017 22:53:33
Update date	12/19/2017 22:53:33
Tags	
Location	Static

**Gráfico Nº 26 Componentes Sentilo**

### 4.2.5 Catálogo y sensores

En este panel se muestra y establece la información de cada sensor o actuador de la plataforma pudiendo para cada uno de ellos editar su información técnica hasta establecer el tipo de información que recoge y sus unidades de medida. En nuestro estudio observamos los 5 sensores instalados.

The screenshot shows the 'Sensors / Actuators' list in the Thingtia interface. The table displays the following data:

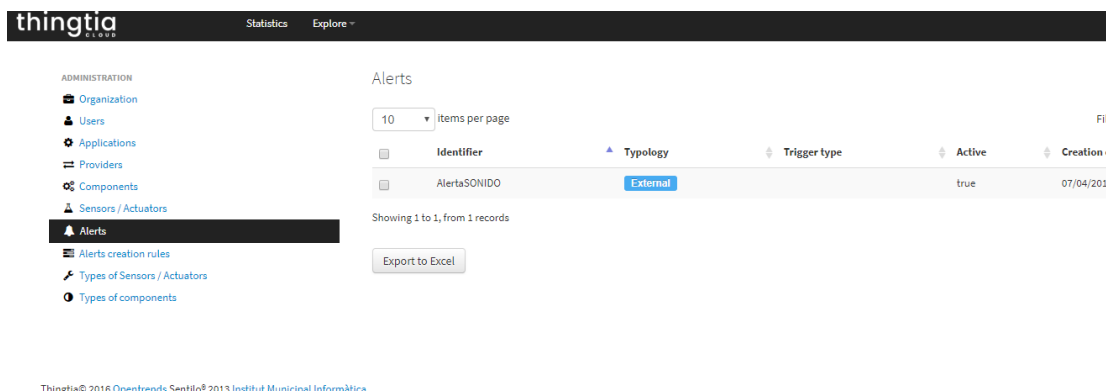
Sensor / Actuador	Provider	Type	Public	State	Substate	Creation date
Sensor1	jcesartest@proveedor1	noise	true	online		12/19/2017 22:55:36
sensor2	jcesartest@proveedor1	noise	false	online		12/29/2017 15:09:01
sensor3	jcesartest@proveedor1	noise	false	offline		12/29/2017 15:10:53
sensor4	jcesartest@proveedor1	noise	false	online		12/29/2017 15:11:20
sensor5	jcesartest@proveedor1	noise	true	online		12/29/2017 15:12:14

Below the table, there are controls for 'Showing 1 to 5, from 5 records', 'Export to Excel', and several action buttons: 'Delete selected', 'Change state', 'Change access to public', 'Change access to private', and 'New sensor'.

**Gráfico Nº 27 Catálogos y sensores**

### 4.2.6 Alertas

Este es el panel donde podemos crear o editar algún tipo de alerta que va asociado a nuestros SENSORES



thingtia

Statistics Explore

ADMINISTRATION

- Organization
- Users
- Applications
- Providers
- Components
- Sensors / Actuators
- Alerts**
- Alerts creation rules
- Types of Sensors / Actuators
- Types of components

Alerts

10 items per page

Identifier	Typology	Trigger type	Active	Creation date
AlertsSONIDO	External		true	07/04/2015

Showing 1 to 1, from 1 records

Export to Excel

Thingtia© 2016 Opentrends Sentilo® 2013 Institut Municipal Informàtica

### Gráfico N° 28 Alertas Sentilo

### 4.2.7 Reglas de creación de alertas

Aquí establecemos las reglas para cada alerta creada en la sección anterior, para eso elegimos primero la alerta creada, luego el proveedor de datos y luego el grupo de sensores a los cuales queremos aplicar la regla. En nuestro estudio hemos aplicado una regla que activa la alarma cada vez que un sensor se encuentre INACTIVO pudiendo en esta sección establecer otro tipo de alertas a través de la comparación matemática de valores y un valor base.

**Gráfico N° 29 Reglas de creación de alertas Sentilo**

### 4.2.8 Tipos de sensores / actuadores

En este panel se enlistan los diversos tipos de sensores y actuadores soportados por la plataforma sentilo, cada uno identificado con la variable IDENTIFIER para la codificación y envío de datos, el nombre y la descripción.

Identifier	Name	Description	Creation date
accelerometer	Accelerometer	Accelerometer	07/04/2016 10:51:12
active_energy	Active Electric Energy Meter	Accumulated active electric energy. Unitats: kWh.	07/04/2016 10:51:12
active_power	Active Power	Sensor measuring active electric power. Unitats: kilowatts (kW)	07/04/2016 10:51:12
air_pollutant	Air pollutant	Air pollutants-I (NH3, SH2, ethanol and toluene) and air pollutants-II (H2, CH4, CO, ethanol and isobutane)	07/04/2016 10:51:12
air_quality_co	CO	Carbon Monoxide Sensor	07/04/2016 10:51:12
air_quality_co2	CO2	Carbon Dioxide Sensor	07/04/2016 10:51:12
air_quality_no2	NO2	Nitrogen Dioxide Sensor	07/04/2016 10:51:12
air_quality_o3	O3	Ozone Sensor	07/04/2016 10:51:00
air_quality_pm10	PM10	Particulate Matter PM10 Sensor	07/04/2016 10:51:12
air_quality_pm25	PM25	Particulate Matter PM25 Sensor	07/04/2016 10:51:00

**Gráfico N° 30 Tipos de sensores / actuadores Sentilo**

### 4.2.9 Tipos de componentes

Se enlistan los tipos de componentes disponibles en la plataforma cada uno con su variable IDENTIFIER que permite la identificación a través del código y envío de datos, su nombre y una descripción.

ADMINISTRATION

- Organization
- Users
- Applications
- Providers
- Components
- Sensors / Actuators
- Alerts
- Alerts creation rules
- Types of Sensors / Actuators
- Types of components**

Component's typology

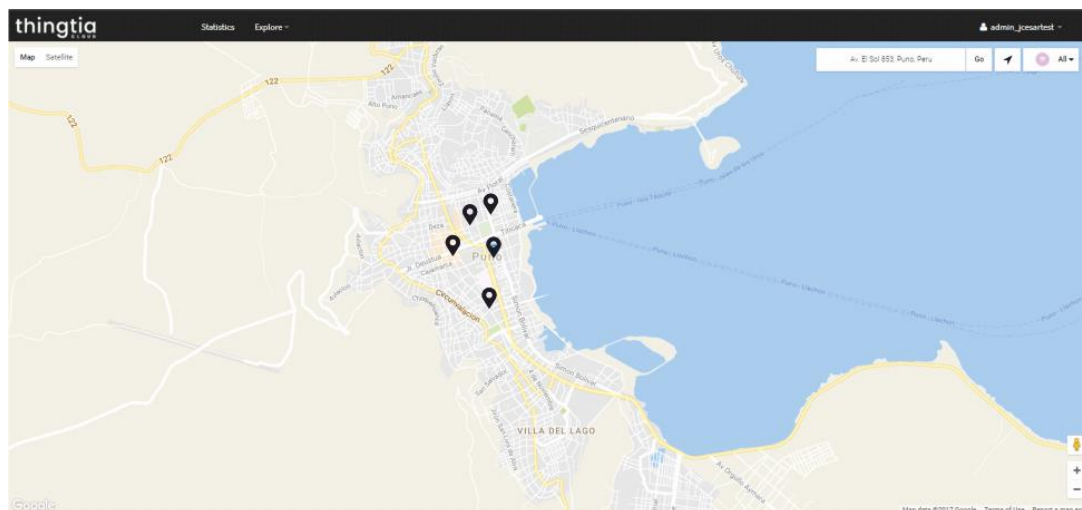
100 items per page Filter

Identifier	Name	Description	Creation date
air_quality	Air Quality	Air quality station	07/04/2016 10:51:18
altres	Altres		10/08/2016 12:47:01
bicycle_flow	Bicycle Flow	Bicycle flow measurement component	07/04/2016 10:51:18
container_glass	Glass Container	Glass container component	07/04/2016 10:51:18
container_organic	Organic Waiste Container	Organic Waist Container component	07/04/2016 10:51:18
container_paper	Paper Waiste Container	Paper Waiste Container component	07/04/2016 10:51:18
container_plastic	Disposable Package Container	Disposable Package Container component	07/04/2016 10:51:18
container_refuse	Composite Waiste Container	Composite Waiste Container component	07/04/2016 10:51:18
container_volum	Container Fill Level	Waiste container fill level component	07/04/2016 10:51:18
electricity_meter	Power Meter	Power meter component that measures electric energy consumption	07/04/2016 10:51:18
external_ambient_conditions	External Environmental Conditions	Component measuring temperature, luminosity and environmental humidity	07/04/2016 10:51:00
flowmeter	Caudal	Component measuring water caudal	07/04/2016 10:51:18

**Gráfico N° 31 Tipos de componentes**

### 4.2.10 Visor universal

Despliega en tiempo real la ubicación de nuestros sensores.

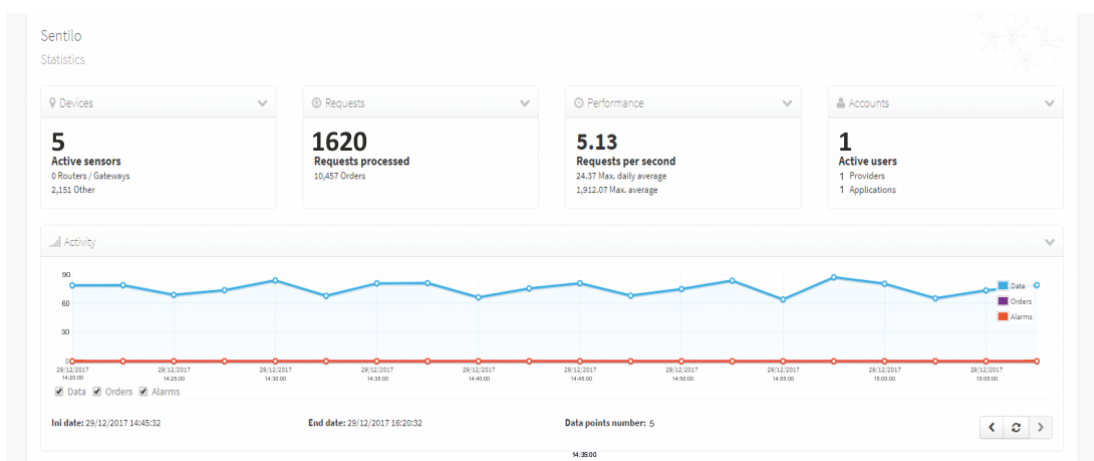


**Gráfico N° 32 Visor universal Sentilo**



#### 4.2.11 Estadísticas en tiempo real

En este panel observamos los componentes en funcionamiento de cada parte de la Plataforma, desde información del número de sensores activos, proveedores, usuarios, número de peticiones, performance y valores de los sensores en un gráfico estadístico.



**Gráfico N° 33 Estadísticas en tiempo real Sentilo**

#### 4.3 Aplicación Android

La pantalla principal de la aplicación Android contiene

1. Un BOTON en forma de engranaje que nos permite acceder a la pantalla de CONFIGURACIÓN.
2. La información de la conexión a internet a través de la SIMCARD, pudiéndonos indicar si esta es EXITOSA o FALLIDA
3. La información de la conexión con el servidor pudiéndonos indicar si esta es EXITOSA O FALLIDA
4. La información del número de sensor que es en valores

- numéricos enteros positivos comenzando por el número 1.
5. La información de latencia hacia el servidor (PING) en valores numéricos enteros positivos , esta información se muestra en milisegundos.
  6. El valor de la presión sonora medido en decibeles
  7. Un botón de activación de la aplicación
  8. Un botón de desactivación de la aplicación
  9. La función de HIBERNAR de la aplicación, esta función apaga la pantalla luego de 5 segundos activada así como desactiva varios sensores como el de proximidad, sensor de luz, giroscopios, orientación, acelerómetros, magnetómetros, barómetro, sensor de ritmo cardiaco , termómetro, sensor de humedad, podómetro, detector de huellas y procesos secundarios del sistema diversos para ahorrar energía. Para salir de este modo de HIBERNACIÓN es necesario presionar el BOTON DE ENCENDIDO del dispositivo.



**Gráfico N° 34 Pantalla principal Aplicación Android**

La pantalla de configuración de aplicación Android contiene:

1. Una caja de texto para establecer o actualizar el ID del sensor, este valor deberá ser numérico entero positivo, empezando en el número 1
2. Una caja de texto para establecer o actualizar el TOKEN del IDENTITYKEY y así poder establecer una conexión con el servidor.
3. Un botón de GUARDAR que graba los cambios realizados.
4. Un botón de REGRESAR que nos permite ir a la pantalla PRINCIPAL.



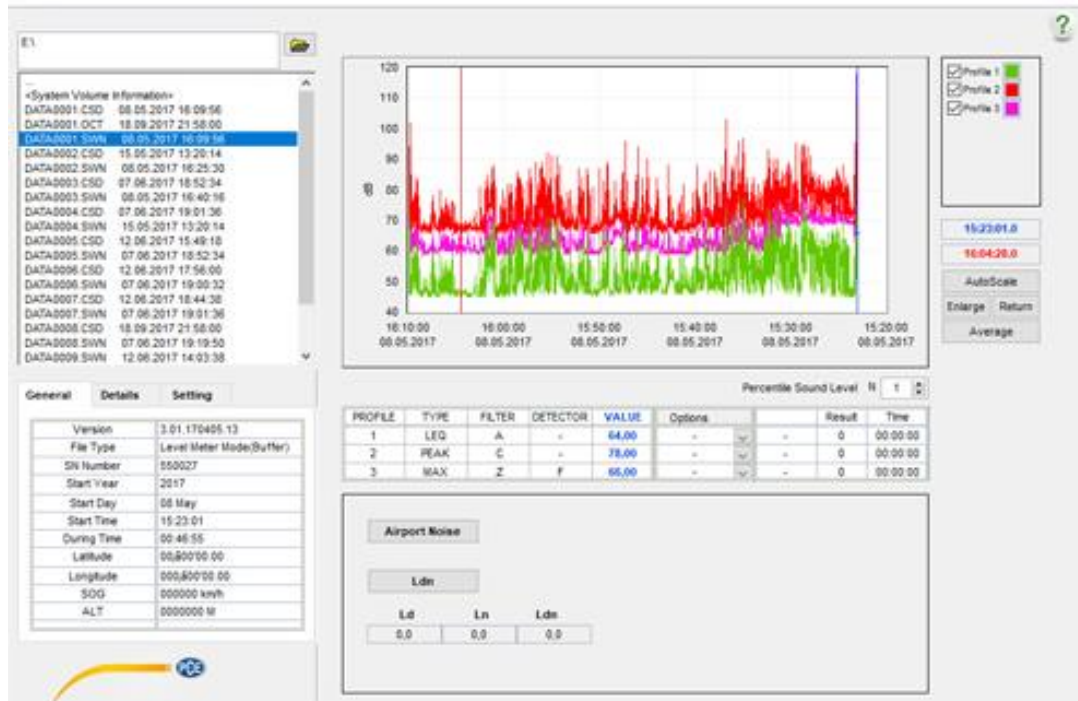
**Gráfico N° 35 Pantalla de configuración Aplicación Android**

#### 4.4 Calibración de sensores

Se calibró cada sensor con un 90% de confiabilidad comparando los datos obtenidos por el sensor y el sonómetro digital. La calibración consiste en un ajuste a la sensibilidad del micrófono para que los valores medidos sean los correctos.

Para la calibración por comparación usaremos el sonómetro digital y ajustaremos su modo de medición en el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A, LAeq. La calibración se realizó con una fuente de ruido de banda ancha o también conocido como ruido rosa. Ambos fueron

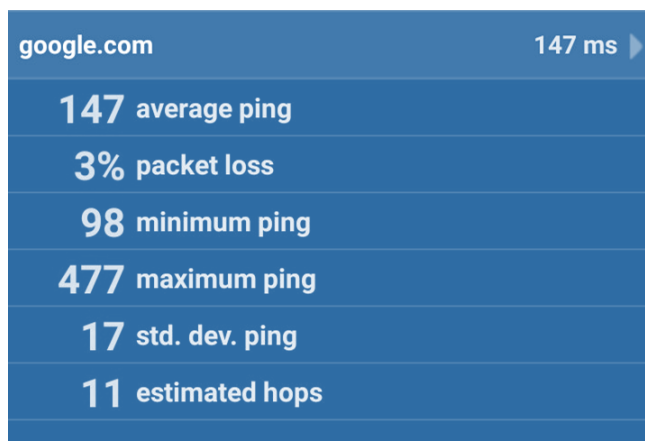
expuestos a una presión sonora de 50db a distancias de 1 , 5 y 10 metros, descartando en esta etapa aquellos dispositivos con sensores que ofrecían poca confiabilidad. (Ver Anexo C)



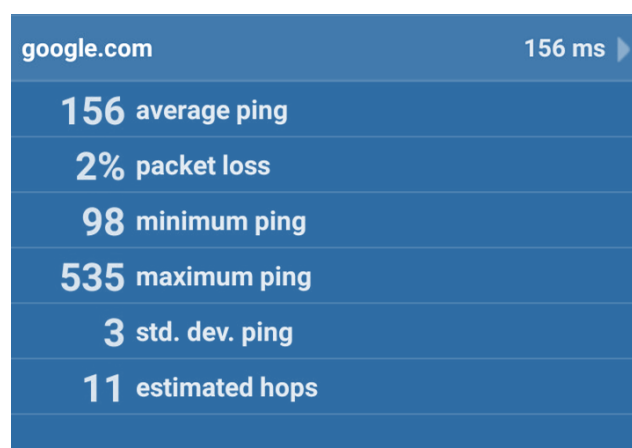
**Gráfico N° 36 Calibración de sensores**

#### 4.5 Latencia del servidor y porcentaje de pérdida de paquetes

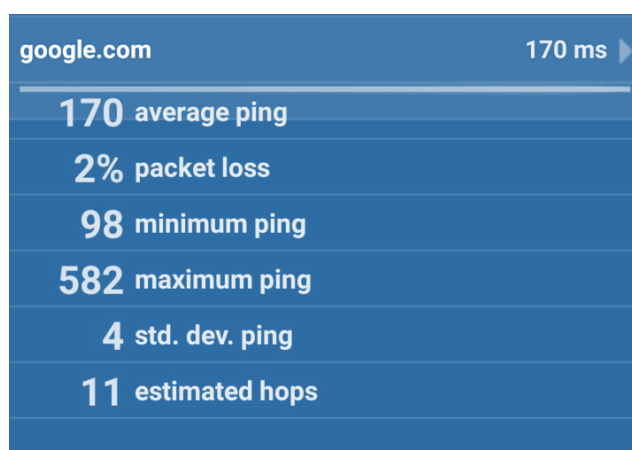
Se realizaron pruebas de conexión de datos a través de redes 3G(o 4G según la disponibilidad de la operadora) para la transmisión de datos en tiempo real. Obteniendo una media de 238 milisegundos de respuesta del punto a un servidor y un porcentaje promedio de pérdida de paquetes del 3% en la instalación de cada sensor.



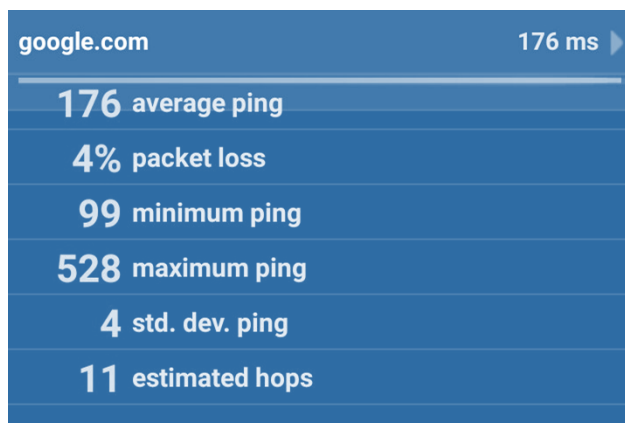
**Gráfico N° 37 Prueba de latencia - Sensor 1**



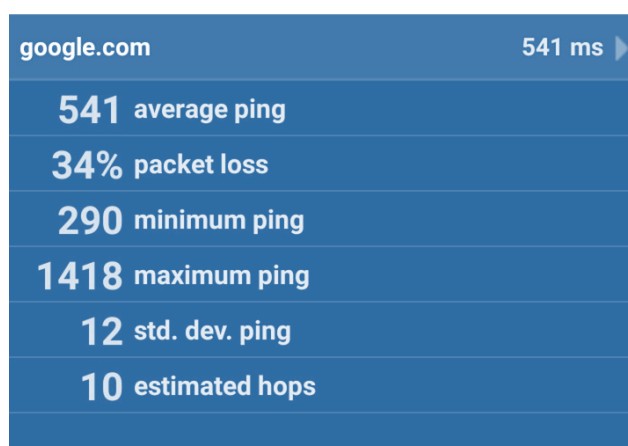
**Gráfico N° 38 Prueba de latencia - Sensor 2**



**Gráfico N° 39 Prueba de latencia - Sensor 3**



**Gráfico N° 40 Prueba de latencia - Sensor 4**



**Gráfico N° 41 Prueba de latencia - Sensor 5**

Luego de realizar las 288 observaciones referidas a la latencia de conexión al servidor (Ver Anexo D) obtenemos los siguientes resultados

	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5
<b>Media</b>	196.46 ms	199.15 ms	200.17 ms	227.56 ms	231.57 ms

**Tabla 2 Media de latencia de cada sensor**

demonstrando así que estos parámetros se encuentran dentro del rango promedio de latencia hacia un servidor en internet.

Ahora revisamos las 288 observaciones referidas al porcentaje de perdida paquetes de donde obtenemos los siguientes resultados

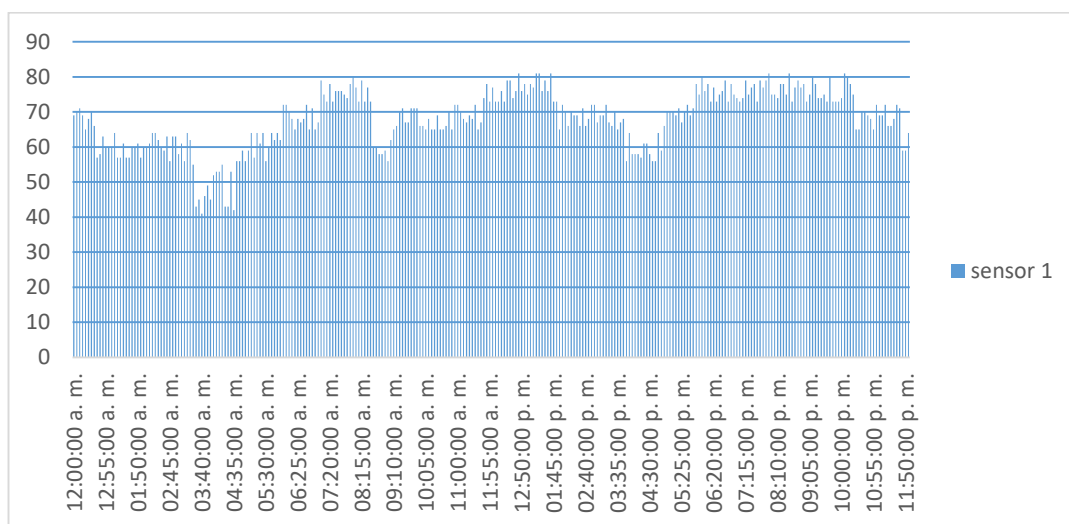
	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5
<b>media</b>	12.08%	9.65%	9.80%	10.04%	11.43%

**Tabla 3 Media de perdida de datos (porcentaje) de cada sensor**

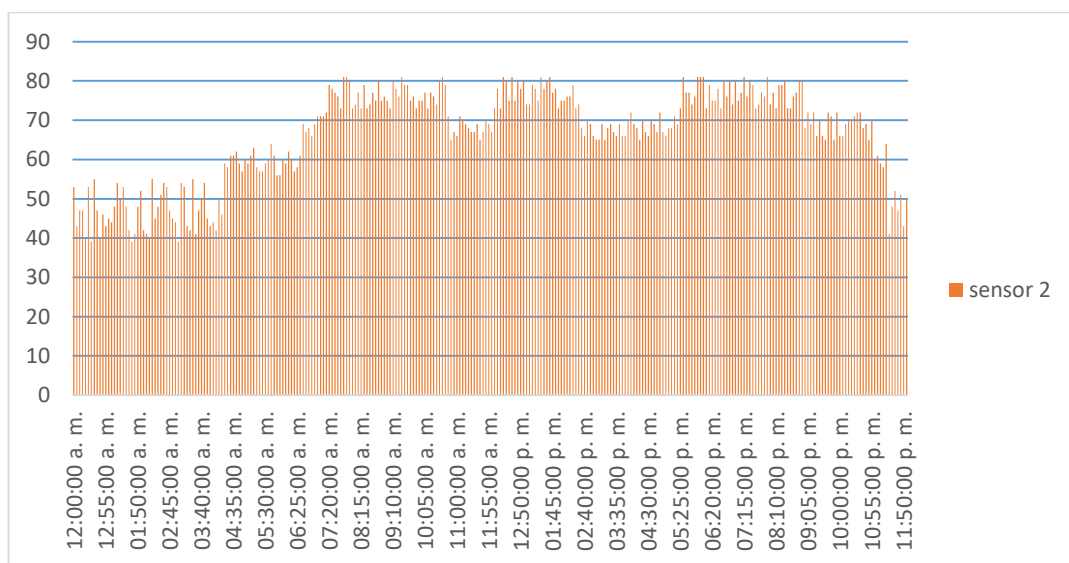
Siendo estos, valores que se encuentran dentro del promedio estándar de datos, destacando también que en todas las observaciones no se produjo un 100% de pérdida de datos que indicaría problemas con el envío de datos del sensor hacia la plataforma (ver Anexo E)

#### 4.6 Revisión de datos recolectados de la presión sonora

Revisamos los datos obtenidos de cada sensor en las 288 observaciones (Ver Anexo F)

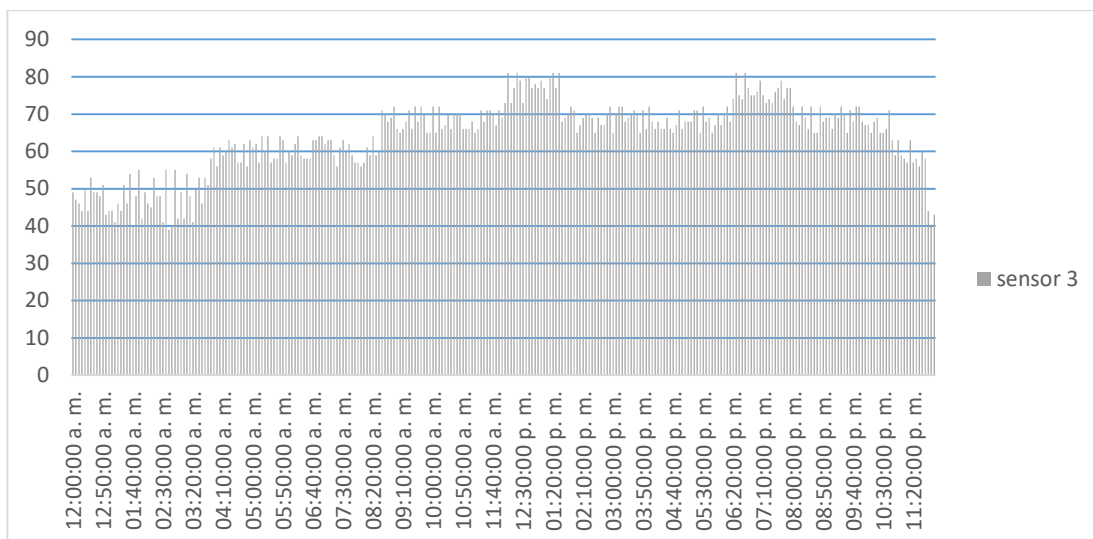


**Gráfico N° 42 Datos recolectados Sensor 1**

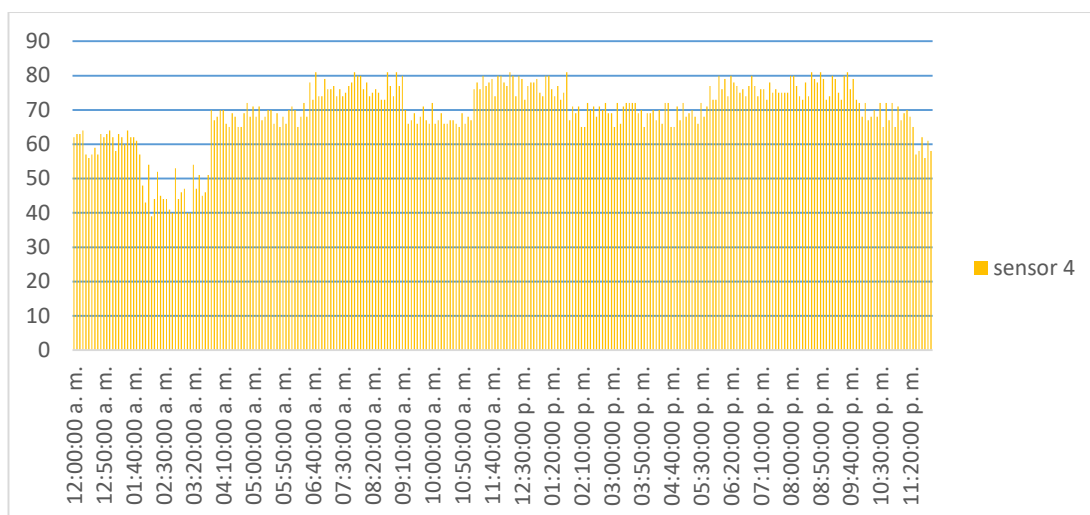


**Gráfico N° 43 Datos recolectados Sensor 2**

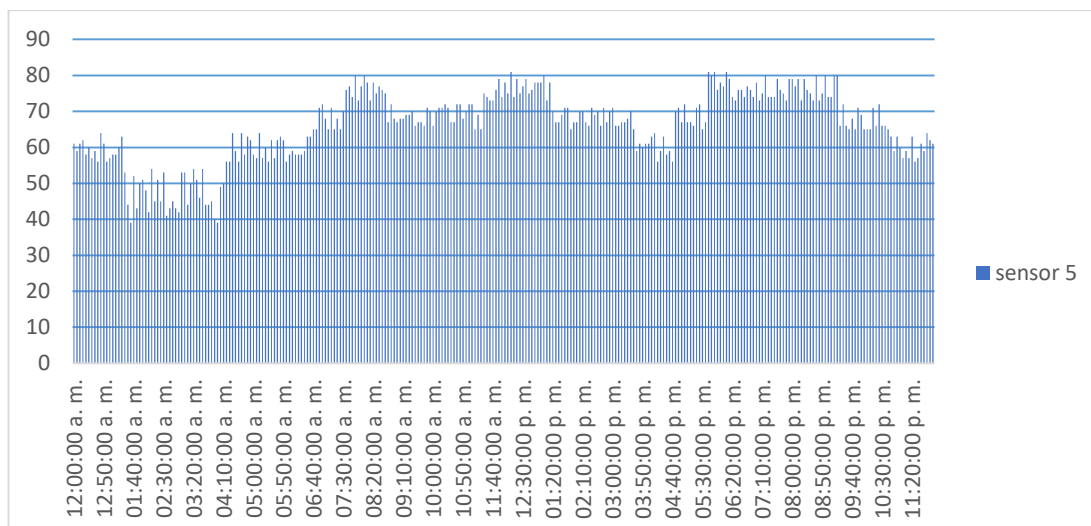




**Gráfico N° 44 Datos recolectados Sensor 3**



**Gráfico N° 45 Datos recolectados Sensor 4**



**Gráfico N° 46 Datos recolectados Sensor 5**

Debemos notar que durante las 288 observaciones de cada sensor, estos mantienen una correlación de datos entre cada uno de ellos. No se presentan además datos registrados fuera de los parámetros u algún error en la recolección de estos. Demostrando con esto la fiabilidad de las estaciones de monitoreo. Recalcar que estos dato son observados y monitoreados en tiempo real a través del panel de estadísticas de la Plataforma Sentilo, además es posible generar Alertas para cada sensor estableciendo una condición de comparación matemática para alertar de determinados comportamientos en cada sensor.

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES**

PRIMERO: Se implementó un sistema de monitoreo de ruido ambiental con resultados óptimos.

SEGUNDO: Se diseñó un prototipo básico de estación de monitoreo usando smartphones reciclados para monitorear la contaminación sonora de la ciudad de Puno adaptables al entorno urbano.

TERCERO: Se visualiza y procesa en tiempo real los datos obtenidos por los sensores de presión sonora a través de la red de sensores desplegados.

CUARTO: La plataforma demuestra una gran escalabilidad y facilidad al incorporar y juntar varios tipos de sensores.

## CAPITULO VI

### RECOMENDACIONES

Se recomienda usar algunos otros sensores del Smartphone para controlar otra variable contaminante. Durante las pruebas se evidenció que la ciudad también padece de contaminación lumínica que también podría ser medida, por la cámara de un Smartphone y recolectada por la plataforma Sentilo con el mismo método de medición sonora.

Al presentar esta solución un costo bajo (a comparación de soluciones especializadas) es factible aplicar y probar el concepto de SMARTDUST para ampliar la base investigativa de las smartcities en la ciudad de Puno y/o zonas urbanas.

## CAPITULO VII

### REFERENCIAS

- Arellano, A.M., (2008). *Distribución del Ruido Ambiental en el Campus de la Universidad Agraria la Molina en el Periodo enero-marzo 2007*. Lima, Perú. Universidad Agraria la Molina.
- Burke J. et al. (2006). *Participatory Sensing. In ACM Sensys workshop on WorldSensor-Web (WSW'06): Mobile Device Centric Sensor Networks and Applications*.
- Echeverri Londoño (2009) *Diseño de la red de vigilancia de ruido para los municipios que conforman el área metropolitana del valle de aburrá*.
- Hara, T., Zadorozhny, V. I., & Buchmann, E. (Eds.). (2010). *Wireless Sensor Network Technologies for the Information Explosion Era* (Vol. 278). Springer.
- Hepworth P. (2006). *Accuracy implications of computerized noise predictions for environmental noise mapping. International congress on Noise Control Engineering*.
- Instituto Nacional de defensa de la competencia y de la protección de la propiedad intelectual (Indecopi). (2008). *Norma Técnica Peruana*

*NTP ISO 1996-2-2008. Acústica.*

Lercher, P. (1996). *Community noise exposure and stress in children. Austria. Institute of Social Medicine, University of Innsbruck, Sonnenburgstrasse.*

MINAM (2003). *Estándares nacionales de calidad ambiental para ruido. Lima, Perú.*

OEFA (2016). *La contaminación sonora en Lima y Callao*

Paulos, E. et al. (2008). *Citizen Science: Enabling Participatory Urbanism. Handbook of Research on Urban Informatics: The Practice and Promise of the RealTime City.*

Santini, S. et al. (2008). *First experiences using wireless sensor networks for noise pollution monitoring. European Conference on Computer Systems: Proceedings of the workshop on Real d wireless sensor networks (REALWSN'08).*

Sotelo, B. C., (2003). *Niveles de contaminación sonora en la ciudad de Huaraz generados por el parque automotor. Huaraz, Perú. Universidad Nacional de Ancash "Santiago Antúnez de Mayolo".*

Stephen A Stansfeld Mark P Matheson (2003) *Noise pollution: non-auditory effects on health.*

Zhang M. & Kang J. (2007). *Towards the evaluation, description, and creation of soundscapes in urban open spaces. Environment and Planning B-Planning & Design.*

# ANEXOS

## ANEXO A

### Terminología básica

- **Aglomeración:** La porción de un territorio, con más de 100.000 habitantes, delimitada aplicando los criterios básicos de la Ley 37/2003, del ruido, que es considerada zona urbanizada por dicha administración.
- **Decibelio:** Escala convenida habitualmente para medir la magnitud del sonido. El número de decibelios de un sonido equivale a 10 veces el valor del logaritmo decimal de la relación entre la energía asociada al sonido y una energía que se toma como referencia. Este valor también puede obtenerse de forma equivalente, estableciendo la relación entre los cuadrados de las correspondientes presiones sonoras. En este caso, el factor 10 veces deberá sustituirse por 20 veces, ya que el logaritmo de un número al cuadrado es igual al doble del logaritmo del citado número.
- **Ponderación espectral A:** Es una aproximación a la curva isofónica de nivel de sonoridad de 40 fonios. Sus valores están indicados en la UNE – EN ISO 60651.
- **LAeq,T:** Nivel sonoro continuo equivalente. Se define en la ISO 1996 como el valor del nivel de presión en dB en ponderación A de un sonido estable que en un intervalo de tiempo T posee la misma presión sonora cuadrática media que el sonido que se mide y cuyo nivel varía con el tiempo.
- **LAeq,D:** Nivel equivalente diurno. Es el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A determinado a lo largo del horario diurno.



- LAeq,N: Nivel equivalente nocturno. Es el nivel sonoro continuo equivalente ponderado A determinado a lo largo del horario nocturno.
- LAmax: Nivel de presión sonora máximo medido desde la última puesta a cero del instrumento.
- LAmin: Nivel de presión sonora mínimo medido desde la última puesta a cero del instrumento.
- LAN,T: Nivel de presión sonora en ponderación A, que ha sido superado el N% del tiempo de medida T. Los niveles percentiles más utilizados son L1, L10, L50, L90, L99. • Ldia: (Índice de ruido día). Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo diurno. Nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los periodos diurnos de un año (07:00 h. – 19:00 h.)
- Ltarde: (Índice de ruido tarde). Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo vespertino. Nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los periodos vespertinos de un año (19:00 h. – 23:00 h.)
- Lnoche: (Índice de ruido noche). Índice de ruido asociado a la molestia durante el período vespertino. Nivel sonoro medio a largo plazo determinado a lo largo de todos los periodos nocturnos de un año (23:00 h.– 07:00 h.)
- Lden: (Índice de ruido día-tarde-noche). Índice de ruido asociado a la molestia global. Representa un valor medio de los tres periodos día/tarde/noche dando mayor importancia a los niveles de tarde y de noche

por ser periodos más sensibles a los niveles de ruido.

- Mapa de conflicto: representación gráfica de las zonas donde los niveles sonoros superan los objetivos de calidad que le corresponden en función del área acústica asignada.

- Nivel sonoro escala A: Nivel de presión acústica en decibelios, medido mediante un sonómetro con filtro de ponderación A, según Norma UNE 20464 – 90. El nivel así medido se denomina dB(A). Simula la respuesta del oído humano.

- Objetivo de calidad acústica: Conjunto de requisitos que, en relación con la contaminación acústica, deben cumplirse en un momento dado en un espacio determinado.

- Periodo día: Periodo de tiempo que transcurre de 7,00 a 19,00 hora local. Al periodo día le corresponden 12 horas.

- Periodo tarde: Periodo de tiempo que transcurre de 19,00 a 23,00 hora local. Al periodo tarde le corresponden 4 horas.

- Periodo noche: Periodo de tiempo que transcurre de 23,00 a 7,00 hora local. Al periodo noche le corresponden 8 horas.

- Periodo diurno: Periodo de tiempo comprendido entre las 08:00 y las 22:00 horas. Al periodo diurno le corresponden 14 horas.

- Periodo nocturno: Periodo de tiempo comprendido entre las 22:00 y las 08:00 horas del día siguiente. Al periodo diurno le corresponden 10 horas.

- Ruido: Cualquier sonido que moleste o incomode a los seres humanos, o que produce o tiene el efecto de producir un resultado psicológico y fisiológico adverso sobre los mismos.
- Ruido ambiental: El sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, incluido el ruido emitido por los medios de transporte, por el tráfico rodado, ferroviario y aéreo y por emplazamientos de actividades industriales
- Ruido de fondo: Es el nivel de presión sonora existente en ausencia del ruido objeto de la inspección.
- Sonómetro: Instrumento provisto de un micrófono amplificador, detector de RMS, integrador-indicador de lectura y curvas de ponderación, que se utiliza para medición de niveles de presión sonora.
- Valor límite: Un valor de un índice acústico que no deber ser sobrepasado y que, de superarse, obliga a las autoridades competentes a prever o a aplicar medidas tendentes a evitar tal superación. Los valores límite pueden variar en función del emisor acústico, (ruido del tráfico rodado, ferroviario o aéreo, ruido industrial, u otros), del entorno o de la distinta vulnerabilidad a la contaminación acústica de los grupos de población; pueden ser distintos de una situación existente a una nueva situación (cuando cambia el emisor acústico, o el uso dado al entorno).
- Valor límite de emisión: Valor del índice de emisión que no debe ser sobrepasado, medido con arreglo a unas condiciones establecidas.
- Valor límite de inmisión: Valor del índice de inmisión que no debe

ser sobrepasado en un lugar durante un determinado período de tiempo, medido con arreglo a unas condiciones establecidas.

- Zonificación acústica: delimitación territorial de áreas acústicas atendiendo al uso predominante del suelo en cada zona y a las que se les asigna unos objetivos de calidad acústica.

## ANEXO B

## Código fuente

## AndroidManifest.xml

```

1. <? xml version = "1.0"
2. encoding = "utf-
8" ?> < manifest xmlns: android = "http://schemas.android.com/apk/
res/android"
3. package = "com.example.jcesar_pc.myapplication" > < uses - permis-
sion android: name = "android.permission.INTERNET" / > < applicat-
ion android: allowBackup = "true"
4. android: icon = "@mipmap/ic_launcher"
5. android: label = "@string/app_name"
6. android: roundIcon = "@mipmap/ic_launcher_round"
7. android: supportsRtl = "true"
8. android: theme = "@style/AppTheme" > < activity android: name =
".MainActivity"
9. android: label = "@string/app_name"
10. android: theme = "@style/AppTheme.NoActionBar" > < intent - filte-
r > < action android: name = "android.intent.action.MAIN" / >
< category android: name = "android.intent.category.LAUNCHER" / >
< /intent-
filter> < /activity > < /application> < /manifest > Build.gradle appl-
y plugin: 'com.android.application'
11. android {
12.     compileSdkVersion 25
        buildToolsVersion '26.0.2'
13.     defaultConfig {
14.         applicationId "com.example.jcesar_pc.myapplication"
15.         minSdkVersion 19
            targetSdkVersion 25
            versionCode 1
            versionName "1.0"
16.         testInstrumentationRunner "android.support.test.runner.AndroidJUni-
tRunner"
17.     }
18.     buildTypes {
19.         release {
20.             minifyEnabled false proguardFiles getDefaultProguardFile('pro-
guard-android.txt'), 'proguard-rules.pro'
21.         }
22.     }
23. }
24. dependencies {

```

```

25.     compile fileTree(dir: 'libs', include: ['*.jar'])
        androidTestCompile('com.android.support.test.espresso:espresso-
            core:2.2.2', {
26.         exclude group: 'com.android.support', module: 'support-
            annotations'
27.     })
        compile 'com.android.support:appcompat-v7:25.3.1'
28.     compile 'com.android.support.constraint:constraint-layout:1.0.2'
29.     compile 'com.android.support:design:25.3.1'
30.     compile 'com.loopj.android:android-async-http:1.4.9'

31.     testCompile 'junit:junit:4.12'
32. }

```

### Clase MainActivity

```

1.  import android.os.Bundle;
2.  import android.support.design.widget.FloatingActionButton;
3.  import android.support.design.widget.Snackbar;
4.  import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
5.  import android.support.v7.widget.Toolbar;
6.  import android.view.View;
7.  import android.view.Menu;
8.  import android.view.MenuItem;
9.  import android.widget.Button;
10. import android.widget.TextView;
11. import com.loopj.android.http.*;
12. public class MainActivity extends AppCompatActivity {@
13.     Override protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
14.         super.onCreate(savedInstanceState);
15.         setContentView(R.layout.activity_main);
16.         Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
17.         setSupportActionBar(toolbar);
18.         FloatingActionButton fab = (FloatingActionButton) findViewById(R.i
19.         d.fab);
20.         fab.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {@
21.             Override public void onClick(View view) {
22.                 Snackbar.make(view, "Activar", Snackbar.LENGTH_LONG).setAc
23.                 tion("Action", null).show();
24.             }
25.         });
26.         Button btnPrueba = (Button) findViewById(R.id.btnConectar);
27.         btnPrueba.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {@
28.             Override public void onClick(View v) {
29.                 ((TextView) findViewById(R.id.txtvMensaje)).setText("Desac
30.                 tivar");
31.             }
32.         });
33.     }
34.     Override public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) { // Inflate th
35.     e menu; this adds items to the action bar if it is present.
36.         getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_main, menu);
37.         return true;
38.     }
39.     Override public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) { // Hand
40.     le action bar item clicks here. The action bar will // automatically handl
41.     e clicks on the Home/Up button, so long // as you specify a parent activit
42.     y in AndroidManifest.xml.

```

```

36.         int id = item.getItemId(); //noinspection SimplifiableIfStatement
37.         if (id == R.id.action_settings) {
38.             return true;
39.         }
40.         return super.onOptionsItemSelected(item);
41.     }
42. }

```

### AsyncClass principal como clase interna

```

1. public class Ear extends AsyncTask < Void, Double, Void > {
2.     protected void onPreExecute() {
3.         start();
4.     }@
5.     Override protected Void procesointerno(Void...arg0) {
6.         while (listening) {
7.             SystemClock.sleep(300);
8.             Double amp = 20 * Math.log10(getAmplitude() / 32768.0);
9.         }
10.        return null;
11.    }@
12.    Override protected void onPostExecute(Void result) {
13.        stop();
14.    }
15. }

```

Usamos la librería loopj para el envío de datos a través del REST

### API

```

1. public class MyLoopjTarea {
2.     AsyncHttpClient asyncHttpClient;
3.     RequestParams requestParams;
4.     String BASE_URL = "http://127.0.0.1/?";
5.     String jsonResponse;
6.     public MyLoopjTarea() {
7.         asyncHttpClient = new AsyncHttpClient();
8.         requestParams = new RequestParams(Keysentilo, dato, nsensor);
9.     }
10.    public void executeLoopjCall(String queryTerm) {
11.        asyncHttpClient.get(BASE_URL, requestParams, new JsonResponseH
andler() {@
12.            Override public void onSuccess(int statusCode, Header[] header
s, JSONObject response) {
13.                super.onSuccess(statusCode, headers, response);
14.                jsonResponse = response.toString();
15.                Log.i(db, "onSuccess: " + jsonResponse);
16.            }@
17.            Override public void onFailure(int statusCode, Header[] header
s, Throwable throwable, JSONObject errorResponse) {
18.                super.onFailure(statusCode, headers, throwable, errorRespo
nse);
19.                Log.e(TAG, "onFailure: " + errorResponse);
20.            }
21.        });
22.    }
23. }

```

## ANEXO C

Tabla de calibración de sensores (decibeles)

Porcentaje de pérdida a una exposición de 50 db			
	1 metros	5 metros	10 metros
<b>Sonometro</b>	1.71	10.88	15.96
<b>Sensor 1</b>	1.75	11.92	15.97
<b>Sensor 2</b>	1.26	10.37	14.74
<b>Sensor 3</b>	1.5	11.51	14.41
<b>Sensor 4</b>	1.31	11.27	13.42
<b>Sensor 5</b>	1.32	11.94	13.11

*Tabla 4 Valores de calibración de cada sensor*



## ANEXO D

Tabla de latencia de conexión al servidor (milisegundos)

Observación	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5
1	160	214	214	267	221
2	247	213	209	181	285
3	149	178	213	199	188
4	174	182	218	223	189
5	187	192	205	236	272
6	227	171	220	213	188
7	177	217	198	289	271
8	195	210	218	192	269
9	160	200	182	259	246
10	218	217	197	175	189
11	204	206	220	186	277
12	184	174	182	276	272
13	248	196	186	275	224
14	155	179	208	246	216
15	174	226	220	218	179
16	173	165	185	179	255
17	164	190	211	290	198
18	239	223	217	231	181
19	175	168	195	274	194
20	147	171	183	229	258
21	157	170	209	256	214
22	237	178	183	222	237
23	208	211	204	226	252
24	201	186	214	263	256
25	226	208	188	237	233
26	187	168	217	222	179
27	235	222	190	253	255
28	212	210	192	209	194
29	234	183	192	285	243
30	236	201	218	253	246
31	156	190	212	191	233
32	222	200	179	204	173
33	243	223	192	242	229
34	199	219	211	245	177
35	237	217	216	196	177
36	200	186	208	256	204

37	208	165	203	207	272
38	169	202	189	237	230
39	193	187	189	227	218
40	157	180	200	227	257
41	171	166	182	175	276
42	152	230	189	221	220
43	172	218	200	262	243
44	198	200	214	176	271
45	187	171	199	252	180
46	167	171	199	206	234
47	175	165	190	279	198
48	188	227	189	226	178
49	172	165	200	174	214
50	205	165	182	209	196
51	233	180	218	271	198
52	149	205	193	242	251
53	233	211	186	260	262
54	212	218	221	265	259
55	214	221	210	234	197
56	184	192	207	233	239
57	230	177	209	171	217
58	244	210	179	206	228
59	209	208	204	189	235
60	233	201	181	174	256
61	223	205	180	254	271
62	201	207	184	224	228
63	247	226	219	190	198
64	192	232	203	286	234
65	151	230	207	229	215
66	165	194	191	218	227
67	178	214	220	255	282
68	173	199	202	254	221
69	150	231	181	286	238
70	190	186	202	205	204
71	200	211	180	213	193
72	227	207	204	191	198
73	235	194	216	225	201
74	183	194	216	261	186
75	190	210	212	177	262
76	200	224	200	227	271
77	192	214	209	180	218
78	194	218	196	250	211
79	170	174	213	235	185
80	236	214	207	169	262
81	241	194	190	193	234

82	213	220	184	223	220
83	234	228	193	226	237
84	241	229	197	231	266
85	208	170	184	231	227
86	200	176	199	181	185
87	151	225	194	226	184
88	202	174	218	222	284
89	221	209	208	175	174
90	172	226	215	242	278
91	204	214	219	276	212
92	213	222	212	181	196
93	235	180	193	235	224
94	226	197	198	190	272
95	167	194	195	204	238
96	241	175	201	219	192
97	197	222	189	274	265
98	225	183	218	191	253
99	172	203	195	178	213
100	226	219	212	266	241
101	174	174	214	263	197
102	172	221	212	261	236
103	248	223	189	248	232
104	205	177	191	265	233
105	238	221	192	269	217
106	211	229	207	260	284
107	178	179	190	247	249
108	223	171	183	189	272
109	241	169	188	271	244
110	238	185	208	219	224
111	158	205	205	245	241
112	244	192	185	274	216
113	168	206	208	215	204
114	196	188	198	242	230
115	173	209	217	173	262
116	205	228	212	269	242
117	162	186	220	248	220
118	192	182	221	225	210
119	167	216	210	240	228
120	174	200	192	184	260
121	160	172	198	236	272
122	168	169	197	223	191
123	178	187	192	210	280
124	245	220	216	259	199
125	204	196	196	192	198
126	147	214	212	230	193

127	161	172	185	171	224
128	225	224	180	268	229
129	192	204	208	288	271
130	193	229	190	282	280
131	147	206	220	227	271
132	195	212	190	211	254
133	206	188	209	178	231
134	223	184	219	195	198
135	167	188	219	188	228
136	175	216	187	200	280
137	148	216	182	225	261
138	153	183	201	180	193
139	146	212	217	252	223
140	170	168	190	246	249
141	244	231	187	274	197
142	240	181	200	259	259
143	168	223	220	251	191
144	165	219	215	189	270
145	237	189	191	197	197
146	182	172	214	287	234
147	245	192	201	177	175
148	203	185	214	259	229
149	149	168	218	184	232
150	167	165	206	190	270
151	181	224	212	283	218
152	154	200	202	219	183
153	159	231	182	204	179
154	213	204	204	216	240
155	220	229	181	174	270
156	189	194	181	184	239
157	178	219	214	182	206
158	232	225	191	261	269
159	180	205	203	212	239
160	164	227	186	228	184
161	186	172	198	218	225
162	184	204	187	203	223
163	167	208	218	236	231
164	146	196	203	210	252
165	204	203	180	187	272
166	217	191	211	176	275
167	221	197	209	188	201
168	235	221	190	288	195
169	206	209	179	194	227
170	208	175	213	252	255
171	227	171	194	287	224

172	192	177	188	195	233
173	181	232	215	202	218
174	208	174	203	263	212
175	226	210	211	252	283
176	157	217	202	214	219
177	158	232	199	172	189
178	224	171	210	281	201
179	221	183	193	181	187
180	218	188	194	195	272
181	218	178	181	267	270
182	155	215	200	267	204
183	247	197	187	217	278
184	241	190	189	220	234
185	173	207	189	211	263
186	158	181	202	210	199
187	216	192	188	285	232
188	227	180	183	174	259
189	167	212	201	266	233
190	149	207	190	197	280
191	228	211	180	230	256
192	164	201	211	279	207
193	224	183	192	273	181
194	224	205	212	206	246
195	157	194	198	192	275
196	227	230	221	265	184
197	231	230	190	170	191
198	149	226	204	254	249
199	147	214	191	225	271
200	188	192	187	276	281
201	192	169	187	186	280
202	152	169	205	173	175
203	220	190	187	274	185
204	248	181	196	206	227
205	168	212	199	226	213
206	229	171	194	245	176
207	209	187	181	195	229
208	194	223	216	188	281
209	210	215	179	271	236
210	220	199	216	257	255
211	222	189	208	202	240
212	200	182	192	204	256
213	166	166	218	236	251
214	246	173	198	173	175
215	212	172	186	272	214
216	211	171	185	240	263

217	154	208	195	178	283
218	189	194	218	276	252
219	195	167	208	221	267
220	165	219	214	180	250
221	164	230	187	207	257
222	157	173	213	196	194
223	158	181	217	240	254
224	237	224	180	275	257
225	195	229	209	240	195
226	236	181	185	188	178
227	148	225	187	227	215
228	232	224	202	275	216
229	213	170	189	175	233
230	148	170	190	177	253
231	202	178	212	247	212
232	236	221	198	246	260
233	179	226	206	212	231
234	232	197	191	180	240
235	163	176	181	273	236
236	153	180	200	186	251
237	174	222	211	179	191
238	231	168	213	203	251
239	192	229	218	184	284
240	203	198	201	252	282
241	214	205	181	192	283
242	177	183	208	276	232
243	231	170	218	195	271
244	164	179	220	257	190
245	244	168	189	178	203
246	197	173	203	226	250
247	236	201	215	281	226
248	169	184	208	234	249
249	229	211	220	239	174
250	170	178	204	290	176
251	186	212	181	187	224
252	176	220	195	245	282
253	227	224	194	219	242
254	201	213	212	220	214
255	232	224	184	289	273
256	157	203	217	189	272
257	240	204	219	240	220
258	171	179	193	229	277
259	174	226	213	249	265
260	217	166	192	275	262
261	236	215	214	266	275

262	229	230	209	244	217
263	170	190	218	237	227
264	198	230	186	230	185
265	149	221	187	268	275
266	223	175	190	198	178
267	183	226	182	211	184
268	223	209	193	275	241
269	188	186	185	278	186
270	205	214	214	245	281
271	247	230	188	189	215
272	153	230	210	272	244
273	194	182	215	257	244
274	146	176	196	190	284
275	217	201	204	251	266
276	182	206	189	241	251
277	188	209	198	244	200
278	197	175	196	256	244
279	175	177	205	236	188
280	157	217	216	240	210
281	239	225	195	257	220
282	200	177	181	177	257
283	203	218	217	277	233
284	231	190	200	260	285
285	186	189	206	263	193
286	241	213	184	231	280
287	193	215	193	190	235
288	157	225	179	190	215

**Tabla 5 Valores de latencia de conexión al servidor (milisegundos)**

## ANEXO E

Tabla de porcentaje de perdida de paquetes de datos (porcentaje)

Observación	Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5
1	7	4	16	15	13
2	18	7	8	8	14
3	9	12	9	12	10
4	13	2	10	12	7
5	8	15	15	12	9
6	9	9	11	11	17
7	10	11	15	10	7
8	20	12	14	13	12
9	9	7	10	8	6
10	13	18	11	15	18
11	21	13	14	15	13
12	15	14	17	16	8
13	16	5	15	14	7
14	5	7	7	15	13
15	13	5	4	7	12
16	18	16	17	6	8
17	9	13	7	14	18
18	16	7	10	9	16
19	18	13	10	14	11
20	4	7	17	7	8
21	21	5	6	10	18
22	5	9	4	7	5
23	13	11	17	11	6
24	19	8	6	6	18
25	6	18	4	11	17
26	7	14	4	15	13
27	16	14	4	12	5
28	16	14	15	13	9
29	10	6	15	16	15
30	15	3	2	5	15
31	21	7	10	10	7
32	14	18	11	16	11
33	11	17	17	13	11
34	19	16	14	5	6
35	17	4	6	16	8
36	6	8	7	12	14
37	11	15	10	7	8



38	20	9	8	9	8
39	12	2	6	10	13
40	18	18	10	15	15
41	18	9	10	16	7
42	21	11	15	8	5
43	13	13	5	14	9
44	3	9	8	11	6
45	3	12	6	5	6
46	21	12	12	9	17
47	14	11	6	5	9
48	8	8	7	15	12
49	11	12	5	14	17
50	15	11	2	9	14
51	13	8	17	4	11
52	17	12	15	8	13
53	3	18	10	8	15
54	9	7	13	10	7
55	15	16	14	4	12
56	12	15	11	9	18
57	17	8	12	5	5
58	5	13	7	11	14
59	19	13	11	9	12
60	7	8	3	6	18
61	12	11	12	11	17
62	18	4	17	14	10
63	11	12	14	7	16
64	13	2	10	5	7
65	17	6	11	4	7
66	9	7	7	16	11
67	8	18	9	5	7
68	12	3	2	8	16
69	12	4	6	15	17
70	20	17	12	5	15
71	14	7	10	14	16
72	17	11	7	13	11
73	5	16	9	13	17
74	6	9	8	15	11
75	9	18	11	14	7
76	13	15	12	7	6
77	21	11	11	4	14
78	7	7	15	5	13
79	12	5	8	14	8
80	5	17	15	12	16
81	21	11	6	15	15
82	3	3	7	11	11



83	14	18	15	8	10
84	14	8	2	10	17
85	13	15	8	4	5
86	18	16	14	5	5
87	15	7	2	11	18
88	3	8	13	13	6
89	3	15	14	7	9
90	5	16	8	7	8
91	13	14	3	11	5
92	18	9	4	15	5
93	20	7	2	9	6
94	18	9	3	14	10
95	19	14	8	12	18
96	9	9	16	14	7
97	9	9	13	6	13
98	8	3	14	11	6
99	3	11	7	7	16
100	3	16	5	13	11
101	8	7	15	6	13
102	6	11	4	7	14
103	21	5	16	9	11
104	20	18	14	14	15
105	15	9	13	8	7
106	14	18	13	5	6
107	18	3	17	5	7
108	5	10	5	5	7
109	6	15	8	6	6
110	9	6	3	10	11
111	16	9	11	15	6
112	20	14	10	5	15
113	8	2	13	13	18
114	6	18	8	8	5
115	8	8	16	7	11
116	10	9	13	4	15
117	16	10	13	5	9
118	5	17	2	6	13
119	16	6	15	13	15
120	16	14	10	10	17
121	12	15	7	9	13
122	5	5	11	9	16
123	15	8	9	15	11
124	10	6	6	8	7
125	14	12	15	11	6
126	20	13	7	5	11
127	14	7	13	16	16



128	13	12	6	13	18
129	18	17	11	5	7
130	7	5	5	14	8
131	19	3	14	14	17
132	21	10	4	16	18
133	13	8	7	14	13
134	14	13	16	8	11
135	4	15	6	4	9
136	12	9	13	6	16
137	6	7	9	13	6
138	6	7	5	10	15
139	4	2	15	9	16
140	20	16	14	4	15
141	15	4	13	15	16
142	21	5	8	15	14
143	21	14	6	14	17
144	11	15	11	8	15
145	9	4	16	7	12
146	7	4	15	4	14
147	8	16	15	10	5
148	7	16	5	6	5
149	8	18	3	13	7
150	17	12	14	13	14
151	17	10	9	5	8
152	10	2	16	5	9
153	7	15	17	4	16
154	13	13	17	11	17
155	9	2	15	14	7
156	17	10	17	10	18
157	7	12	10	9	10
158	9	6	13	4	13
159	11	3	17	7	18
160	16	2	12	7	8
161	19	9	12	8	15
162	8	4	11	8	12
163	7	13	8	14	7
164	15	6	9	12	9
165	20	3	5	5	18
166	18	17	5	7	12
167	7	2	12	15	18
168	8	4	6	16	5
169	17	5	5	6	5
170	3	11	4	11	14
171	4	11	9	6	13
172	3	16	13	13	7

173	15	2	12	5	7
174	20	7	15	13	9
175	10	6	5	10	5
176	10	8	8	12	9
177	13	13	6	7	17
178	5	4	2	5	5
179	3	14	2	4	18
180	9	11	16	11	12
181	12	13	11	4	10
182	13	7	4	8	11
183	3	12	9	11	13
184	6	2	5	15	8
185	6	2	8	7	12
186	17	14	12	16	10
187	20	5	4	16	6
188	4	8	11	10	9
189	12	4	17	7	17
190	15	13	8	9	18
191	6	5	6	14	10
192	18	11	6	15	16
193	11	15	6	16	5
194	13	6	4	4	18
195	13	5	16	11	7
196	21	9	4	14	10
197	13	14	12	5	14
198	6	11	11	8	9
199	6	2	16	6	18
200	6	10	14	5	6
201	17	5	8	13	11
202	13	5	6	5	14
203	18	14	12	13	6
204	3	10	3	9	11
205	19	16	7	4	15
206	17	7	6	15	9
207	3	9	8	11	16
208	3	7	15	10	17
209	11	5	15	10	11
210	5	17	2	4	15
211	13	18	8	8	7
212	5	9	13	12	14
213	7	4	8	16	13
214	17	4	5	10	18
215	9	3	14	15	7
216	11	10	9	14	15
217	12	8	10	8	6

218	10	6	13	12	11
219	21	14	7	12	9
220	20	17	10	8	5
221	7	2	4	5	16
222	20	16	9	4	12
223	13	16	9	5	8
224	20	16	2	16	6
225	18	17	17	6	16
226	16	17	6	14	13
227	9	6	9	16	16
228	14	5	2	12	10
229	6	3	14	15	12
230	8	3	9	6	12
231	8	17	9	16	12
232	14	6	15	8	7
233	6	12	9	15	10
234	15	3	2	8	12
235	4	7	15	9	11
236	3	4	13	16	16
237	16	13	12	8	11
238	12	4	13	15	15
239	6	12	7	9	16
240	19	4	17	12	10
241	6	18	5	10	6
242	19	17	17	8	16
243	16	15	7	7	6
244	4	13	7	9	5
245	14	3	3	9	14
246	11	11	6	13	18
247	20	7	7	4	7
248	15	4	7	9	14
249	16	8	5	12	13
250	21	6	11	15	6
251	17	10	11	4	7
252	5	3	2	11	6
253	11	3	12	12	14
254	5	13	5	16	9
255	8	6	12	12	18
256	19	2	6	16	16
257	9	6	9	11	9
258	5	16	15	7	17
259	12	7	11	16	13
260	14	12	10	7	9
261	17	2	16	13	17
262	7	11	15	10	11

263	8	7	11	9	18
264	15	4	9	15	16
265	9	16	11	6	16
266	8	9	5	11	10
267	11	7	15	14	16
268	11	11	3	11	5
269	12	17	4	10	9
270	20	5	5	5	10
271	17	9	10	16	12
272	10	18	10	12	6
273	14	13	11	14	7
274	20	3	17	8	10
275	18	6	8	14	11
276	8	18	14	8	14
277	12	4	17	4	16
278	14	14	16	4	6
279	4	2	15	12	7
280	9	6	2	7	9
281	18	7	11	8	9
282	8	17	11	8	9
283	17	9	3	12	12
284	19	2	15	16	16
285	3	3	5	6	13
286	18	12	9	13	18
287	15	17	16	16	9
288	16	5	15	8	10

**Tabla 6 Porcentaje de pérdida de paquetes de datos (porcentaje) de cada sensor**

**ANEXO F**

**Tabla de medición de la presión sonora por cada sensor (decibeles)**

		Mercado Central	Parque Ramón castilla	Plaza de armas	Mercado Laykakota	Mercado bellavista
Hora	Observación	s1	s2	s3	s4	s5
0:00:00	1	69	53	49	62	61
0:05:00	2	70	43	47	63	59
0:10:00	3	71	47	46	63	61
0:15:00	4	69	47	44	64	62
0:20:00	5	65	40	50	57	58
0:25:00	6	68	53	44	56	60
0:30:00	7	70	39	53	57	57
0:35:00	8	66	55	49	59	59
0:40:00	9	57	47	49	57	56
0:45:00	10	58	40	48	63	64
0:50:00	11	63	46	51	62	61
0:55:00	12	60	43	43	63	56
1:00:00	13	60	45	44	64	57
1:05:00	14	60	44	44	62	58
1:10:00	15	64	48	41	58	58
1:15:00	16	57	54	46	63	60
1:20:00	17	57	50	44	62	63
1:25:00	18	61	53	51	60	53
1:30:00	19	57	48	46	64	44
1:35:00	20	57	42	54	62	39
1:40:00	21	60	39	40	62	52
1:45:00	22	60	41	48	61	43
1:50:00	23	61	48	55	57	50
1:55:00	24	57	52	42	48	51
2:00:00	25	60	42	49	43	48
2:05:00	26	60	41	46	54	42
2:10:00	27	61	40	45	39	54
2:15:00	28	64	55	53	44	45
2:20:00	29	64	45	48	52	51
2:25:00	30	62	48	48	45	45
2:30:00	31	60	51	41	44	53
2:35:00	32	59	54	55	44	41

2:40:00	33	63	53	39	41	43
2:45:00	34	56	47	40	40	45
2:50:00	35	63	45	55	53	43
2:55:00	36	63	44	42	44	42
3:00:00	37	58	39	49	46	53
3:05:00	38	61	54	42	47	53
3:10:00	39	56	53	54	40	44
3:15:00	40	64	43	48	40	50
3:20:00	41	62	42	41	54	54
3:25:00	42	55	55	50	47	51
3:30:00	43	43	41	53	51	46
3:35:00	44	45	47	46	45	54
3:40:00	45	41	50	53	46	44
3:45:00	46	46	54	51	51	44
3:50:00	47	49	45	58	70	45
3:55:00	48	45	43	61	67	40
4:00:00	49	52	44	56	68	39
4:05:00	50	53	42	61	70	49
4:10:00	51	53	50	59	70	50
4:15:00	52	55	46	60	66	56
4:20:00	53	43	59	63	65	56
4:25:00	54	43	58	61	69	64
4:30:00	55	53	61	62	68	59
4:35:00	56	42	61	57	65	56
4:40:00	57	56	62	57	65	64
4:45:00	58	56	59	62	69	58
4:50:00	59	59	57	56	72	63
4:55:00	60	56	60	63	68	62
5:00:00	61	59	59	61	71	58
5:05:00	62	64	61	62	68	57
5:10:00	63	57	63	57	71	64
5:15:00	64	64	58	64	67	57
5:20:00	65	61	57	60	68	60
5:25:00	66	64	57	64	70	56
5:30:00	67	56	59	57	70	62
5:35:00	68	60	60	58	66	57
5:40:00	69	64	64	58	69	62
5:45:00	70	62	61	64	65	63
5:50:00	71	64	56	63	68	62
5:55:00	72	62	56	57	66	56
6:00:00	73	72	60	60	70	58
6:05:00	74	72	59	59	71	59
6:10:00	75	70	62	62	70	58
6:15:00	76	68	60	64	65	58
6:20:00	77	65	57	59	68	58



6:25:00	78	68	58	58	72	59
6:30:00	79	67	61	58	68	63
6:35:00	80	68	69	58	78	63
6:40:00	81	72	67	63	73	65
6:45:00	82	65	68	63	81	65
6:50:00	83	71	66	64	74	71
6:55:00	84	65	69	64	74	72
7:00:00	85	67	71	62	79	68
7:05:00	86	79	71	63	76	65
7:10:00	87	75	71	63	76	71
7:15:00	88	73	72	59	77	65
7:20:00	89	78	79	56	74	68
7:25:00	90	73	78	61	76	65
7:30:00	91	76	77	63	74	70
7:35:00	92	76	76	60	75	76
7:40:00	93	76	73	62	77	77
7:45:00	94	75	81	59	78	74
7:50:00	95	74	81	57	81	80
7:55:00	96	78	80	57	80	73
8:00:00	97	80	73	56	80	77
8:05:00	98	77	74	57	76	80
8:10:00	99	73	77	61	78	78
8:15:00	100	79	73	59	74	73
8:20:00	101	73	79	64	75	78
8:25:00	102	77	73	59	76	75
8:30:00	103	73	74	60	75	77
8:35:00	104	60	77	71	73	76
8:40:00	105	60	75	70	73	75
8:45:00	106	58	80	68	81	67
8:50:00	107	58	75	69	77	72
8:55:00	108	59	76	72	74	68
9:00:00	109	56	75	66	81	67
9:05:00	110	62	73	65	77	68
9:10:00	111	65	80	66	80	68
9:15:00	112	66	78	68	70	69
9:20:00	113	70	76	71	66	69
9:25:00	114	71	81	66	67	70
9:30:00	115	67	79	72	69	66
9:35:00	116	67	79	68	66	67
9:40:00	117	71	75	72	68	67
9:45:00	118	71	76	70	71	66
9:50:00	119	71	73	65	67	71
9:55:00	120	66	75	65	66	70
10:00:00	121	66	75	72	72	66
10:05:00	122	65	77	65	66	70

10:10:00	123	68	73	72	67	71
10:15:00	124	65	77	66	69	71
10:20:00	125	65	76	67	66	72
10:25:00	126	69	74	70	66	71
10:30:00	127	65	80	66	67	67
10:35:00	128	65	81	70	67	67
10:40:00	129	66	79	70	66	72
10:45:00	130	70	71	70	65	72
10:50:00	131	65	65	66	69	68
10:55:00	132	72	67	66	66	70
11:00:00	133	72	66	66	68	72
11:05:00	134	70	71	68	67	72
11:10:00	135	68	70	65	76	65
11:15:00	136	67	69	66	78	69
11:20:00	137	69	68	71	76	65
11:25:00	138	68	67	68	80	75
11:30:00	139	72	67	71	77	74
11:35:00	140	65	69	71	78	73
11:40:00	141	67	65	70	79	73
11:45:00	142	74	67	67	74	76
11:50:00	143	78	70	71	80	79
11:55:00	144	73	69	69	80	74
12:00:00	145	77	67	73	78	78
12:05:00	146	73	73	81	77	75
12:10:00	147	73	78	73	81	81
12:15:00	148	76	73	77	80	74
12:20:00	149	73	81	81	74	79
12:25:00	150	79	80	79	80	75
12:30:00	151	79	75	73	79	77
12:35:00	152	74	81	80	73	79
12:40:00	153	76	75	80	77	75
12:45:00	154	81	80	77	78	76
12:50:00	155	76	78	78	78	78
12:55:00	156	78	80	77	79	78
13:00:00	157	75	74	79	75	78
13:05:00	158	78	74	77	74	80
13:10:00	159	77	79	74	80	73
13:15:00	160	81	78	80	80	78
13:20:00	161	81	75	81	76	70
13:25:00	162	76	81	77	74	67
13:30:00	163	79	78	81	77	67
13:35:00	164	76	80	68	73	69
13:40:00	165	81	81	69	75	71
13:45:00	166	73	77	70	81	71
13:50:00	167	73	78	72	67	65

13:55:00	168	65	73	71	71	67
14:00:00	169	72	75	65	69	67
14:05:00	170	70	75	67	71	70
14:10:00	171	66	76	69	65	70
14:15:00	172	70	76	70	65	67
14:20:00	173	69	79	70	72	66
14:25:00	174	69	73	69	70	71
14:30:00	175	66	74	65	71	69
14:35:00	176	71	68	69	68	70
14:40:00	177	66	66	67	71	66
14:45:00	178	68	70	67	70	71
14:50:00	179	72	69	70	72	67
14:55:00	180	72	66	72	69	70
15:00:00	181	67	65	65	69	71
15:05:00	182	69	65	70	65	66
15:10:00	183	69	69	72	72	66
15:15:00	184	72	65	72	66	67
15:20:00	185	67	68	68	71	67
15:25:00	186	66	69	69	72	68
15:30:00	187	70	67	70	72	70
15:35:00	188	65	66	71	72	65
15:40:00	189	67	69	70	72	59
15:45:00	190	68	66	65	69	61
15:50:00	191	56	66	71	70	60
15:55:00	192	64	70	66	65	61
16:00:00	193	58	72	72	69	61
16:05:00	194	58	69	68	69	63
16:10:00	195	58	68	66	70	64
16:15:00	196	57	65	68	67	56
16:20:00	197	61	70	66	70	59
16:25:00	198	61	67	66	66	63
16:30:00	199	58	66	69	72	58
16:35:00	200	56	70	66	72	59
16:40:00	201	56	69	65	65	56
16:45:00	202	64	67	67	65	70
16:50:00	203	59	72	71	71	71
16:55:00	204	66	67	66	67	67
17:00:00	205	70	66	68	72	72
17:05:00	206	70	68	68	68	67
17:10:00	207	70	68	68	69	67
17:15:00	208	69	71	71	70	66
17:20:00	209	71	69	71	68	71
17:25:00	210	67	73	65	66	72
17:30:00	211	70	81	72	72	65
17:35:00	212	72	77	68	68	67

17:40:00	213	69	77	69	71	81
17:45:00	214	71	74	65	77	80
17:50:00	215	78	76	67	73	81
17:55:00	216	75	81	70	73	76
18:00:00	217	80	81	67	80	78
18:05:00	218	76	81	70	76	77
18:10:00	219	78	73	72	79	81
18:15:00	220	73	79	68	74	79
18:20:00	221	77	75	74	80	74
18:25:00	222	73	75	81	78	73
18:30:00	223	75	78	75	77	76
18:35:00	224	76	73	74	75	76
18:40:00	225	79	80	81	76	74
18:45:00	226	73	76	77	74	77
18:50:00	227	78	80	75	77	76
18:55:00	228	75	74	75	80	74
19:00:00	229	74	80	76	77	78
19:05:00	230	73	75	79	74	73
19:10:00	231	74	77	75	76	75
19:15:00	232	79	81	73	76	80
19:20:00	233	75	76	74	73	74
19:25:00	234	77	80	73	78	74
19:30:00	235	78	79	76	75	74
19:35:00	236	73	73	77	76	79
19:40:00	237	79	74	79	75	76
19:45:00	238	77	77	74	75	75
19:50:00	239	79	76	77	75	73
19:55:00	240	81	81	77	75	79
20:00:00	241	75	74	72	80	79
20:05:00	242	75	77	68	80	77
20:10:00	243	74	73	67	77	79
20:15:00	244	78	79	72	74	73
20:20:00	245	78	79	69	73	79
20:25:00	246	75	80	66	78	76
20:30:00	247	81	73	72	74	75
20:35:00	248	73	73	65	81	73
20:40:00	249	77	76	65	79	80
20:45:00	250	79	77	72	78	73
20:50:00	251	77	80	68	81	75
20:55:00	252	78	80	69	79	80
21:00:00	253	73	68	69	73	74
21:05:00	254	75	72	66	74	74
21:10:00	255	80	69	70	80	80
21:15:00	256	78	72	69	79	80
21:20:00	257	74	66	72	75	66

21:25:00	258	74	70	70	73	72
21:30:00	259	75	66	65	80	66
21:35:00	260	73	65	71	81	65
21:40:00	261	80	72	68	76	68
21:45:00	262	73	71	72	79	65
21:50:00	263	73	65	72	73	71
21:55:00	264	73	72	68	72	69
22:00:00	265	74	66	67	68	65
22:05:00	266	81	66	67	72	65
22:10:00	267	80	69	65	67	65
22:15:00	268	78	70	68	68	71
22:20:00	269	75	70	69	70	66
22:25:00	270	65	71	65	68	72
22:30:00	271	65	72	65	72	66
22:35:00	272	70	72	66	65	66
22:40:00	273	70	68	71	72	65
22:45:00	274	69	69	63	67	63
22:50:00	275	68	65	59	72	59
22:55:00	276	65	70	63	65	63
23:00:00	277	72	60	59	71	60
23:05:00	278	69	61	58	67	57
23:10:00	279	69	59	57	69	59
23:15:00	280	72	58	63	70	57
23:20:00	281	66	64	57	68	63
23:25:00	282	66	41	58	65	56
23:30:00	283	68	48	56	57	57
23:35:00	284	72	52	60	58	61
23:40:00	285	71	47	58	62	59
23:45:00	286	59	51	44	56	64
23:50:00	287	59	43	40	61	62
23:55:00	288	64	50	43	58	61

**Tabla 7 Medición de la presión sonora por cada sensor (decibeles)**