



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE RED WSN EN LA UNIVERSIDAD DE LAS
AMÉRICAS SEDE QUERI, PARA LA MEDICIÓN DE RADIACIÓN
ULTRAVIOLETA, Y PROYECCIÓN DE DATOS MEDIANTE
APLICATIVOS WEB Y MÓVIL

AUTORES

Daniel Felipe Arcila Valencia
Daniel Sebastián Bravo Moncayo

AÑO

2018



FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS APLICADAS

IMPLEMENTACIÓN DE RED WSN EN LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS
SEDE QUERI, PARA LA MEDICIÓN DE RADIACIÓN ULTRAVIOLETA, Y
PROYECCIÓN DE DATOS MEDIANTE APLICATIVOS WEB Y MÓVIL.

Trabajo de titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por los títulos de Ingenieros en Electrónica y Redes de Información.

Profesor Guía

MSc. Jorge Wilson Granda Cantuña

Autores

Daniel Felipe Arcila Valencia

Daniel Sebastián Bravo Moncayo

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, Implementación de red WSN en la Universidad De Las Américas sede Queri, para la medición de radiación ultravioleta, y proyección de datos mediante aplicativos web y móvil, a través de reuniones periódicas con los estudiantes Arcila Valencia Daniel Felipe y Bravo Moncayo Daniel Sebastián, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Jorge Wilson Granda Cantuña

Máster en Ingeniería Eléctrica

CI: 1708594187

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber dirigido este trabajo, Implementación de red WSN en la Universidad De Las Américas sede Queri, para la medición de radiación ultravioleta, y proyección de datos mediante aplicativos web y móvil, de los estudiantes Arcila Valencia Daniel Felipe y Bravo Moncayo Daniel Sebastián, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de titulación”.

Iván Patricio Ortiz Garcés
Magister en redes de comunicaciones
CI: 0602356776

DECLARACIÓN DE AUTORIA DEL ESTUDIANTE

“Declaramos que este trabajo es original, de nuestra autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Daniel Felipe Arcila Valencia
CI: 1757737091

Daniel Sebastián Bravo Moncayo
CI: 1718901562

AGRADECIMIENTOS

Agradezco el apoyo, confianza, y amor incondicional, por parte de mis seres amados, quienes me ha permitido lograr este objetivo de vida.

Agradezco especialmente a mi madre, quien ha sido mi compañera, mi amiga, y el motor de mi vida para supera todos mis miedos, mis retos y cumplir todos mis sueños.

Daniel Arcila

DEDICATORIA

Dedico este logro a todos
mis seres amados.

Daniel Arcila

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi madre por ser un ejemplo de lucha, quien me ha enseñado a no rendirme jamás y quien con su infinito amor me ha ayudado a salir adelante. También agradecer a toda mi familia por haberme apoyado incondicionalmente en esta etapa, cada uno puso un grano de arena indispensable para que pudiera alcanzar este objetivo.

Daniel Bravo

DEDICATORIA

A mi familia, especialmente a mi madre, quienes han sido un pilar fundamental en mi vida y me han ayudado a ser la persona que soy. A mis verdaderas amistades por estar pendiente en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

Daniel Bravo

RESUMEN

El proyecto consiste en la investigación y desarrollo de una red de sensores inalámbricos para la medición de radiación ultravioleta, en la Universidad de las Américas, sede Quesi, ciudad de Quito, Ecuador.

Partiendo de los antecedentes de investigaciones, desgaste considerable en la capa de ozono, el aumento de la contaminación y casos de cáncer, entre otros, se propone este proyecto como posible solución para informar a los estudiantes acerca del daño que causa la radiación ultravioleta en la salud. De esta forma permitirá a los estudiantes mantenerse informados acerca de los riesgos que conlleva exponerse a la radiación ultravioleta.

Se implementará una red de dispositivos electrónicos, los cuales están compuestos de placas de desarrollo, sensores de radiación ultravioleta, módulos GPS, dispositivos de comunicación XBee. Todos estos elementos permiten a los dispositivos, realizar las mediciones de radiación ultravioleta que impacta en la Universidad de las Américas.

Los datos generados por los dispositivos se comunican a un nodo principal, el cual permite interactuar con el software que almacenará los datos, y de esta forma, se podrá obtener una base de datos de la información recolectada, para poder ser proyectada a los estudiantes mediante un aplicativo Web y un aplicativo Móvil.

ABSTRACT

The project involves the research and development of a wireless sensor network for the measure of ultraviolet radiation, in the University of the Americas, Quito, Ecuador.

Based on: researches, ozone layer deterioration, pollution and the increase of cancer cases, among others. The objective of the project is to report students about the UV levels in real time and give them some advises or tips to protect them self's.

The main elements of the wireless sensor network project are the followings: ultraviolet radiation sensors, GPS modules, XBee communication devices, microcontroller Arduino board. All these elements allow us to create a device that can measure the UV radiation.

The data generated by the devices, is sent to another device that operate as the gateway of the network. This allows the software to get all the sent data and store it in the Data Base. With this storage data, the information can be shown to the students by the web and mobile applications.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Justificación	2
1.2 Alcance	2
1.3 Objetivo General.....	3
1.4 Objetivos Específicos	3
1.5 Metodología	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Introducción	4
2.2 Radiación Ultravioleta.....	6
2.2.1 Efectos de la Radiación Ultravioleta	10
2.3 Cáncer de piel	12
2.3.1 Cáncer de piel en Ecuador	13
2.3.2 Estadísticas	14
2.4 Índices de radiación UV	15
2.5 Wireless Sensor Network	16
2.5.1 Elementos de una Red Inalámbrica de Sensores (WSN)	16
2.5.2 Topologías de una Red Inalámbrica de Sensores (WSN)	17
2.10 Microcontroladores	18
2.10.1 Elementos de un Microcontrolador	18
2.10.2 ATmega 328p	19
2.10.3 Arduino	20
2.11 Sensores	22
2.11.1 Módulo GPS	22
2.11.2 Sensor UV ML8511.....	23
2.11.3 XBee	24
2.12 Software	25
2.12.1 Lenguaje de Programación C#	25
2.12.2 Visual Studio.....	27
2.12.3 Programación en tres capas.....	29
3. DISEÑO DE RED Y PROTOTIPO	31

3.1	Introducción	31
3.1.1	Diseño de la red e integración con el sistema	32
3.1.2	Diagrama de bloques.....	33
3.1.3	Diagrama del prototipo.....	33
3.1.4	Elección de materiales.....	33
4.	DESARROLLO DE PROTOTIPO	37
4.1	Diseño Lógico de placa electrónica	37
4.2	Diseño físico de placa electrónica.....	41
4.3	Implementación.....	47
4.3.2	Configuración de XBee.....	49
4.3.4	Programación de la base de datos.	54
4.3.5	Programación interfaz gráfica.	55
4.3.6	Aplicativo Web	57
4.3.7	Configuración Ambiente Web	60
4.3.8	Integración aplicación Móvil.....	65
4.3.9	Diagrama interacción hardware y software.....	66
4.3.10	Ubicación de los nodos.....	66
5.	PROTOTIPO EN FUNCIONAMIENTO	67
5.1	Pruebas	67
5.1.1	Recolección de datos.....	67
5.1.2	Comparación con datos secretaria ambiente municipio de Quito.	70
5.2	Mejoramiento del Prototipo	75
5.2.1	Modulo Wifi.....	77
5.2.2	Raspberry Pi 3	78
5.2.3	Diagrama de mejora basado en Arduino y modulo Wifi.....	79
5.2.4	Diagrama de mejora basado en Raspberry y XBee.....	80
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	81
6.1	Conclusiones.....	81
6.2	Recomendaciones	82
	REFERENCIAS	84
	ANEXOS	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible ONU	4
Figura 2. Estrategias para el mejoramiento del medio ambiente.....	5
Figura 3. Espectro radioeléctrico.....	6
Figura 4. Ángulo de impacto de radiación UV	9
Figura 5. Índice de radiación UV	15
Figura 6. Topología en estrella.....	17
Figura 7. Topología en Árbol.....	17
Figura 8. Topología en Malla.....	18
Figura 9. Arduino Nano Atmega328p	19
Figura 10. PinOut Arduino Nano.	22
Figura 11. Modulo GPS.....	23
Figura 12. Sensor UV ML8511	24
Figura 13. XBee S2.....	25
Figura 14. Arquitectura tres capas aplicativo de escritorio	30
Figura 15. Capa presentación	30
Figura 16. Capa Negocio	30
Figura 17. Capa de datos.....	31
Figura 18. Sistema WSN.....	32
Figura 19. Sistema de Radiación UV.	33
Figura 20. Arquitectura del prototipo.	33
Figura 21. Bornera de alimentación.	38
Figura 22. Diseño para Switch	38
Figura 23. Diseño para regulador de voltaje.....	38
Figura 24. Diseño para microcontrolador Arduino nano.	39
Figura 25. Diseño de XBee para la placa	39
Figura 26. Diagrama de sensor de radiación UV.....	40
Figura 27. Diagrama de GPS.	40
Figura 28. Modelado 3D de placa.	41
Figura 29. Modelado 2D de placa	41
Figura 30. Impresión de diseño en papel transfer azul.....	42
Figura 31. Recorte de Baquelita y Papel Transfer Azul.....	42

Figura 32. Planchado de Papel Transfer sobre Baquelita.	43
Figura 33. Circuito dibujado en Baquelita.....	43
Figura 34. Baño de Ácido Férrico a las placas	44
Figura 35. Soldadura de los Espadines.....	44
Figura 36. Placas con espadines soldados.....	45
Figura 37. Nodo 1 terminado.....	45
Figura 38. Nodo 1,2 y 3 Terminado.....	46
Figura 39. Diseño de caja impresión 3D.	46
Figura 40. Prueba de funcionamiento del sistema.	47
Figura 41. Recepción de Datos.....	47
Figura 42. Diagrama de flujo código del prototipo.....	48
Figura 43. Interfaz principal de XCTU.	49
Figura 44. Nodo 1 agregado.....	49
Figura 45. Selección de puerto serial USB.....	50
Figura 46. Descubrimiento de módulos.....	50
Figura 47. Pantalla de carga del módulo detectado.	51
Figura 48. Selección de versión de firmware para los dispositivos.	51
Figura 49. Configuración Nodo Gateway.	52
Figura 50. Configuración Nodo 1.....	54
Figura 51. Interfaz Aplicativo de escritorio.	56
Figura 52. Función de conexión del Gateway con la base de datos.	56
Figura 53. Interfaz de muestreo de datos de aplicativo de escritorio.	57
Figura 54. Datos aleatorios interfaz web.....	58
Figura 55. Página web con lamina informativa.....	58
Figura 56. Ejemplo de grafica usando datos simulados.....	59
Figura 57. Segundo ejemplo con datos simulados.....	59
Figura 58. Configuración de IPs en el código PHP.	60
Figura 59. Panel de Control de XAMPP.....	61
Figura 60. Ruta de extensiones de XAMPP.....	61
Figura 61. Base de datos nis creada.....	62
Figura 62. Usuario “sa” habilitado.	62
Figura 63. Configuraciones variables de entorno.....	63
Figura 64. Comando PHP para migrar base de datos.....	63

Figura 65. Elementos de la Base de Datos "NIS".....	64
Figura 66. Comando para levantar página web.....	64
Figura 67. Página Web de Proyecto.....	65
Figura 68. Interfaz Gráfico del aplicativo Móvil.....	65
Figura 69. Interacción Hardware y Software.	66
Figura 70. Prueba de implementación en la universidad de las américas.....	67
Figura 71. RealTerm Recepción de Datos.	68
Figura 72. Pestaña de valores Interfaz Aplicativo de Escritorio.....	68
Figura 73. Índice UV en tiempo Real Hora: 10:35am 8/6/2018.	69
Figura 74. Página Web Funcionando en tiempo real Hora: 9:20am 8/6/2018. .	69
Figura 75. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 9:36am 7/6/2018.	70
Figura 76. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 12:34 7/6/2018.	71
Figura 77. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 13:36 7/6/2018.	71
Figura 78. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 13:44 7/6/2018.	72
Figura 79. Gráfica de Resumen de Índice UV 13:53 7/6/2018.	72
Figura 80. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 14:16 7/6/2018.	73
Figura 81. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 14:31 7/6/2018.	73
Figura 82. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 14:45 7/6/2018.	74
Figura 83. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 16:53 7/6/2018.	74
Figura 84. Gráfica de Resumen de Índice UV de 9h30 a 18h00 horas.	75
Figura 85. Diagrama de Red Mejorada.	76
Figura 86. Módulo Wifi	77
Figura 87. Raspberry Pi 3 Modelo B.	78
Figura 88. Dispositivo Gateway basado en modulo wifi.	79
Figura 89. Diagrama de bloques basado en modulo wifi.....	79
Figura 90. Diagrama basado en Raspberry.....	80
Figura 91. Diagrama de bloques basado en Raspberry.	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Radiación y sus respectivas longitudes de Onda y Frecuencia.....	7
Tabla 2. Promedio de casos de cáncer por año.....	14
Tabla 3. Características de ATmega328p	20
Tabla 4. Características del módulo GPS	23
Tabla 5. Características Sensor de radiación ultravioleta.	24
Tabla 6. Características módulo XBee	25
Tabla 7. Lenguajes de Programación soportados por Visual Studio	28
Tabla 8. Comparación de placas de desarrollo	34
Tabla 9. Comparación módulos de transmisión y recepción	35
Tabla 10. Configuración de parámetros principales para Nodo Gateway.	53
Tabla 11. Configuración Nodo 1	53
Tabla 12. Configuración Nodo 2.....	53
Tabla 13. Configuración Nodo 3.....	54
Tabla 14. Características modulo Wifi.....	77
Tabla 15. Características Raspberry Pi 3.....	78

1. INTRODUCCIÓN

Para el año 2030 la Organización de Naciones Unidas (ONU), se ha planteado 17 objetivos que deben cumplirse como metas para el desarrollo sostenible de los países. El mundo atraviesa por un cambio constante, en temas ambientales, sociales, tecnológicos y políticos. Y poder avanzar de forma sostenible es un reto que todos los seres humanos tenemos que lograr. Existen diferentes tipos de problemáticas mundiales, las cuales están siendo tratadas para lograr esa meta en el 2030.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), plantea el panorama general que el mundo atraviesa a la fecha, en la que el 23% de las muertes están directamente relacionadas con temas ambientales, es decir, esto representa 12.6 millones de muertes al año a causa del ambiente. De esos 12.6 millones de muertes al año, 8.2 millones de ellas están relacionadas a enfermedades que no son transmisibles, entre ellas el cáncer que representa 1.7 millones de muertes anuales.

El cáncer es una enfermedad que degenera las células del cuerpo, y puede estar presente en diferentes órganos. Uno de los muchos tipos de cáncer existentes, es el cáncer de piel, que según la Organización Mundial de la Salud (OMS), afectara cerca de 2 o 3 millones de personas a nivel mundial. Ecuador es un país que, dada su ubicación céntrica en el planeta, tiene una incidencia de radiación ultravioleta mayor en comparación con los demás países del mundo. Esto significa que, en Ecuador, se tiene un mayor riesgo de poseer alguna enfermedad a causa de la radiación ultravioleta.

Por ello es indispensable que se utilicen herramientas necesarias para poder prevenir a la población acerca de los daños que puede causar la radiación ultravioleta en su piel. El cáncer de piel puede ser prevenido, mediante los cuidados adecuados y uso de bloqueador solar. Para ello se debe implementar diferentes soluciones que permitan a las personas generar una conciencia en el cuidado de la salud y con ello reducir las muertes por causa de este parámetro ambiental.

1.1 Justificación

Se planteo el proyecto a partir del desconocimiento de las personas acerca de los efectos de la radiación ultravioleta. A pesar de tener información acerca de la cantidad de radiación ultravioleta que la ciudad de Quito experimenta, esta información no es debidamente difundida, y de igual forma, no es explicada a la ciudadanía. Por esa razón, partiendo del acceso a la información y el uso adecuado de la tecnología, se realizó una red de sensores inalámbricos de dispositivos electrónicos, para medir radiación ultravioleta.

Esta red de sensores está comunicándose constantemente, permitiendo tener una base de datos de las mediciones realizadas, para proyectarlas mediante los aplicativos web y móvil a los estudiantes de la Universidad.

La información proyectada permitirá a los estudiantes, docentes y personal de la Universidad de las Américas Quito, Ecuador, informarse en tiempo real del daño que puede causar la radiación ultravioleta, y poder generar en ellos una conciencia en el cuidado de la salud, usando la tecnología como herramienta principal.

1.2 Alcance

Se desarrollará una red de sensores inalámbricos en la Universidad de Las Américas (UDLA), sede Queri, los cuales medirán radiación ultravioleta. La información, generada por los dispositivos electrónicos que componen la red, será almacenada en una base de datos, la cual posteriormente permitirá mediante aplicativos web y móvil, proyectar la información a los estudiantes junto con algunos consejos y advertencias ante los mismos.

1.3 Objetivo General

Diseñar e implementar una red de sensores inalámbricos para la medición de radiación ultravioleta y proyectar la información mediante aplicativos Web y Móvil en la Universidad de las Américas sede Queri.

1.4 Objetivos Específicos

- Diseñar una red de sensores inalámbricos ubicado en la Universidad de las Américas sede Queri.
- Implementar un prototipo funcional.
- Proyectar datos generados en aplicativo de escritorio y web.

1.5 Metodología

En el proyecto de titulación se implementó una metodología que se basa en los siguientes métodos: Deductivo, Inductivo, Exploratorio, Experimental y Análisis.

El método deductivo fue utilizado para poder abarcar un concepto general y comprender de una forma más amplia las mediciones de radiación ultravioleta que la red de sensores inalámbricos obtendrá en el sitio especificado. De igual forma se utilizará un método inductivo que ayudará a comprender los fenómenos particulares con el propósito de sacar conclusiones y generar un antecedente que pueda ser usado en observaciones similares. Usar un método exploratorio nos permitió determinar el diseño de red adecuado a implementarse en el proyecto, y poder tener un criterio técnico adecuado para su implementación.

El método Experimental nos ayudó a implementar el prototipo que será usado para generar la red de sensores, de igual forma permitió realizar el proceso de obtención de datos y posterior proyección. El método basado en análisis nos concede establecer una relación de causa y efecto, que se basa en los datos recolectados para poder generar conclusiones específicas de los datos obtenidos por la red y poder proyectar los resultados a los usuarios.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

Uno de los retos que la Organización de Naciones Unidas se ha planteado es el objetivo 3, “Salud y Bienestar”. En el cual se plantea el objetivo: *“Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades”* (ONU, 2016). Si bien se han logrado muchos avances y se han unido fuerzas para poder avanzar en temas de salud, aun el mundo tiene un camino largo por recorrer para poder cumplir ese objetivo. Los demás objetivos podemos observarlos en la Figura 1.



Figura 1. Objetivos de Desarrollo Sostenible ONU.

Tomado de (ONU, 2016)

Se debe cumplir como parte del desarrollo sostenible, que el acceso a salud y bienestar sea visto como un derecho humano primordial para el desarrollo en general de un país, la salud y bienestar son determinantes para que una sociedad pueda avanzar a los retos que el mundo se proyecta, y esto indiscutible es uno de los pilares para lograr el desarrollo deseado.

Como estrategia se ha planteado unir fuerzas en la mejora de nuestro ambiente y sociedad, de esta forma podremos reducir la cantidad de muertes a causa del ambiente, e inevitablemente mejoraremos la salud de millones de personas, y podremos abarcar una de las metas para alcanzar el objetivo en temas de salud y bienestar.

Para ello, se plantean estrategias en temas de: reducción de carbono, mejoras en el transporte, introducción de tecnologías, reducir exposición laboral, aumentar acceso al agua, consumo, protección solar, exposición al humo de tabaco, y políticas para generar entornos saludables y prevenir enfermedades. Como podemos ver en la Figura 2, se detallan las estrategias que la Organización Mundial de la Salud plantea.



Figura 2. Estrategias para el mejoramiento del medio ambiente.

Tomado de (OMS, 2016)

Si bien es cierto la tecnología ha jugado un papel importantísimo en el desarrollo económico, esa misma tecnología debe enfocarse en el mejoramiento de la salud, ambiente y la sociedad, para ello, deben enfocarse las tecnologías como una solución a problemáticas mundiales. De esta forma reforzar la capacidad de las personas y de los países, en especial en los países que aún están en etapa de desarrollo, para que puedan generar una alerta temprana, mitigar y reducir los riesgos para la salud de sus habitantes, y poder generar una conciencia ambiental y de cuidado de la salud, que ayuden a su desarrollo sostenible, y generen un estado de salud y bienestar en sus habitantes.

2.2 Radiación Ultravioleta

La radiación ultravioleta es uno de los factores ambientales que intervienen en el deterioro de la salud de millones de personas alrededor del mundo.

La radiación UV es una emisión de ondas electromagnética, que se encuentra entre los rangos de 100-400nm de longitud de onda. Este tipo de radiación es no ionizante es decir que la onda no es capaz de desprender electrones de la materia a la cual está irradiando (American Cancer Society, 2017).

Estas ondas electromagnéticas son oscilaciones que tienen componentes eléctricos y magnéticos, estas vibraciones se transmiten por el aire a frecuencias que van desde 1 hasta 10^{24} Hz. Estas ondas difieren en frecuencia "f" y longitud de onda " λ ". Y están dadas por la relación $c = \lambda f$, donde c es la velocidad de la luz en el vacío, λ lambda es la longitud de onda, y f es la frecuencia.

La radiación UV está clasificada en el espectro electromagnético el cual se puede observar en la Figura 3, siendo solo una parte de la variedad de rangos de frecuencias y longitudes de onda que se propagan.

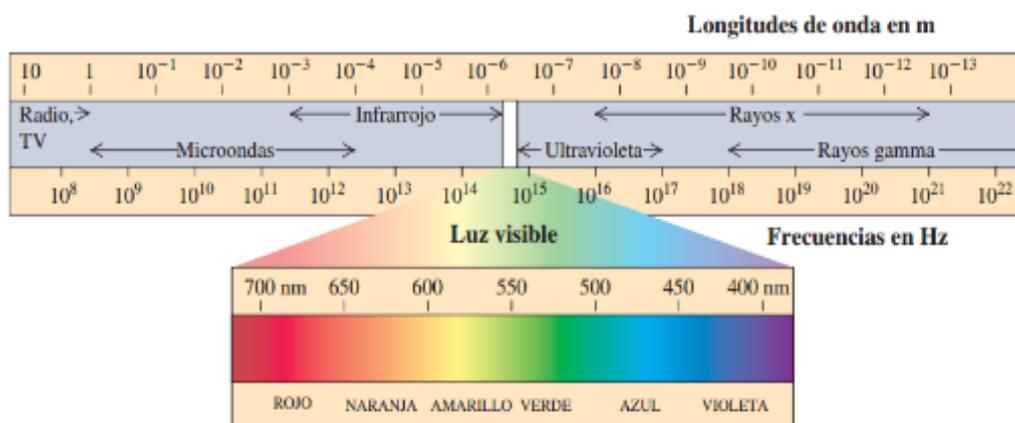


Figura 3. Espectro radioeléctrico.

Tomado de (Fonrouge, s.f)

Existen diferentes tipos de ondas dependiendo de su frecuencia y longitud como podemos evidenciar en la Tabla 1, a continuación.

Tabla 1.

Radiación y sus respectivas longitudes de Onda y Frecuencia.

		Longitud de onda	Frecuencia	Aplicación
Radio	Onda larga	$>10\text{m}$	$< 30 \text{ MHz}$	Radio AM
	Onda corta	10cm – 10m	30 MHz – 3 GHz	Televisión y Radio FM
	Microonda	1 mm – 30cm	3 – 300 GHz	Wi-Fi, Hornos microondas, Bluetooth, Radares.
Infrarrojos	700nm – 1mm	3×10^{12} – $3 \times 10^{14} \text{ Hz}$	Industria y medicina, astronomía, climatología, termografía.	
Luz visible	400 – 700nm	3×10^{14} – $7 \times 10^{14} \text{ Hz}$	Radiación visible al ojo humano.	
Radiación UV	400 – 10nm	7×10^{14} - 10^{17} Hz	Rayos del sol, análisis de ADN, espectroscopia, medicina.	
Rayos X	0.01 – 10nm	10^{17} - 10^{19} Hz	Radiografía, astronomía.	
Rayos Gamma	$< 100\text{pm}$	$>10^{19} \text{ Hz}$	Radioactividad.	

Adaptado de (Fonrouge, s.f)

El sol es el mayor generador de radiación UV, irradia energía en un amplio espectro de frecuencias y longitudes de onda, la mayor parte de ellas son

longitudes de onda que son invisibles para los ojos humanos, siendo las longitudes de onda más cortas las que pueden causar mayor daño a la salud.

La radiación UV se divide en tres bandas:

- UV-A (315-400nm)
- UV-B (280-315nm)
- UV-C (100-280nm)

Los rayos que ingresan en el planeta provenientes de nuestro sol impactan en nuestra atmosfera, la cual contiene gases como: ozono, vapor de agua, oxígeno y dióxido de carbono, los cuales interactúan con los rayos y en esa interacción la atmosfera absorbe toda la radiación UV-C, y cerca del 90% de la radiación UV-B. Por el contrario, la radiación UV-A que va de los 315-400nm es aquella que logra atravesar la atmosfera y en consecuencia es la radiación que mayor impacto tiene en la tierra, y en pequeñas porciones la radiación UVB la cual logra llegar, pero en menor cantidad.

La capa de ozono en la atmosfera permite proteger al planeta de la excesiva radiación UV-B, si esa radiación llegase a penetrar en cantidades grandes, la vida como la conocemos no existiría, es por ello por lo que existe una alta preocupación por la excesiva contaminación que afecta y aumenta el deterioro de la capa de ozono, y en consecuencia la desprotección del planeta ante los rayos UV. La radiación UV que ingresa a nuestro planeta depende de varios factores que pueden determinar el impacto que tendrá en los seres humanos y en la naturaleza, entre ellos están:

- La nubosidad.
- Capa de ozono.
- Angulo de penetración de la luz.
- Elevación.
- Aerosoles naturales o por actividad humana.
- Reflectividad de la superficie de la tierra.

Las nubes forman parte en cuanto a la reducción de radiación UV se refiere. Si esta nubosidad es densa es posible que sea un reductor de intensidad de la radiación. A pesar de ello, el hecho de que exista nubosidad no implica que no exista radiación, el 90% de la radiación atraviesa la nubosidad que no es muy densa. Y el efecto dispersor de las nubes puede producir una reflexión en diferentes superficies que aumente la intensidad de la radiación UV.

El ozono se produce naturalmente en la estratosfera y es el gas que actúa como capa protectora del planeta y absorbe la radiación UV.

La reducción de la capa de ozono en zonas de latitudes más altas como lo son el polo norte y el polo sur es mayor que en el resto del planeta. A pesar de ello no significa que en ella exista mayor cantidad de radiación ultravioleta, pues los países que se encuentran en latitudes más bajas, cerca del Ecuador tienen niveles mucho más altos incluso con ausencia de la disminución de la capa de ozono en estos lugares.

Como se puede observar en la Figura 4, los ángulos con el que los rayos impactan en el planeta tienen un efecto transcendental en la intensidad de radiación que recibimos.

Es decir, cuando los rayos del sol están de forma perpendicular al planeta formando un ángulo de 90 grados, que es el caso de los países que se encuentran en la línea ecuatorial, este impacto del sol se extiende en un área mínima, pero su intensidad es mucho mayor a la de países con latitudes más altas y donde el ángulo con el que los rayos impacta es de una extensión mayor, pero en intensidad menor.

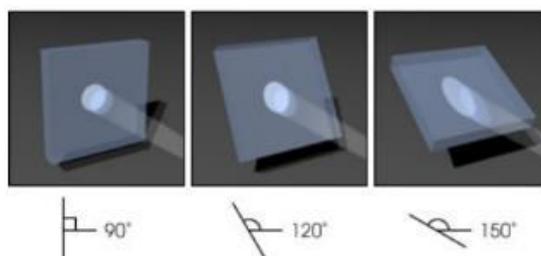


Figura 4. Ángulo de impacto de radiación UV.

Tomado de (Allen, 2001)

La altitud es un factor que también entra como variable a la hora de determinar el impacto que tendrá la radiación sobre la superficie, pues a mayor altitud, la atmosfera que cubre esa porción de superficie es mucho más delgada y por ende no es capaz de absorber mayor cantidad de radiación UV, por lo que a mayor altitud la intensidad de radiación incrementa, según la OMS entre 10% - 12% más de radiación.

Los aerosoles son partículas sólidas o líquidas las cuales están suspendidas como gas en el ambiente, y puede ser producido naturalmente como lo son cenizas volcánicas, tormentas de polvo, e incendios, entre otros. Pero, también existen aerosoles que son producto de la actividad humana como la quema de combustibles.

Estos aerosoles absorben el 50% de la radiación, pero, aunque parezca un efecto beneficioso para el planeta, en realidad tiene un efecto adverso a lo que se pensaría, pues en zonas como la de los polos la interacción de los gases que componen el aerosol deteriora la capa de ozono y por ende tiene un efecto perjudicial para esas zonas, pues la intensidad con la que los rayos penetran su superficie es mucho mayor.

La reflectancia de las superficies de igual forma interactúan con los rayos emitidos por el sol, entre ellos las superficies, que dependiendo del tipo de superficie puede dispersar o reflejar la intensidad de la radiación UV entre ellas está la nieve que aumenta la intensidad de radiación ultravioleta, debido a que refleja casi el 80% de la radiación entrante, superficies como los océanos reflejan cerca de 5-8 %, las superficies costeras que están en su mayoría con arena pueden reflejar el 15% de la radiación entrante.

2.2.1 Efectos de la Radiación Ultravioleta

La exposición a la radiación UV, produce efectos sobre la salud de los seres humanos, los ecosistemas acuáticos y terrestres, la biosfera, y el entorno natural. Si bien, la radiación UV se asocia con efectos adversos para la salud humana y del planeta, tiene efectos positivos como la generación de vitamina D en los

seres humanos, y también sirve para tratamientos contra enfermedades como el raquitismo, el eczema y la psoriasis.

Esta exposición a la radiación UV, es constante para los seres humanos y en tiempos prolongados esta radiación UV puede producir efectos sobre la salud de los ojos, la piel y sistemas inmunitarios. Este tipo de radiación es un factor de riesgo, y principal causa para la mayoría de los cánceres de piel. La luz solar, las cámaras bronceadoras y las lámparas son fuentes de radiación UV, y las personas que están expuestas durante mucho tiempo a estos factores pueden desarrollar enfermedades graves.

Los rayos UV-A y los rayos UV-B son la mayor causa de efectos dañinos en la piel, los rayos UV en mayor cantidad los UV-B, dañan el ADN de las células de la piel, y esto altera el ADN de los genes que controlan el crecimiento de células en la piel. *“Los niveles de radiación elevados aumentan el riesgo de enfermedades infecciosas y limitan la eficacia de las vacunas”* (OMS, 2003).

Los rayos UV-A son aquellos responsables del envejecimiento de las células de la piel, y dañan el ADN de estas células, son daños que están asociados con periodos largos, es decir, son causantes de efectos que son visibles tiempo después de su exposición, y se ven reflejados en efectos como:

- Arrugas.
- Cáncer.
- Envejecimiento de la piel.

Por otro lado, los rayos UV-B contienen más energía que los rayos UV-A, y estos están directamente relacionados con el daño del ADN de las células de la piel, y son los causantes de las quemaduras por el sol. Y se le atribuyen la mayor causa de cánceres de piel.

La exposición y efectos de la radiación ultravioleta aumentan dependiendo de la hora del día a la cual las personas exponen su cuerpo, las horas del día donde los rayos UV son más potentes son entre las 10 a.m. y las 4 p.m.

De igual forma, las temporadas del año en las cuales la radiación es mucho más elevada son los meses de primavera y verano, en países que tienen estaciones, y por el contrario en países cerca del ecuador, en la que este factor no aplica.

El patrón de exposición determina el impacto que tendrá la radiación sobre la salud humana, pues las quemaduras pueden aumentar el riesgo de desarrollar diferentes tipos de enfermedades en la piel. También el uso de cámaras bronceadoras y de ciertos tipos de formas de exposición a la radiación alteran el comportamiento de la salud.

Por otro lado, la vegetación también sufre a la exposición de radiación UV, perjudicando en la fotosíntesis de muchas especies, reduciendo el tamaño, productividad y calidad de muchos cultivos que son plantados y que sirven de alimento a muchas personas en el mundo.

También altera la vida de los ecosistemas acuáticos, el fitoplancton se ve alterado por la sobreexposición a la radiación ultravioleta. Afecta de igual forma funciones biológicas fundamentales en los ecosistemas y vida acuática, la alteración del proceso de crecimiento de fitoplancton cambiaría el ciclo mundial de carbono pues este ser vivo absorbe cantidades considerables del carbono en el océano.

La cantidad de radiación ultravioleta y el efecto de degradación de la capa de ozono en zonas como la Antártida, ha desencadenado que exista una reducción de al menos 6-12 % de la fotosíntesis del fitoplancton en esas aguas superficiales.

2.3 Cáncer de piel

El cáncer de piel es una alteración de las células de la piel, en la que existe un proceso de crecimiento que no es controlado y que puede darse en diferentes partes del cuerpo como lo son: Cabeza, cuello, brazos. A pesar de que pueden producirse en cualquier parte del cuerpo, son más frecuentes a las partes expuestas a factores que pueden alterar las células de la piel.

Es una enfermedad que generalmente puede tratarse, dependiendo del tipo de cáncer que se haya producido y de la afectación de este.

Existen tres tipos principales de cáncer en la piel:

- Cánceres de piel de células basales.
- Cánceres de piel de células escamosas.
- Melanomas.

Los cánceres que son de piel de células basales y escamosas son los más comunes en las personas y son detectados en las zonas de exposición al sol, como lo son el cuello y la cabeza, son relacionados con la exposición excesiva al sol. Este tipo de cáncer tiene una probabilidad baja en comparación con otros de reproducirse por otras partes del cuerpo, en comparación con cáncer de piel de melanomas.

Si estos tipos de cánceres no son atendidos a tiempo pueden propagarse por diferentes tejidos y órganos cercanos, lo que puede alterar otras partes del cuerpo o funciones de estas.

Los melanomas, son un tipo de cáncer de piel el cual se originan en los melanocitos, que son las células las cuales le dan la pigmentación marrón a la piel, y es la que produce la coloración de esta, estos melanocitos pueden formar crecimientos benignos es decir que no son cancerosos, y que son conocidos como lunares, pero también pueden alterarse y crecer descontroladamente, formando cáncer de piel que puede extenderse por varias partes del cuerpo.

2.3.1 Cáncer de piel en Ecuador

El Ecuador y los países que están en la línea ecuatorial son países que tienen un impacto de la radiación ultravioleta mucho mayor, debido al ángulo con el que los rayos del sol impactan en la superficie, en el Ecuador la incidencia de cáncer de piel es alta, es un tipo de cáncer que va en crecimiento.

No solo existe una afectación para los seres humanos, sino una afectación en un ámbito mayor, por las condiciones físicas y ambientales que existen, ese

deterioro y exceso de contaminación ha provocado el aumento de radiación que termina siendo una problemática para los países en donde la radiación impacta de forma perpendicular y con mayor intensidad, afectando sus ecosistemas, su biosfera y a su población, es por lo que se debe considerar un trabajo mancomunado de todos los países para avanzar en temas ambientales y de salud que permita revertir la incidencia de la radiación y ayudemos en temas de prevención, tratamiento y reducción de casos de cáncer. En el Ecuador los casos de cáncer de piel de carcinoma con melanoma tienen una tasa de afectación baja en comparación con los de no melanoma, pero por el contrario tiene una tasa de mortalidad más alta.

2.3.2 Estadísticas

De acuerdo con la OMS al año en el mundo, se producen entre dos y tres millones de casos de cáncer de piel no melánico, y 132 000 casos de cáncer de piel melánico. Según los datos recolectados por SOLCA, existen 650 nuevos casos cada año de cáncer de piel, solo en la ciudad de Quito. Teniendo bajo observación que la ciudad de Quito se encuentra en el ranking 20 dentro de 70 ciudades alrededor del mundo con mayor índice de radiación UV, ocupando el puesto 19, bajo un estudio publicado por Cancer Incidence in Five Continents, de la agencia internacional para la investigación del Cáncer.

Dadas las condiciones ambientales y factores que influyen en la forma en como los rayos ultravioletas afectan a los países que se encuentran en la línea ecuatorial, se puede inferir que en Quito existe un riesgo mayor dada la altura que tiene la ciudad, y la perpendicularidad con la que las ondas de radiación ultravioleta ingresan a la ciudad. A continuación, en la Tabla 2, podremos observar el promedio de casos de cáncer por año en el Ecuador.

Tabla 2.

Promedio de casos de cáncer por año.

PERIODOS	HOMBRES	MUJERES
1986-1990	68	87

1991-1995	90	104
1996-2000	138	151
2001-2005	203	230
2006-2010	241	258

Adaptado de (Redacción País Adentro, 2017)

2.4 Índices de radiación UV

El índice de radiación ultravioleta es una medida que permite interpretar la intensidad de UV que es registrada, el índice de radiación UV está dividido en códigos de colores dependiendo de un dígito que va del 0-11.



Figura 5. Índice de radiación UV.

Tomado de (OMS, 2016)

Como se observa en la Figura 5, la OMS plantea diferentes rangos, que tienen un impacto sobre la salud humana. Esos efectos son los siguientes:

- Los niveles en color verde son niveles considerados bajos y su exposición no causa peligro alguno a la salud.
- El color amarillo significa moderado, en este el tiempo de exposición debe tomarse en consideración y se debe tener precaución con el exceso de exposición.
- El color naranja significa alto, en este caso el tiempo de exposición debe ser corto y se deben tomar medidas extras de protección como bloqueador solar.

- En el caso del color rojo significa muy alta, esto significa que se deben tomar precauciones tanto de la cara como de otras partes del cuerpo en donde se debe usar gorras además del bloqueador, y tiempos de exposición muy cortos.
- El color violeta es extremadamente alto y en este caso se deben tomar todas las precauciones de implementos que cubran la piel y protegerla con bloqueador solar, y evitar la exposición al sol.

2.5 Wireless Sensor Network

Una Red de Sensores Inalámbricos, también llamado WSN por sus siglas en inglés, es una red que consiste en dispositivos distribuidos en diferentes puntos, utilizando sensores para monitorear condiciones físicas o ambientales. El sistema de toda WSN consiste en un Gateway y Nodos (National Instruments, 2009).

2.5.1 Elementos de una Red Inalámbrica de Sensores (WSN)

2.5.1.1 Nodo

Elemento en donde se encuentran los sensores. Recolectan la información para proceder a enviarla (National Instruments, 2009).

2.5.1.2 Gateway

Es un equipo que permite interconectar redes con protocolos y arquitecturas completamente diferentes a todos los niveles de comunicación (National Instruments, 2009).

2.5.1.3 Estación Base

En donde se almacenan los datos enviados por los sensores (National Instruments, 2009).

2.5.2 Topologías de una Red Inalámbrica de Sensores (WSN)

2.5.2.1 Estrella

Como se observa en la Figura 6, la topología estrella se basa en que cada nodo está conectado directamente al Gateway.

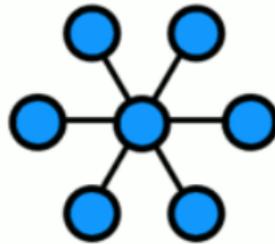


Figura 6. Topología en estrella.

Tomado de (Repuestos Informáticos Salvadoreños, 2016)

2.5.2.2 Árbol

En la Figura 7, se puede observar una forma jerárquica, en la que los nodos secundarios están conectándose al nodo principal.

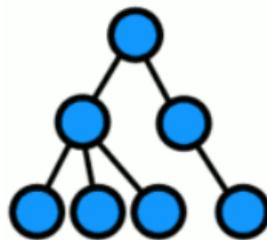


Figura 7. Topología en Árbol.

Tomado de (Repuestos Informáticos Salvadoreños, 2016)

2.5.2.3 Malla

En la Figura 8, cada nodo realiza todas las posibles conexiones posibles con sus vecinos, permitiendo una cantidad de caminos para el envío de información hasta el Gateway.

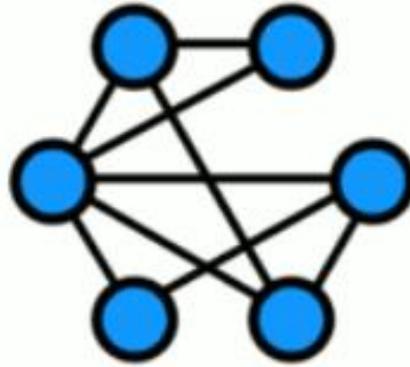


Figura 8. Topología en Malla.

Tomado de (Repuestos Informáticos Salvadoreños, 2016)

2.10 Microcontroladores

El prototipo propuesto de WSN se manejará a través de microcontroladores, por lo que a continuación se detallará su concepto y estructura.

Un microcontrolador es un circuito integrado el cual contiene un CPU, Unidades de memoria RAM y ROM y periféricos de entrada y salida. Todos los elementos están interconectados y en conjunto forman el *microcontrolador*. El cual lleva a cabo diversas funciones a través de una lista de instrucciones cargadas por su programador.

2.10.1 Elementos de un Microcontrolador

2.10.1.1 Unidad Aritmética-Lógica (ALU)

Realiza los cálculos, comparaciones y toma de decisiones lógicas.

2.10.1.2 Registros

Es el lugar donde se almacena la información. Estas memorias pueden ser RAM (memoria de almacenamiento temporal) o ROM (memoria que almacena datos fijos e inmodificables).

2.10.1.3 Unidad de Control

Interpreta y ejecuta las instrucciones.

2.10.1.4 Buses

Conexiones internas y externas del microprocesador donde circula la información y señales de control para que esa información llegue al módulo correspondiente.

2.10.1.5 Oscilador/Reloj

Proporciona la señal de sincronización que permite que las actividades del microprocesador se coordinen (Miguel, 2016, p. 395).

2.10.2 ATmega 328p

Para la elaboración de los nodos se usará el microcontrolador Atmega328p 238p.

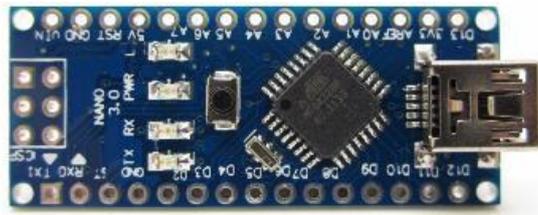


Figura 9. Arduino Nano Atmega328p.

Tomado de (THAOYU, s.f.)

En la Figura 9, se observa una placa de desarrollo Arduino Nano, la cual tiene como componente principal un microcontrolador desarrollado por Microchip picoPower que combina 32KB de memoria ISP Flash con capacidad de escritura y lectura. Y el cual tiene las características detalladas en la Tabla 3.

Características

Tabla 3.

Características de ATmega328p.

Nombre	Valor
Program Memory Type	Flash
Program Memory Size (KB)	32
CPU Speed (MIPS/DMIPS)	20
Data EEPROM/HEF (bytes)	1024
Digital Communication Peripherals	1-UART, 2-SPI, 1-I2C
Capture/Compare/PWM Peripherals	1 Input Capture, 1 CCP, 6PWM
Timers	2 x 8-bit, 1 x 16-bit
Number of Comparators	1
Temperature Range (C)	-40 to 85
Operating Voltage Range (V)	1,8 to 5,5
Pin Count	32

Adaptado de (Micro Chip, s.f)

2.10.3 Arduino

Arduino es una plataforma, de código abierto, que usa una placa con un microcontrolador permitiendo un entorno de desarrollo de prototipos electrónicos basados en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino permiten leer entradas y luego procesarlas para convertirlas en salidas basándose en la programación del microcontrolador.

Las Ventajas que presenta Arduino son:

- Económico: Sus precios son bastante accesibles para todo tipo de usuario.

- Multiplataforma: El IDE de Arduino funciona en Windows, Macintosh OS y en distribuciones Linux.
- Software y Hardware abiertos y extensibles: Arduino dispone el código desarrollado por profesionales a través de las bibliotecas de C++, además, al estar bajo la licencia Creative Commons los diseñadores experimentados pueden crear su propio módulo para ampliarlo y mejorarlo
- Entorno de programación muy sencillo y directo (Arduino, s.f).

Para revisar todas las características de la placa Arduino nano 328p revisar anexos, literal A.

2.10.3.1 Funcionamiento de Arduino

El funcionamiento de una placa Arduino está compuesto por:

- Entradas: Son señales recibidas a través de sensores que están conectados a los pines de entrada de la placa
- Microcontrolador: Es el cerebro, por así decirlo, el cual, a través de las instrucciones programadas por el usuario, interpreta la información y la procesa para tomar acciones como respuestas.
- Salidas: De acuerdo con lo procesado por el microcontrolador y bajo las instrucciones, por medio de los pines de salida enviamos las respuestas (Crespo, 2017).

2.10.3.2 Elementos de placa Arduino

En la Figura 10, se detalla el diagrama de pines del Arduino nano, utilizado como elemento de procesamiento en los nodos.

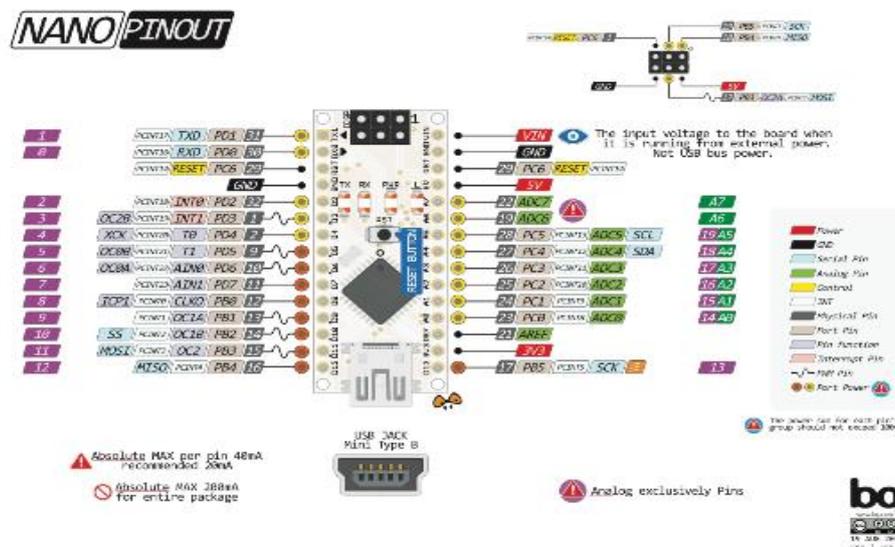


Figura 10. PinOut Arduino Nano.

Tomado de (Crespo, 2017)

2.10.3.3 Lenguajes de Programación de Arduino

El microcontrolador de la placa de Arduino es una adaptación de C++. Arduino provee a sus usuarios un IDE en donde se encuentran avr-libc, avr-binutils y avr-gcc que contiene librerías y compiladores (Crespo, aprendiendoarduino, 2017).

2.11 Sensores

Un sensor es un dispositivo que captura magnitudes físicas o cualquier tipo de alteración en el entorno donde fue colocado. (Ramírez, Jiménez, & Carreño, 2014, p. 2).

Para obtener más información acerca del dispositivo usados en el prototipo, revisar anexos, literal A.

2.11.1 Módulo GPS

El módulo NEO 6M de GPS. Se comunica a través de puerto serial UART. Mide parámetros Latitud, Longitud, Velocidad, Altitud. En la Figura 11, se observar al dispositivo en mención.



Figura 11. Módulo GPS.

Tomado de (Amazon, 2016)

A continuación, en la Tabla 4, se detallan las características técnicas del dispositivo.

Tabla 4.

Características del módulo GPS.

Característica	Valor
Voltaje de funcionamiento	3 – 5 v
Sensibilidad	-165 dBm
Frecuencia de actualización	5 Hz
Puertos seriales	1
Velocidad de desplazamiento máxima	500 m/s
Temperatura de funcionamiento	-40 a 85 °C
Tamaño	30mm x 20mm

Adaptado de (Bot Science, s.f)

2.11.2 Sensor UV ML8511

Se utiliza para medir la longitud de onda de la radiación ultravioleta, radiación infrarroja y la luz. El sensor usa el nanómetro (nm) como la unidad de longitud de onda. En la Figura 12, se puede observar al dispositivo en mención.

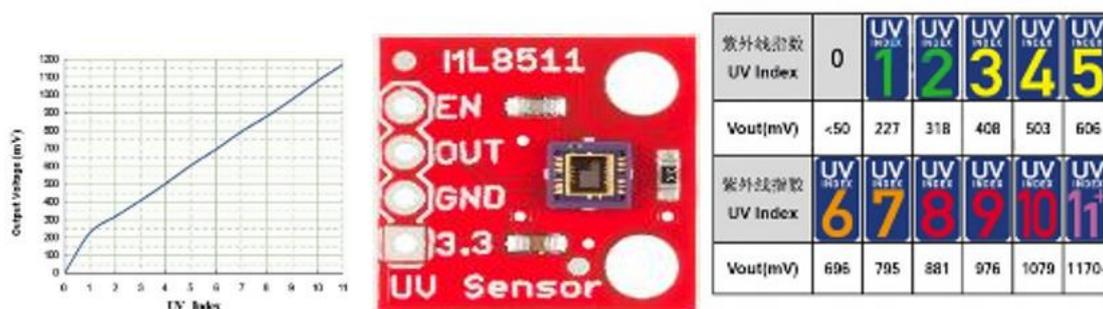


Figura 12. Sensor UV ML8511.

Tomado de (Spark Fun, s.f)

A continuación, las características técnicas del sensor se detallan en la Tabla 5.

Tabla 5.

Características Sensor de radiación ultravioleta.

Características	Valor
Voltaje de funcionamiento	3 – 5Vdc
Corriente eléctrica	0.06 – 0.1 mA
Sensibilidad de longitud de onda	200 – 370 nm
Temperatura de trabajo	-20 – 85 °C

Adaptado de (Spark Fun, s.f)

2.11.3 XBee

Digi define a XBee como módulos de soluciones integradas para una interconexión y comunicación inalámbrica entre dispositivos conectados en una red punto a punto o una red punto a multipunto que se basan el protocolo de red IEEE 802.15.4. En pocas palabras los dispositivos XBee son módulos inalámbricos para la interconexión. En la Figura 13, se puede observar al dispositivo en mención.



Figura 13. XBee S2.

Tomado de (XBee, s.f.)

Las características técnicas del dispositivo de transmisión XBee se detallan en la Tabla 6.

Tabla 6.

Características módulo XBee.

Características	Valor
Distancia de transmisión con línea de vista	1500 m
Distancia de transmisión en interiores	90 m
Frecuencia	2,4 GHz
Velocidad de transmisión	1 Mbps
Voltaje de operación	5 V

Adaptado de (XBee, s.f.)

2.11.3.1 Protocolo ZigBee

“ZigBee es el protocolo inalámbrico que usan los dispositivos de transmisión para comunicarse entre sí” (Zigbee Alliance, s.f.).

2.12 Software

2.12.1 Lenguaje de Programación C#

El lenguaje C Sharp (C#) fue patentado por Anders Hejlsberg que diseñó también los lenguajes Turbo Pascal y Delphi. El C# es un lenguaje orientado a objetos, con C# lo que se quería era mejorar con respecto a sus dos lenguajes de los que se deriva que son el C y C++ (Pérez, 2015).

C# es un lenguaje de programación de alto nivel, con seguridad de tipos y orientado a objetos, permitiendo a los desarrolladores crear una gran variedad de aplicaciones robustas que se ejecutan en .NET Framework.

La sintaxis de C# es sencilla por lo que es fácil de aprender, y es aún más fácil si se está familiarizado con C, C++ o JAVA.

C# simplifica las complejidades que presentaba C++ y proporciona una serie de características eficaces como la aceptación de valores NULL, enumeraciones, delegados, accesos directos a memoria, entre otros que no se encuentran en JAVA.

C# con su incorporación de LINQ (Language-Integrates Query) convierte las consultas en una construcción de lenguaje de primera. En cuanto a la orientación a objetos, C# admite los conceptos de encapsulación, herencia y polimorfismo. Todas las variables y métodos (método Main) se encapsula dentro de las definiciones de clase.

C# además de incluir los principios elementales para la programación orientada a objetos, facilita el desarrollo de software mediante construcciones innovadoras como son:

- Delegados, que son métodos encapsulados que permiten notificaciones de eventos con seguridad de varios tipos.
- Propiedades, que actúan como descriptores de acceso
- Atributos, proporcionan metadatos declarativos sobre los tipos mientras estos se están ejecutando.
- Comentarios de documentación XML
- LINQ, que proporciona funcionalidades de consulta a diversos orígenes de datos (Microsoft, s.f).

C# necesita de la plataforma .NET Framework

.NET Framework Es una tecnología que permite la compilación y la ejecución de la última generación de aplicaciones y servicios web XML. Posee dos componentes principales Common Language Runtime (CLR) y una biblioteca de clases.

Esta tecnología está enfocada en cumplir los siguientes objetivos:

- Proporcionar:
 - Un entorno coherente de programación orientada a objetos
 - Un entorno de ejecución de código que reduzca en lo posible implementaciones de software para así evitar un conflicto de versiones.
 - Un entorno de ejecución de código para evitar problemas con scripts o intérpretes de comandos.
- Ofrecer:
 - Un entorno de ejecución de código seguro para que terceras personas puedan usarlos con plena confianza.
 - Una experiencia coherente entre tipos de aplicaciones diferentes ya sea basada en Windows o en WEB.
- Basar las comunicaciones en estándares para asegurar que el código basado en .NET Framework sea integrable con otros tipos de código (Microsoft, s.f).

2.12.2 Visual Studio

Visual Studio es un conjunto de herramientas tecnológicas para el desarrollo de software enfocado en la creación de aplicaciones y eficaces, permitiendo a los desarrolladores crear aplicaciones de escritorio o web, es decir aplicaciones ASP.NET, Servicio Web XML, aplicaciones de escritorio y móviles. Al ser soportado por .NET Framework, el IDE Visual Studio soporta varios lenguajes de programación.

Las Tareas que se puede realizar con Visual Studio son:

- Desarrollo: Permite escribir y administrar el código mediante el editor.
- Construcción: Permite compilar y desarrollar códigos fuente.
- Depuración: Investiga y ofrece soluciones a problemas con el código.
- Desplegar: Permite compartir aplicaciones con Web Deploy.
- Control de Versiones: Comparte código usando tecnologías de control
- DevOps: Permite construir y liberar aplicaciones en la nube.
- Mejora de Rendimiento: Identifica los cuellos de botella para mejorar el código gracias al uso de herramientas de diagnóstico.
- Datos: Se puede desarrollar aplicaciones de datos que se conectan a cualquier base de datos ya sea local o en la nube (Microsoft, s.f).

A continuación, en la Tabla 7, se puede observar los lenguajes de programación soportados por Visual Studio.

Tabla 7.

Lenguajes de Programación soportados por Visual Studio.

	C Sharp: Lenguaje de programación orientado a objetos con capacidades de programación funcional para construir casi cualquier aplicación en .NET Framework
	Visual Basic: Lenguaje de programación orientado a objetos para .Net Framework, enfocado en crear aplicaciones de Windows.
	C++: Un lenguaje de programación potente y flexible con un entorno de desarrollo para aplicaciones en Windows. iOS, Linux y Android.
	F#: Lenguaje de programación orientado a objetos para .NET Framework enfocado en facilitar la programación funcional para cualquier tarea
	Java Script: Lenguaje de scripting multiplataforma usado para hacer páginas web más interactivas.

	<p>Mecanografiado: Superconjunto de JS que permite crear código as escalable</p>
	<p>Pitón: Lenguaje de programación dinámico, orientado a objetos de alto nivel utilizado para el desarrollo rápido de aplicaciones.</p>
	<p>R: Lenguaje de programación extensible y usado para computación y gráficos estadísticos.</p>

Tomado de (Microsoft, s.f.)

2.12.3 Programación en tres capas

Este modo de programación consiste en la separación o división del diseño del aplicativo en las siguientes tres capas:

- **Capa Presentación (User Interface):** Esta capa se encarga de la interacción al usuario. Incluye: ventanas, cuadros de diálogos, imágenes, mensajes, etc. La finalidad es que el usuario pueda interactuar y comunicarse con la aplicación. Por medio de esta capa se pueden ejecutar tareas como el ingreso de datos o la recepción de información. En la Figura 14, se observa la distribución de capas que se visualiza en Visual Studio.

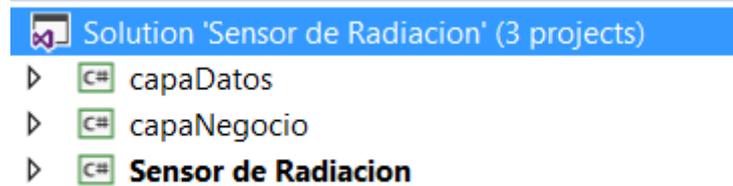


Figura 14. Arquitectura tres capas aplicativo de escritorio.

En la Figura 15, se puede observar el formulario de la Capa de presentación.



Figura 15. Capa presentación.

- **Capa Negocio (Business Logic):** Aquí es donde se programa la lógica necesaria para que la capa presentación pueda interactuar con todas las funcionalidades que presente la aplicación. Es decir, la codificación (lógica) que hace posible la recepción de solicitudes de la capa presentación y permite que se envíe una respuesta a estas solicitudes. En la Figura 16, se puede observar la capa de negocio.

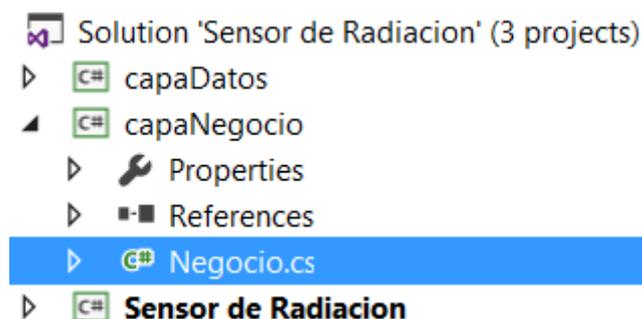


Figura 16. Capa Negocio.

- **Capa Datos (Data Access):** Se encarga de la comunicación con la Base de Datos. Aquí se realizan las acciones CRUD (Create, Read, Update y Delete). En la Figura 17, se observa la distribución de la capa de presentación.

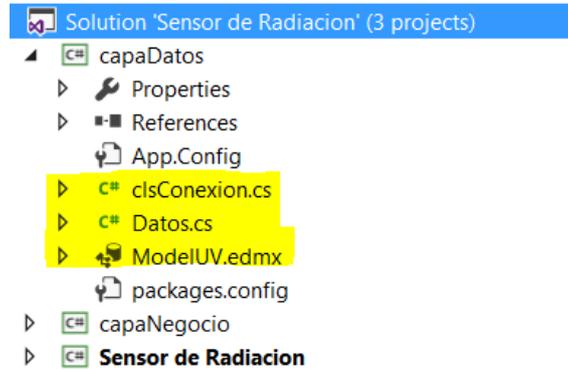


Figura 17. Capa de datos.

3. DISEÑO DE RED Y PROTOTIPO.

3.1 Introducción

El sistema contiene los siguientes elementos:

- Gateway.
- Nodos secundarios.
- Aplicaciones.
- Base de datos.

En la Figura 18, se puede observar la interacción de cada uno de estos elementos en el sistema.

Los nodos son los dispositivos que poseen los sensores, estos nodos secundarios son aquellos que están distribuidos en una topología de red estrella, es decir, cada nodo secundario está enviando información constantemente al Gateway, y este recolecta información, y permite mediante el aplicativo de escritorio almacenar la información en la base de datos.

3.1.1 Diseño de la red e integración con el sistema

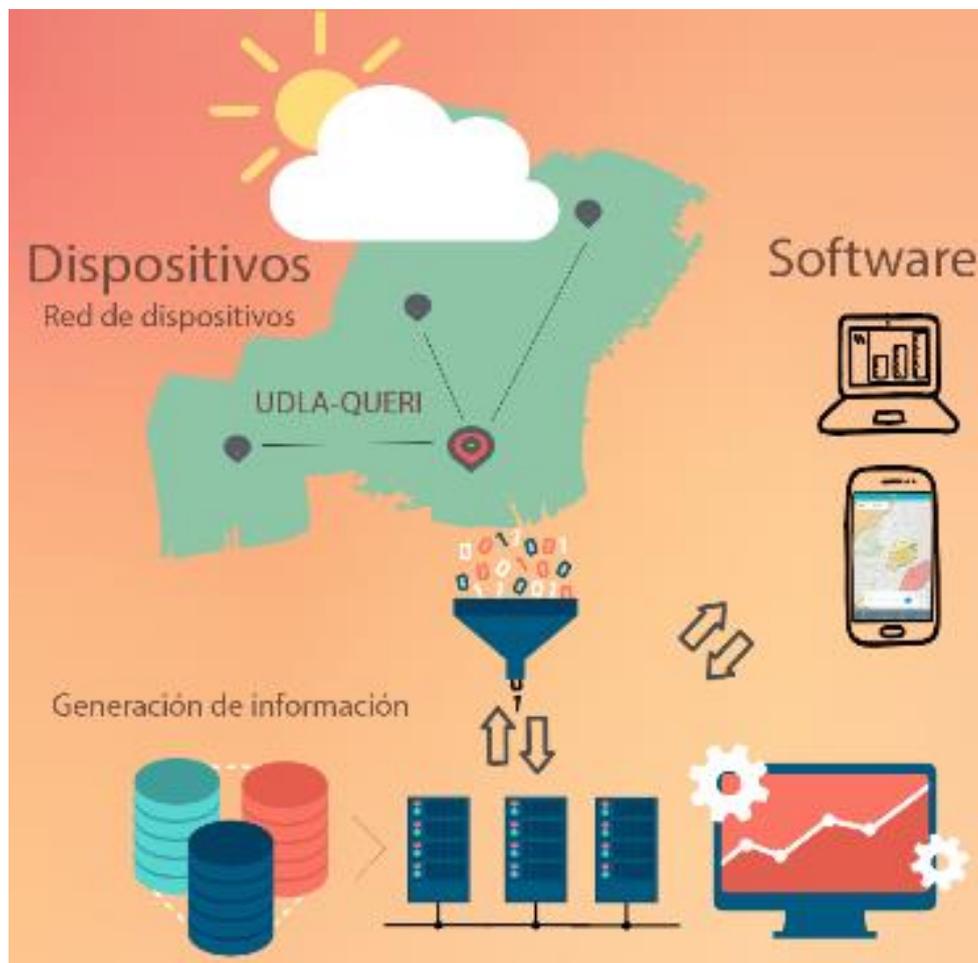


Figura 18. Sistema WSN.

Como se puede observar en la Figura 19, el sistema totalmente implementado funcionaría en 3 fases:

- Red de dispositivos.
- Generación de información.
- Proyección de datos.

Todo empieza con la recolección de datos a través de los nodos y sus sensores. Esos datos son almacenados y procesados por el sistema, y las aplicaciones usan esa información para proyectarla en diferentes dispositivos.

3.1.2 Diagrama de bloques

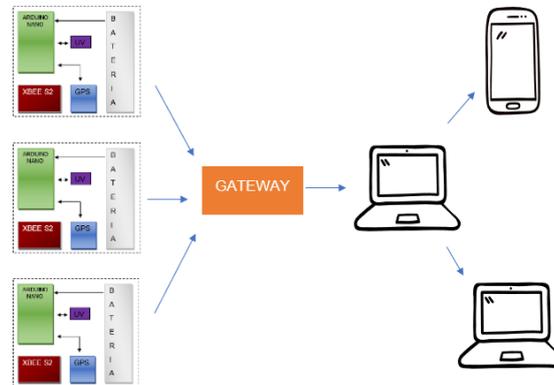


Figura 19. Sistema de Radiación UV.

3.1.3 Diagrama del prototipo

En la Figura 20, se puede observar la arquitectura usada para la construcción de los nodos secundarios.

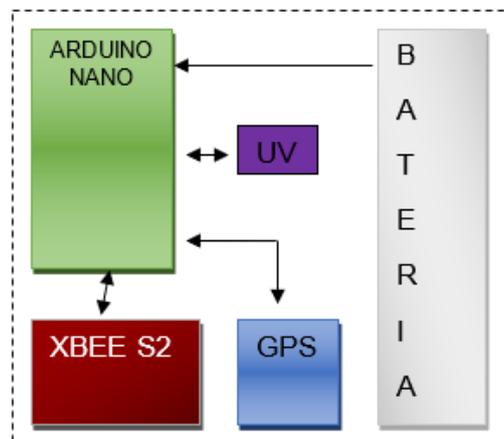


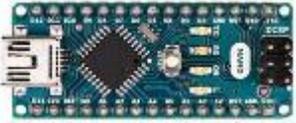
Figura 20. Arquitectura del prototipo.

3.1.4 Elección de materiales.

Existe una gran variedad de marcas y modelos para los elementos y dispositivos que se utilizaron en la placa, por lo que, a continuación, en la Tabla 8, presentaremos algunos modelos y marcas que se tuvieron en cuenta antes de hacer la respectiva elección.

Tabla 8.

Comparación de placas de desarrollo.

Arduino Nano 328p	Arduino UNO	Raspberry pi 3 Model B+
		
Características		
<ul style="list-style-type: none"> • Microcontrolador Atmega328. • Arquitectura AVR. • Salida de voltaje 5V. • Memoria Flash de 32 KB • SRAM de 2 KB • Velocidad de reloj 16 MHz • 8 pines analógicos • Memoria EEPROM 1 KB • Salidas de corriente de 40 mA • Voltaje de entrada entre 7 a 12 Voltios. • 22 pines digitales • 6 puertos PWM • Consume 19 mA 	<ul style="list-style-type: none"> • Microcontrolador Atmega328. • Salida de voltaje de 5V. • Voltaje de entrada entre 7 a 12 Voltios. • 14 pines digitales. • 6 puertos analógicos. • Corriente de salida 20mA. • Memoria flash de 32 KB. • SRAM de 2 KB. • EEPROM 1 KB. • Velocidad de reloj de 16 MHz. • Voltaje de entrada entre 6 a 20 voltios. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesador Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 (ARMv8) 64-bit SoC @ 1.4GHz • Memoria SDRAM 1GB LPDDR2 • Modulo Wi-Fi Interno 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac, Bluetooth 4.2, BLE • Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300 Mbps) • Puerto HDMI • 4 puertos USB 2.0 • Puerto para cámara. • Puerto para display touch. • Puerto para memoria SD • Voltaje de funcionamiento 5V/ Corriente 2.5A DC

<ul style="list-style-type: none"> • PRECIO: 	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo 46mA. • PRECIO: 	<ul style="list-style-type: none"> • PoE • Consumo entre 200 mA hasta 1.2 Amperios. • PRECIO:
---	--	--

Adaptado de (Raspberry & Arduino, 2018)

Para el proyecto se utilizó Arduino nano, por las siguientes razones:

- 1) El consumo de corriente es mínimo, cercano a los 19 mA, permitiendo de esta forma no hacer un uso excesivo de la batería.
- 2) Dada la naturaleza del sistema, el procesamiento necesitado no es demasiado alto, y el modelo de Arduino Nano se ajusta a las necesidades del procesamiento requerido.
- 3) En cuanto al número de puertos el proyecto utiliza tres dispositivos que están comunicándose con el microcontrolador. Arduino Nano tiene los puertos necesarios para la demanda del proyecto y se aprovecha al máximo los mismos.
- 4) El tamaño también es determinante pues el Arduino nano permite reducir el tamaño de la placa y el espacio que ocupa dentro de la caja desarrollada.
- 5) Por último, el precio es menor en comparación con otras opciones que existen en el mercado y que pueden mal utilizarse pues no se aprovecharía todas las capacidades de estos.

De igual manera fueron tomados en cuenta los siguientes dispositivos de transmisión para el prototipo. Todos ellos detallados en la Tabla 9.

Tabla 9.

Comparación módulos de transmisión y recepción.

XBee S1	XBee S2	Bluetooth	Lora
---------	---------	-----------	------

			
Características			
<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de transmisión sin línea de vista 30 metros. • Distancia de transmisión en línea de vista 100 metros. • Configuración con comandos AT y API. • Frecuencia 2.4 GHz. • Tasa de transmisión de 250 kbps de bajada. • Tasa de transmisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Distancia de transmisión sin línea de vistas 40 metros. • Distancia de transmisión con línea de vista 120 m. • Tasa de transmisión 250 kbps de bajada. • Tasa de transmisión de 1 Mbps de subida. • Consumo de 	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia 2.4 GHz. • Sensibilidad de -80dBm. • Consumo de 30-40mA. • Distancia de transmisión con línea de vista 15 m aproximadamente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Frecuencia 860-1000 MHz, y también 900 MHz. • Transmisión a 14dBm. • Sensibilidad -137dBm. • En línea de vista la distancia es de 21 + km. • Sin línea de vista 2 + km. •

de subida de 115 kbps. <ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad de -92 dBm. • Consumo 45 mA transición y 50 mA recepción.	transmisión 40mA. <ul style="list-style-type: none"> • Consumo de recepción 40mA. • Sensibilidad -95 dBm 		
--	--	--	--

Adaptado de (Xbee, 2018)

Para el proyecto se utilizó XBee S2 por las siguientes razones, evidenciadas en la Tabla 9:

- 1) La distancia de transmisión, sin tener línea de vista, es de 40 m, y dadas las condiciones del terreno donde se realizó el proyecto, los 3 nodos que se realizaron están abarcando el campus Queri en su totalidad.
- 2) El consumo de corriente no es muy elevado y se adapta al ahorro de energía necesario para transmitir suficiente información durante el día.
- 3) La tasa de transmisión de subida, que es la que más se utiliza es de 1 Mbps, y es una tasa adecuada para el proyecto ya que esa velocidad es más que suficiente.
- 4) Se utiliza la frecuencia de 2.4 GHz que es una frecuencia libre y no tendríamos necesidad de regularizar legalmente el envío de información en esa banda de frecuencias.

4. DESARROLLO DE PROTOTIPO

4.1 Diseño Lógico de placa electrónica

Para poder realizar la placa se utilizó el software Proteus, el cual permitió diseñar e imprimir el diseño de esta.

El primer paso fue diseñar el sistema de alimentación de la placa, para ello se dispuso de los siguientes elementos:

- En la Figura 21, se observa la bornera de alimentación, que es un elemento electrónico que permite conectar la alimentación del nodo.



Figura 21. Bornera de alimentación.

- En la Figura 22, se puede observar el diagrama del Switch, que es el elemento que permite realizar la acción de encendido del nodo.

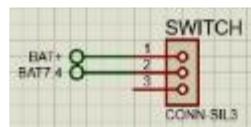


Figura 22. Diseño para Switch.

- La Figura 23, se ilustra el diagrama de conexión del regulador de voltaje, y un diodo rectificador para evitar daños.

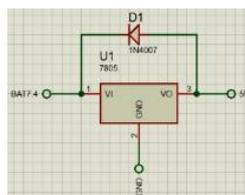


Figura 23. Diseño para regulador de voltaje.

En la segunda etapa se procedió con el diseño de la conexión al dispositivo que controla la placa.

Para esto se adaptó al Arduino nano, para que fuese parte de la placa. Todo esto se puede observar en el diagrama de la Figura 24. En caso de que se desee usar alimentación extra se implementó una bornera para uso de baterías.

En el proyecto se implementó directamente con cable USB y un cargador para la alimentación del dispositivo y de esta forma poder realizar las mediciones continuas.

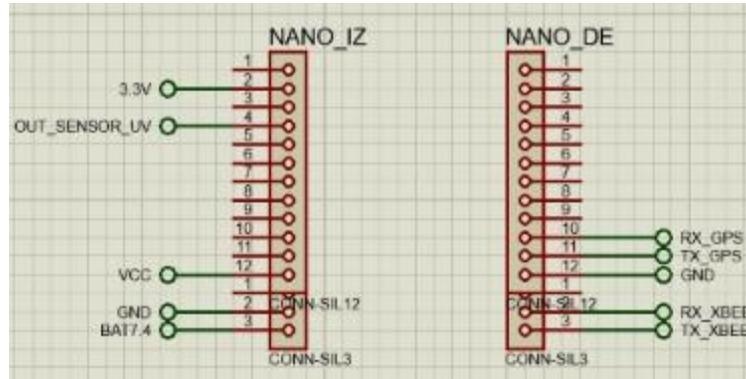


Figura 24. Diseño para microcontrolador Arduino nano.

A su vez están conectados varios dispositivos electrónicos que cumplen una determinada función los cuales son:

- En la Figura 25, se observa al dispositivo de transmisión XBee, el cual es alimentado por el Arduino nano con 3.3V, y posteriormente se conectó su etapa de transmisión. La etapa de transmisión se compone de los pines Tx (Transmisión), y Rx (Recepción), que van cruzados con los pines conectados a la etapa de control del Arduino nano.

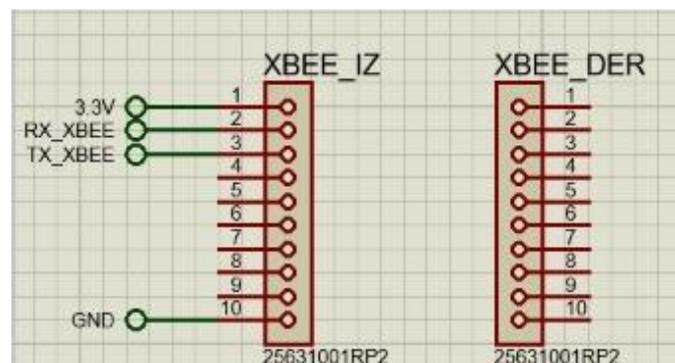


Figura 25. Diseño de XBee para la placa.

- De igual forma, en la Figura 26, se ilustra el diagrama de conexión del sensor de radiación ultravioleta, el cual tiene 4 pines, 3 de los cuales están conectados al Arduino nano, los dos primeros para alimentación, el

tercero para la salida de la señal que genera el sensor, y el cuarto con un cortocircuito al pin 3.3 para referenciar el valor de ese pin y permitir realizar los cálculos en la calibración del sensor.

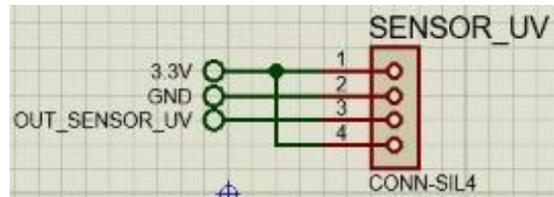


Figura 26. Diagrama de sensor de radiación UV.

- La Figura 27, ilustra la forma de conexión del dispositivo de localización GPS, el cual brinda la posición geográfica y el momento en que se realizó la medición. De esta manera se obtiene datos georreferenciados para la ubicación de los nodos en caso de existir algún traslado de los. Para ello el módulo GPS viene incorporado con pines de alimentación y pines de Tx y Rx, conectados a la etapa de control.

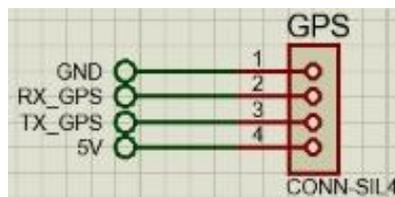


Figura 27. Diagrama de GPS.

El programa de Proteus permite visualizar en 3D el modelo de cómo queda la placa ya implementada, como se observa en la Figura 28, se detallan los espacios donde van ubicados los elementos que permiten el funcionamiento integral de la placa.

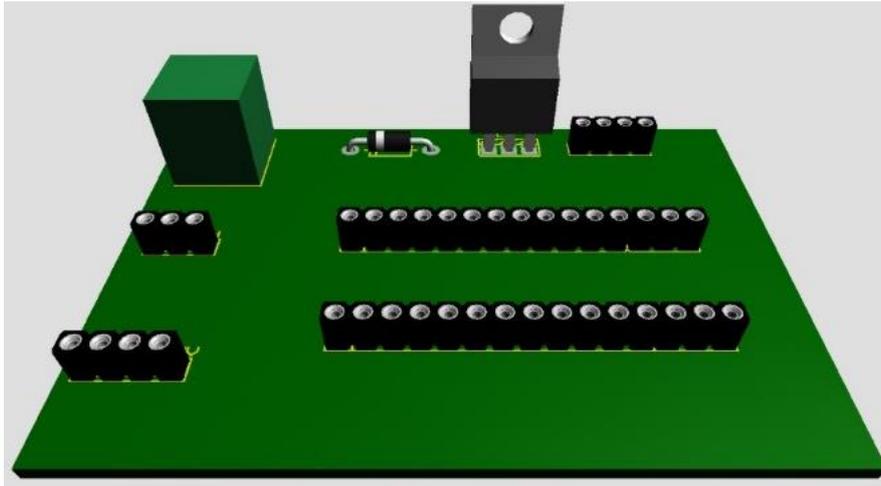


Figura 28. Modelado 3D de placa.

A continuación, en la Figura 29, se puede observar el diseño final de la placa.

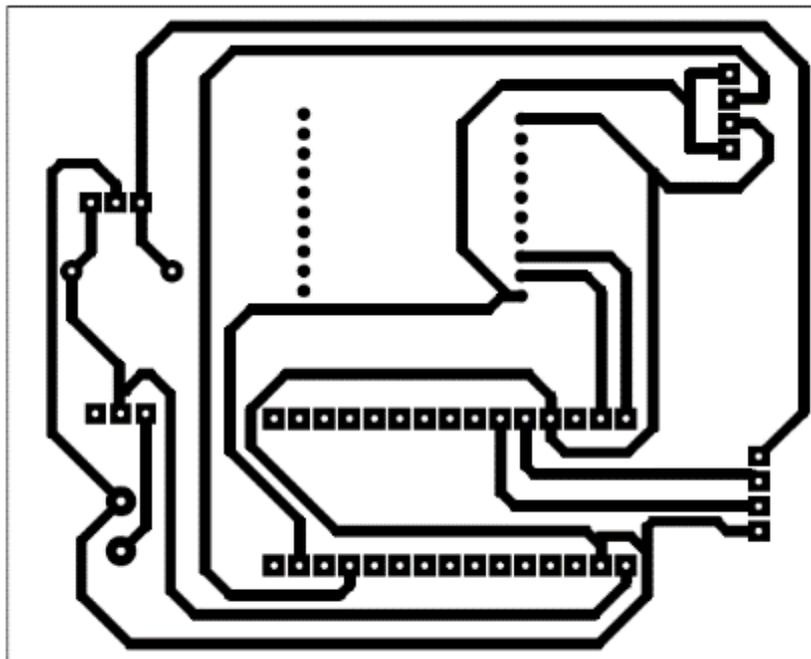


Figura 29. Modelado 2D de placa.

4.2 Diseño físico de placa electrónica

Con el diseño lógico ya terminado se procede a realizar la impresión en papel transfer azul, como se observa en la Figura 30. Este papel permite hacer estampados con cualquier impresora digital.

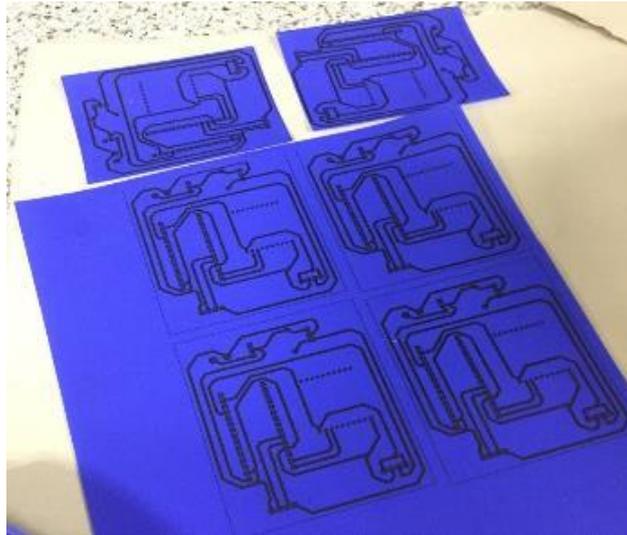


Figura 30. Impresión de diseño en papel transfer azul.

A continuación, en la Figura 31, se observa al papel transfer azul debidamente cortado, para ser puesto sobre la baquelita. Luego se planchó cerca de quince minutos para que el circuito se transfiera a la baquelita, como se observa en la Figura 32.



Figura 31. Recorte de Baquelita y Papel Transfer Azul.



Figura 32. Planchado de Papel Transfer sobre Baquelita.

Luego del planchado se retira el Papel Transfer Azul obteniendo el circuito en la baquelita, como se ilustra en la Figura 33. En caso de que no se haya transferido bien el diseño de la placa se dibuja el circuito faltante con un marcador especial.

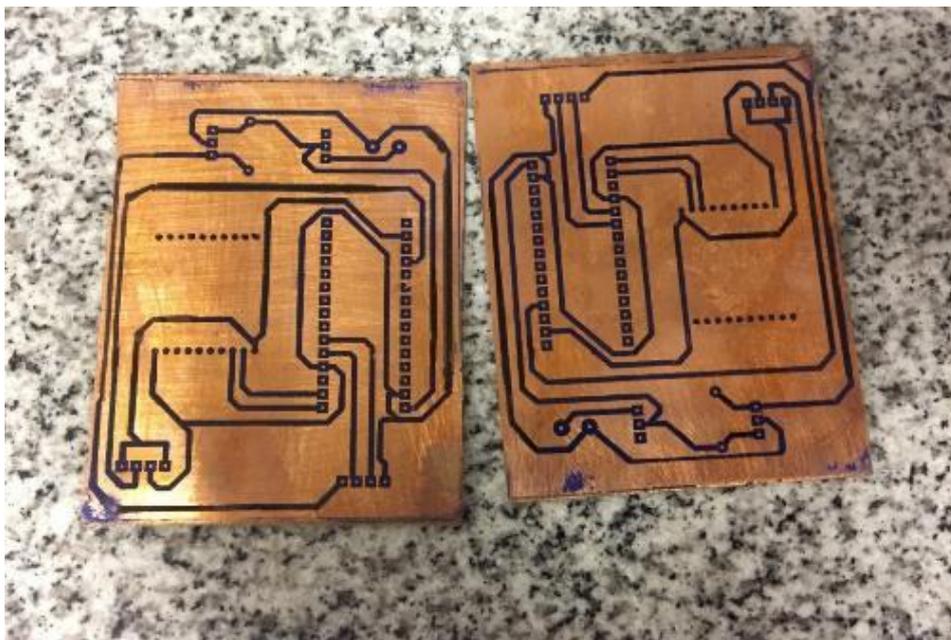


Figura 33. Circuito dibujado en Baquelita.

Una vez que se haya validado el diseño del circuito se procede a calentar un poco de agua y se vierte sobre ácido férrico, como se observa en la Figura 34. (No se recomienda usar demasiada agua).



Figura 34. Baño de Ácido Férrico a las placas.

Se realizó la limpieza de las placas, para luego taladrar los agujeros necesarios para la colocación de los espadines y los dispositivos, como se ilustra en la Figura 35. En la Figura 36, se puede observar a los elementos ubicados sobre la placa.

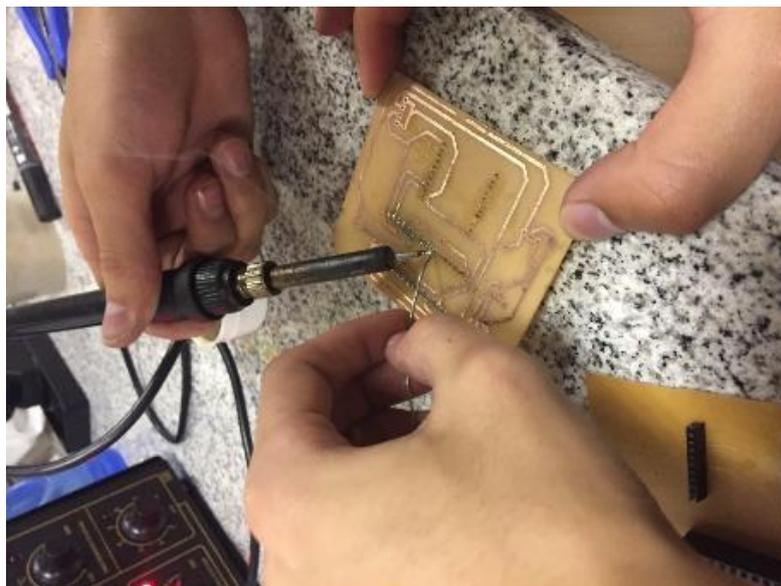


Figura 35. Soldadura de los Espadines.



Figura 36. Placas con espadines soldados.

En la Figura 37, se puede observar un nodo con los elementos ubicados en la placa.

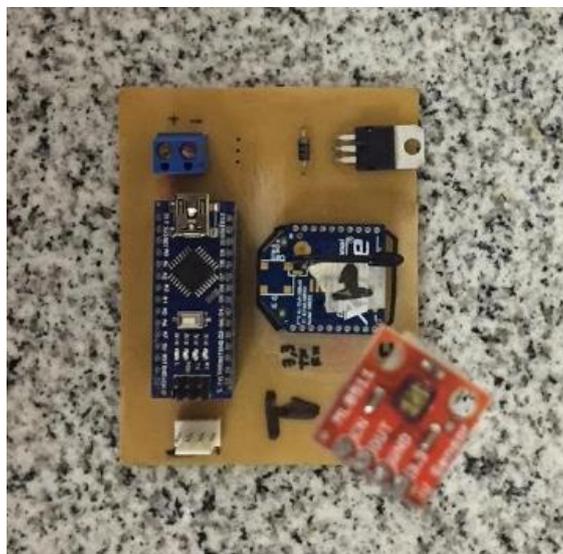


Figura 37. Nodo 1 terminado.

En la Figura 38, se puede observar los nodos con los elementos ubicados en las placas.

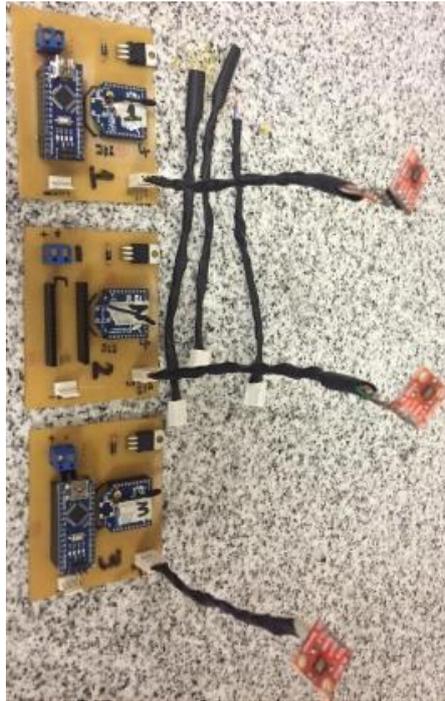


Figura 38. Nodo 1,2 y 3 Terminado.

En la Figura 39, se puede observar el diseño en 3D de la caja que protegerá a los nodos

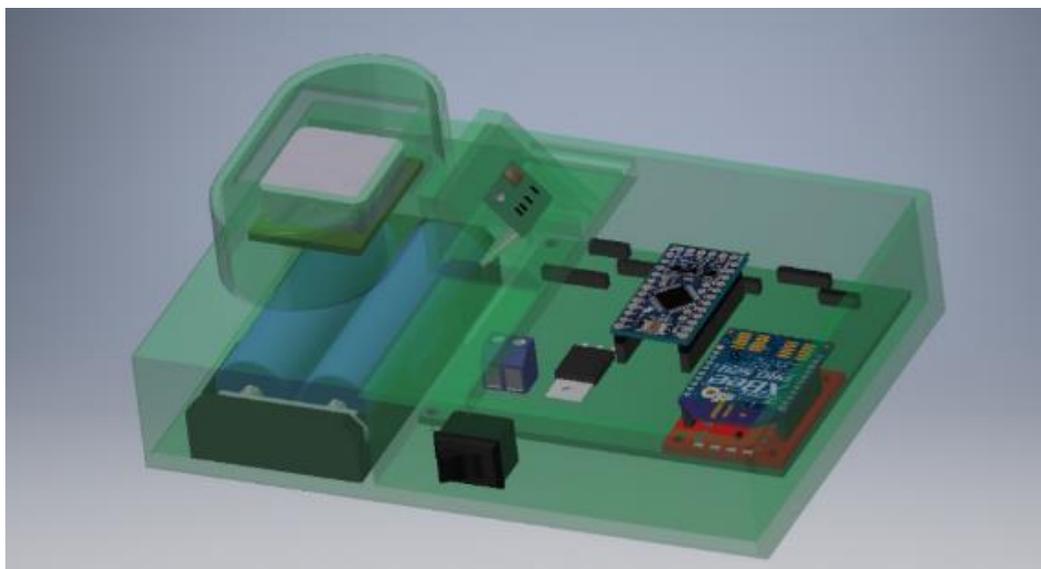


Figura 39. Diseño de caja impresión 3D.

4.3 Implementación

Para el prototipo funcional se utilizó una computadora como servidor de datos y de aplicativo web. En esta se almacena la información recibida por el XBee Gateway a través de la lectura del puerto serial de la computadora, tomando los datos y almacenándolos en la base de datos local de SQL Server 2012. Adicionalmente se instaló XAMPP para levantar servicio de MySQL para el aplicativo web. A continuación, en la Figura 40, se puede observar la prueba de funcionamiento de los dispositivos y el sistema.

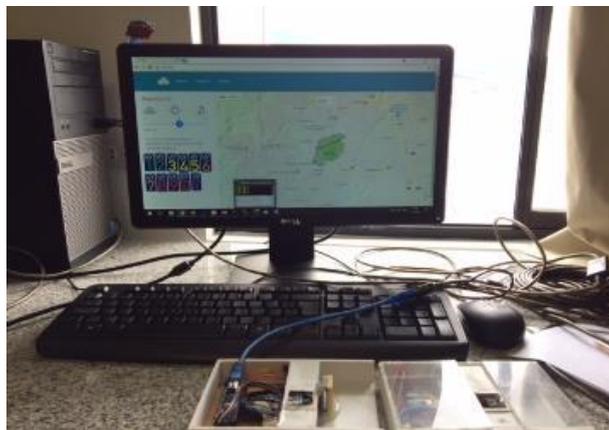


Figura 40. Prueba de funcionamiento del sistema.

Las pruebas realizadas permitieron adquirir datos de la cantidad de radiación ultravioleta, que impacta a la Universidad de las Américas, como se observa en la Figura 41.



Figura 41. Recepción de Datos.

4.3.1 Configuración placa de desarrollo Arduino.

A continuación, en la Figura 42, se observa el diagrama de flujo del algoritmo, que los nodos utilizan para la recolección y envío de datos. Por motivos de derechos de autor no se publicó el algoritmo del proyecto.

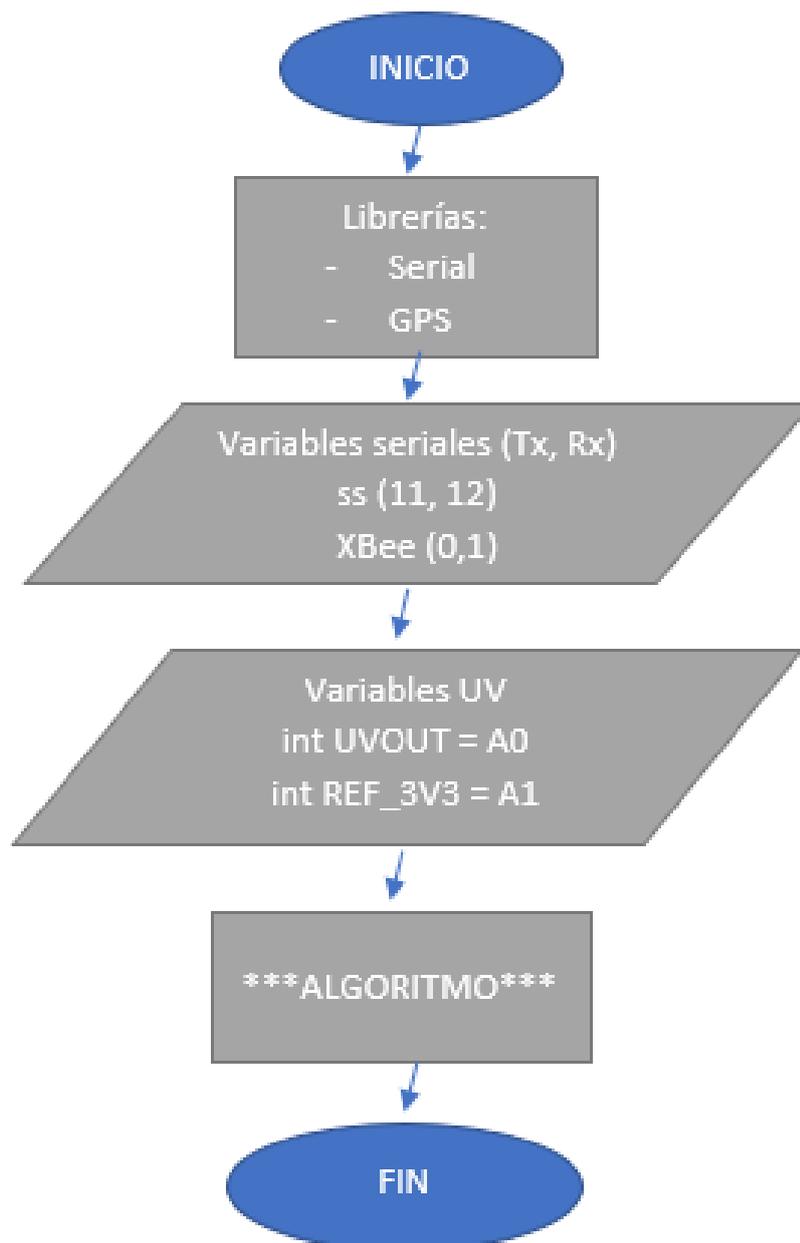


Figura 42. Diagrama de flujo código del prototipo.

4.3.2 Configuración de XBee

Para poder configurar los módulos XBee, se debe utilizar el programa XCTU, el cual es un software multiplataforma, que permite mediante un entorno gráfico realizar la configuración de los módulos, como se puede observar en la Figura 43. El software permite la creación de redes y la interacción con los dispositivos. Los módulos se conectan mediante puerto serial al aplicativo. En este proyecto los módulos XBee fueron configurados de la siguiente manera:



Figura 43. Interfaz principal de XCTU.

En la Figura 44, se observa cómo se agregan los dispositivos detectados por el puerto serial, y de esa forma poder configurarlos en la columna número dos.



Figura 44. Nodo 1 agregado.

En la Figura 45, se observa como el software detecta el puerto serial en el cual está conectado el dispositivo XBee, se selecciona la tasa de transmisión a la cual se trabaja, y se procede a cargar el módulo como se observa en la Figura 46.

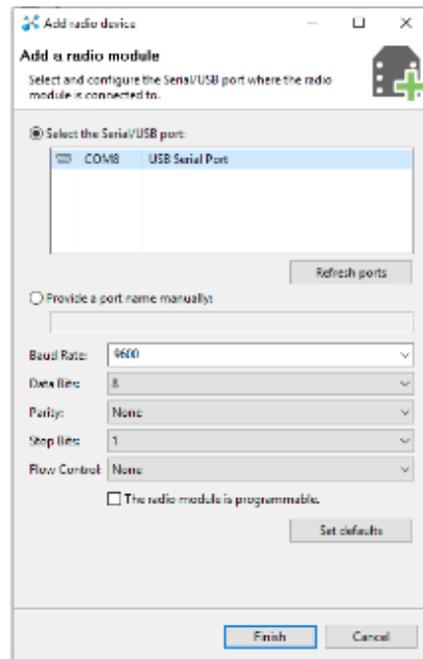


Figura 45. Selección de puerto serial USB.

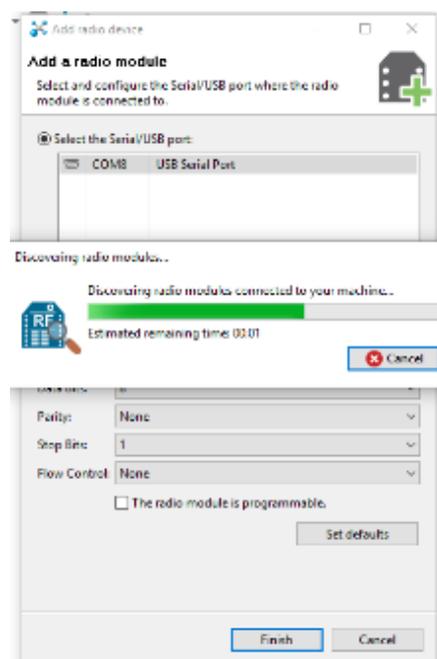


Figura 46. Descubrimiento de módulos.

El dispositivo detectado aparece en la parte derecha de la Figura 47, con información de configuración inicial o con la que haya sido cargada previamente. Al seleccionar el dispositivo, se lo configura en la parte derecha llenando la información de este para realizar la conexión.

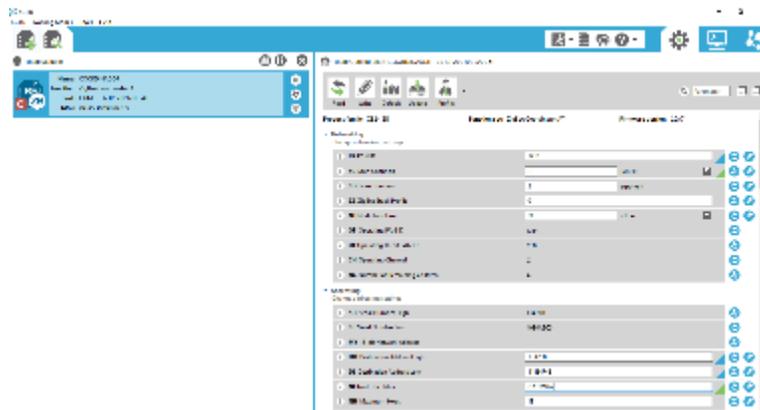


Figura 47. Pantalla de carga del módulo detectado.

Al configurar el dispositivo XBee, se carga el firmware con el que el dispositivo funcionará. En esta instancia, se puede configurar el firmware dependiendo de la red y de la función que se los quiere dar.

Para este proyecto se configuró al módulo XBee Gateway como ZigBee controlador AT, y para el resto de los nodos, como ZigBee End Device AT, para configurar nuestra red. Como podemos ver en la Figura 48.

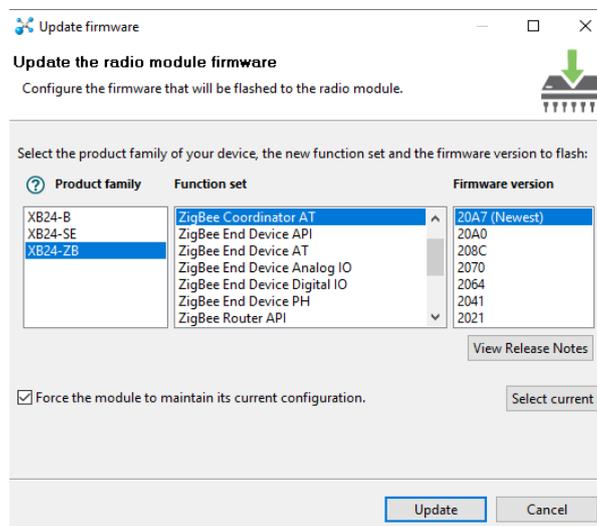


Figura 48. Selección de versión de firmware para los dispositivos.

El nodo coordinador o nodo Gateway, es el dispositivo que recibe toda la información generada por los nodos, para permitir el almacenamiento mediante el software hacia la base de datos. Su configuración se puede ver a continuación en la Figura 49.

Product family: XB24-ZB Function set: ZigBee Coordinator AT Firmware version: 20A7

Networking
Change networking settings

ID PAN ID	1214	
SC Scan Channels	D	Bitfield
SD Scan Duration	3	exponent
ZS ZigBee Stack Profile	0	
NJ Node Join Time	FF	x 1 sec
OP Operating PAN ID	1214	
OI Operating 16-bit PAN ID	C60	
CH Operating Channel	C	
NC Number of Remaining Children	A	

Addressing
Change addressing settings

SH Serial Number High	13A200	
SL Serial Number Low	40B0A2C5	
MY 16-bit Network Address	0	
DH Destination Address High	13A200	
DL Destination Address Low	414E4F4B	
NI Node Identifier	GATEWAY	
NH Maximum Hops	1E	

Figura 49. Configuración Nodo Gateway.

Para poder configurar la red de sensores inalámbricas, se debe configurar cada uno de los nodos en el programa XCTU.

Para configurar el nodo Gateway, se debe modificar los parámetros indicados en la Tabla 10, y se debe configurar en el programa XCTU, que se observa en la Figura 50.

En las Tabla 10, 11, 12 y 13. Se observan las configuraciones que se deben realizar para cada nodo. En el caso de los valores para DH y DL, estos valores vienen impresos en el cada nodo, en nuestro caso configuraremos el mismo DH y DL para todos los nodos, pues son los datos del Gateway, de esta forma todos los nodos podrán apuntar hacia el coordinador, siempre y cuando estén con el mismo ID y se comuniquen por el mismo canal que para nuestro caso será el “D”.

Tabla 10.

Configuración de parámetros principales para Nodo Gateway.

ID PAN ID	1214
SC Scan Channels	D
DH Destination Address High	13A200
DL Destination Address Low	414E4F4B
NI Node Identifier	GATEWAY

Los nodos siguientes se deben configurar con los parámetros establecidos en las Tablas 11,12 y 13.

NODO 1

Tabla 11.

Configuración Nodo 1.

ID PAN ID	1214
SC Scan Channels	D
DH Destination Address High	13A200
DL Destination Address Low	40B0A2C5
NI Node Identifier	NODO1

NODO 2

Tabla 12.

Configuración Nodo 2.

ID PAN ID	1214
SC Scan Channels	D
DH Destination Address High	13A200
DL Destination Address Low	40B0A2C5
NI Node Identifier	NODO2

NODO 3

Tabla 13.

Configuración Nodo 3.

ID PAN ID	1214
SC Scan Channels	D
DH Destination Address High	13A200
DL Destination Address Low	40B0A2C5
NI Node Identifier	NODO3

La configuración del nodo 1 quedaría como se observa en la Figura 50.

i ID PAN ID	1214
i SC Scan Channels	D Bitfield
i SD Scan Duration	3 exponent
i ZS ZigBee Stack Profile	0
i NJ Rejoin Policy	FF
i JN Join Notification	Disabled [0]
i OP Operating PAN ID	0
i OI Operating 16-bit PAN ID	FFFF
i CH Operating Channel	0
Addressing Change addressing settings	
i SH Serial Number High	13A200
i SL Serial Number Low	414E4F4B
i MY 16-bit Network Address	FFFE
i MP 16-bit Parent Address	FFFE
i DH Destination Address High	13A200
i DL Destination Address Low	40B0A2C5
i NI Node Identifier	NODO1

Figura 50. Configuración Nodo 1.

4.3.4 Programación de la base de datos.

La base de datos está desarrollada en SQL Server 2012. Se maneja la base de datos llamada "NIS" y una sola tabla, la cual consta de las columnas IDNodo, IndiceUV, Latitud, Longitud, FechaHora y sus tipos de datos son int, varchar, varchar, varchar, y datetime respectivamente.

4.3.5 Programación interfaz gráfica.

Para la programación del aplicativo de escritorio se desarrolló con Visual Studio 2012 y con el lenguaje de programación C#.

El aplicativo fue realizado en un estilo o arquitectura de programación en capas. Para esto se validó tener los requisitos mínimos que es Visual Studio 2012, Framework 4.0 y SQL Compact 4.0.

Las tres capas consisten en capa de conexión, negocio y presentación.

En la capa de conexión se realiza el enlace con la base de datos SQL creada con anterioridad, se debe especificar la ruta en donde se realizará la conexión y de igual forma en el aplicativo señalar el modelo de datos que se conecta con la base.

```
public static SqlConnection conexion = new SqlConnection ("Data Source =.;  
Initial Catalog = nis; Integrated Security = True");
```

En la capa de presentación se configuró y se programó las interfaces divididas en varias pestañas para permitir a los usuarios navegar entre las siguientes vistas:

- Índice UV: En esta pestaña se incluyeron dos imágenes, en donde se indican los niveles UV y en la parte inferior se indica un mensaje el cual contiene consejos y sugerencias dependiendo el nivel que marque el sensor. Además de ello esta pestaña realiza la apertura del puerto serial y mediante esto el Gateway puede ingresar sus tramas en la base de datos. En la Figura 51, se observa la interfaz mostrada al usuario.



Figura 51. Interfaz Aplicativo de escritorio.

En la Figura 52, se observa el código de C# para el ingreso de datos mediante puerto serial.

```
private void iniciarmuestreo()
{
    mipuerto = new SerialPort();
    mipuerto.BaudRate=9600;
    mipuerto.PortName = cmbPuertos.Text;
    mipuerto.Parity = Parity.None;
    mipuerto.DataBits = 8;
    mipuerto.StopBits = StopBits.One;
    mipuerto.DataReceived += mipuerto_DataReceived;

    try
    {
        mipuerto.Open();
    }
    catch(Exception ex)
    {
        MessageBox.Show(ex.Message, "ERROR AL CONECTAR");
    }
}
```

Figura 52. Función de conexión del Gateway con la base de datos.

- Valores: Aquí se selecciona el puerto del XBee (Gateway) y se despliega un mensaje indicando si hubo conexión o no a la base de datos. Con el botón de la derecha superior actualizamos el DataGridView el cual se

conecta directamente a la Base de Datos para desplegar la información almacenada. En la Figura 53, se observa como el DataGridView, muestra los datos al usuario.

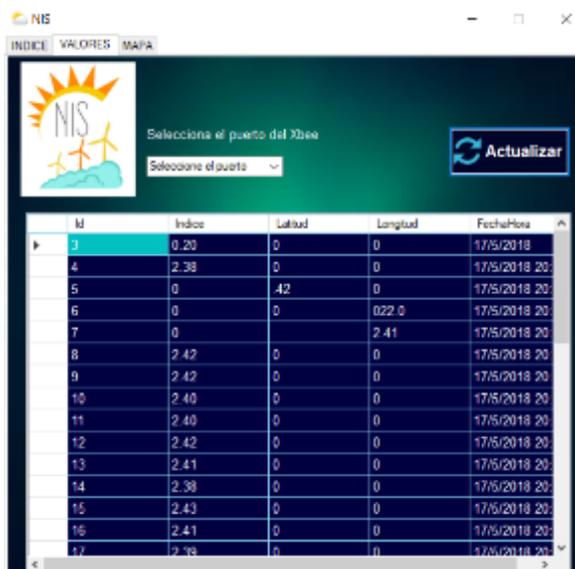


Figura 53. Interfaz de muestreo de datos de aplicativo de escritorio.

El servidor requiere de la instalación de los siguientes aplicativos:

SQL server: Es el gestor de base de datos, que permite crear la base que almacenara los datos de la red de sensores inalámbricos.

Visual Studio 2012: Permite levantar el aplicativo de escritorio desarrollado en lenguaje C#, y que permite almacenar la información del Gateway en la base de datos.

4.3.6 Aplicativo Web

Para aprovechar al máximo los datos recolectados, se implementó un ambiente web y un ambiente móvil, que permite a los estudiantes poder acceder a la información recolectada por la red de sensores de una manera mucho más interactiva, de una forma actualizada, y de fácil acceso. Todo esto con el sentido de que pueda ser interpretada y eventualmente usada por los estudiantes y personal de la universidad para el cuidado de la salud y prevención de enfermedades producidas por la radiación UV.

En una segunda interfaz la cual es mostrada en la Figura 56, se provee de estadísticas y reportes generados en tiempo real, de diferentes fechas para poder observar las tendencias de los parámetros que proporciona la red de sensores inalámbricos



Figura 56. Ejemplo de grafica usando datos simulados.

Esta interfaz permite observar las tendencias, como se muestra en la Figura 57, todo esto para poder realizar análisis y estudios de los datos que han sido recolectados por la red, para poder ser interpretados y advertir a los estudiantes de los excesos y peligros de exponerse a altas radiaciones, y llevar una estadística de todas las mediciones.



Figura 57. Segundo ejemplo con datos simulados.

4.3.7 Configuración Ambiente Web

Para poder proyectar los datos mediante el aplicativo web se configuro XAMPP que es un software libre que tiene incorporado un gestor de base de datos que viene por defecto con MySQL, posee de igual forma un servidor web Apache, y permite la interacción de lenguaje PHP y Perl con los diferentes aplicativos desarrollados bajo este lenguaje. Se usó este XAMPP para el levantamiento de la página web y permitir la interacción con base de datos.

En el código PHP de la página web se debe modificar el archivo de configuración en el cual se debe proporcionar las rutas de la base de datos de radiación UV, así como también la IP del servidor web que en nuestro caso será local, y la base de datos PostgreSQL la cual es necesaria para cargar las zonas que sombrean el mapa. Para ello el servidor debe tener incorporado XAMPP, PostgreSQL, y una IP estática de la universidad de las américas.

- a. Se configuró el *archivo.env* que está en la carpeta que contiene todos los archivos de la página web desarrollada en lenguaje PHP. En este archivo, se indicó las rutas de la base de datos SQL con el usuario y nombre, además se apunta de manera local al servidor. Adicionalmente, se configuró la base de datos PostgreSQL que permite obtener los datos de los puntos de la ciudad para realizar el marcado en el mapa del aplicativo web. La configuración se puede observar en la Figura 58.

```
DB_CONNECTION=mysql
DB_HOST=127.0.0.1
DB_PORT=3306
DB_DATABASE=nis
DB_USERNAME=sa
DB_PASSWORD=nis

DBS_HOST=localhost
DBS_PORT=1433
DBS_DATABASE=nis
DBS_USERNAME=sa
DBS_PASSWORD=nis

PG_DB_HOST=localhost
PG_DB_PORT=5432
PG_DB_DATABASE=nis
PG_DB_USERNAME=postgres
PG_DB_PASSWORD=nis

|
BROADCAST_DRIVER=log
CACHE_DRIVER=file
SESSION_DRIVER=file
QUEUE_DRIVER=sync
```

Figura 58. Configuración de IPs en el código PHP.

b. A continuación, se instaló XAMPP para activar los servicios web y también la gestión de base de datos MySQL que usa la página, antes de levantar los servicios se añadió los siguientes archivos en la ruta: *C:\xampp\php\ext*.

- *php_pdo_sqlsrv_72_nts.dll*
- *php_pdo_sqlsrv_72_ts.dll*
- *php_sqlsrv_72_nts.dll*
- *php_sqlsrv_72_ts.dll*

Estos 4 archivos mencionados se descargan de la página oficial de Microsoft, y son archivos que el sistema operativo requiere para poder permitir la interacción entre PHP y SQL Server. En la Figura 59, se puede observar el levantamiento de los servicios de php.

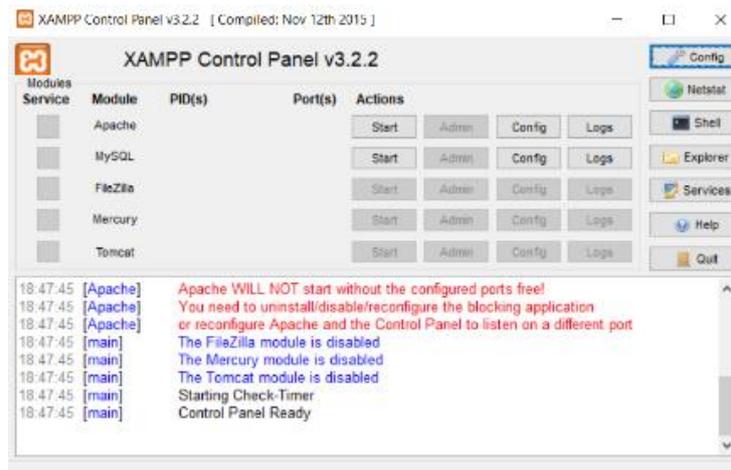


Figura 59. Panel de Control de XAMPP.

En la Figura 60, se observa la ruta donde deben ir ubicado los archivos php.

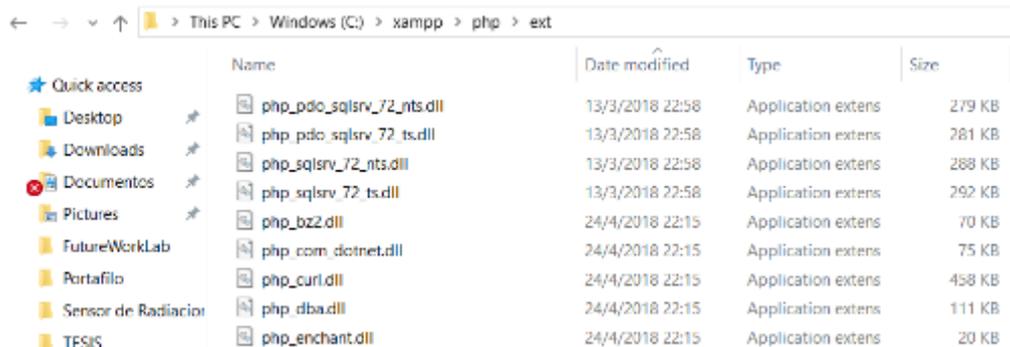


Figura 60. Ruta de extensiones de XAMPP.

- c. Después de haber realizado ese procedimiento, se creó una base de datos llamada “nis” en el gestor de base de datos de SQL Server Management Studio. Después se procedió a configurar el usuario de la base de datos que ya existe llamado “sa”, y se habilitó y generó una contraseña que para este proyecto es “nis”.

En la Figura 61, se observa la pestaña donde fue creada la base de datos en SQL Server.

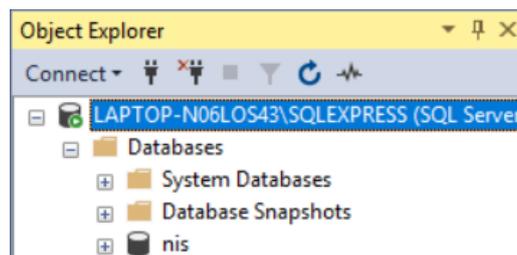


Figura 61. Base de datos nis creada.

En la Figura 62, se observa al usuario “sa” habilitado.

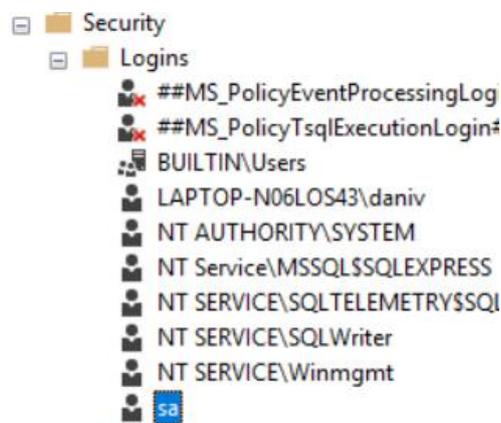


Figura 62. Usuario “sa” habilitado.

- d. Adicionalmente, como se observa en la Figura 63, se configuró las variables de entorno con el siguiente path: *C:\xampp\php*. Para permitir levantar los servicios que el aplicativo XAMPP.

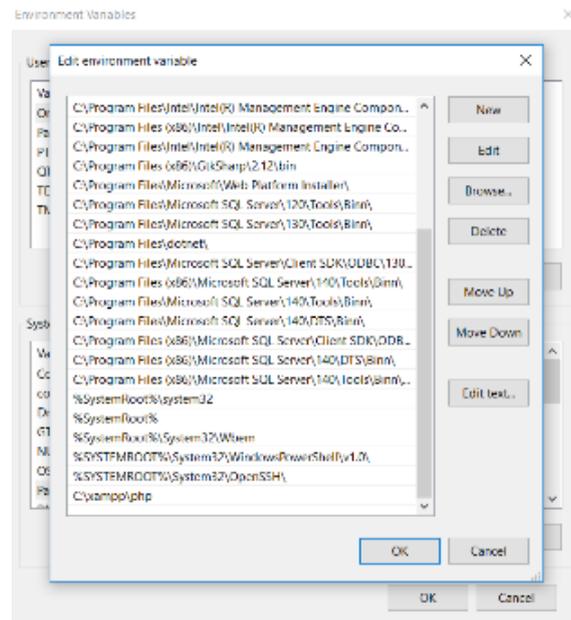


Figura 63. Configuraciones variables de entorno.

- e. Mediante el comando *PHP artisan migrate*, como se observa en la Figura 64, se migra el modelo de base de datos que está configurado en la página web, en ese archivo de la página se ejecuta el comando.

```

C:\Users\cisco\Desktop\TESIS RADIACION UV\backend-medidor>php arti
Migration table created successfully.
Migrating: 2014_10_12_000000_create_users_table
Migrated: 2014_10_12_000000_create_users_table
Migrating: 2014_10_12_100000_create_password_resets_table
Migrated: 2014_10_12_100000_create_password_resets_table
Migrating: 2017_06_13_121135_create_nodes_table
Migrated: 2017_06_13_121135_create_nodes_table
Migrating: 2017_06_13_122700_create_data_table
Migrated: 2017_06_13_122700_create_data_table
Migrating: 2017_08_27_171611_create_countries_table
Migrated: 2017_08_27_171611_create_countries_table
Migrating: 2017_08_27_171939_add_country_to_cities
Migrated: 2017_08_27_171939_add_country_to_cities
Migrating: 2017_08_27_192311_add_parish_to_nodes
Migrated: 2017_08_27_192311_add_parish_to_nodes

```

Figura 64. Comando PHP para migrar base de datos.

En la Figura 65, se observa las tablas generadas por la base de datos.

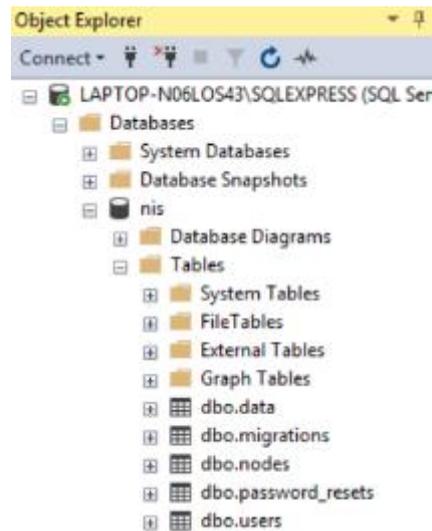


Figura 65. Elementos de la Base de Datos "NIS".

- f. Para levantar la página web, se ejecutó el comando: *PHP artisan server*. Adicionalmente se configuró una IP válida en la intranet de la Universidad y un puerto libre para que la página sea vista por los dispositivos de la intranet. Así que se configuró con la IP: 10.90.4.57 en el puerto 80. Como se observa en la Figura 66.

Para ejecutar el comando es necesario estar en la ruta de la carpeta "backend-medidor".

```

r1 Jun 1 10:46:01 2018] 127.0.0.1:1819 [200]: /img/11uv.png
r1 Jun 1 10:46:01 2018] 127.0.0.1:1820 [200]: /img/8uv.png
r1 Jun 1 10:46:01 2018] 127.0.0.1:1822 [200]: /favicon.ico

\Users\cisco\Desktop\TESIS RADIACION UV\backend-medidor>php artisan serve -port 80
  
```

Figura 66. Comando para levantar página web.

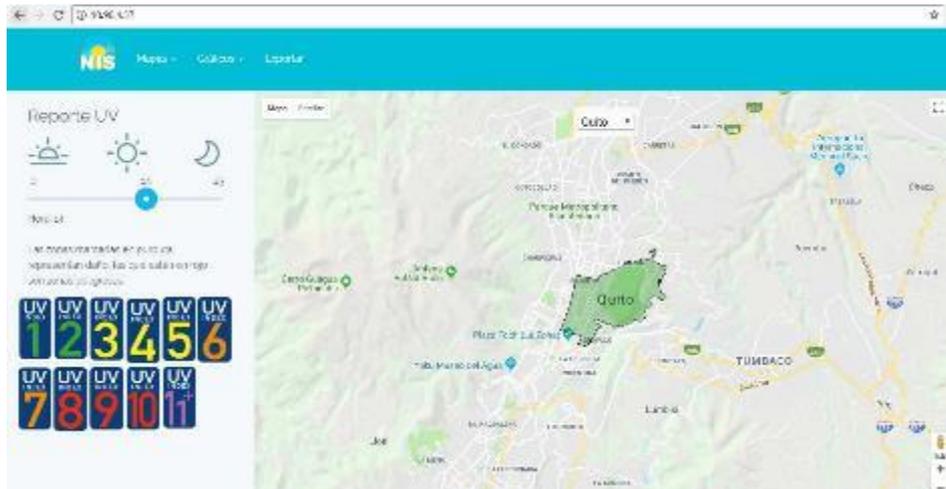


Figura 67. Página Web de Proyecto.

4.3.8 Integración aplicación Móvil.

El entorno móvil utilizo frameworks como Ionic que es un framework front-end que permite integrar la página PHP en un aplicativo móvil de forma sencilla pues adquiere el código PHP y de forma muy didáctica permite generar un ambiente móvil en un aplicativo, que posterior a ello se genera un APK para ser instalado en un dispositivo. Ionic permite utilizar una base de estructuras de aplicaciones que facilitan el desarrollo al permitir integrar con los elementos HTML y código de una página Web desarrollada con anterioridad. En la Figura 68, se observa la interfaz vista desde el dispositivo móvil.

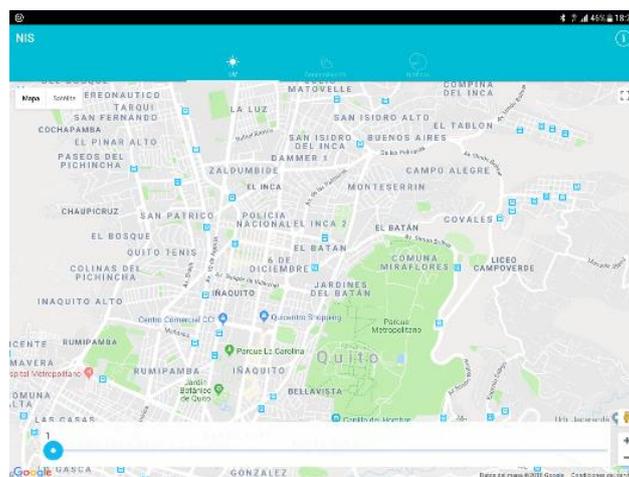


Figura 68. Interfaz Gráfico del aplicativo Móvil.

4.3.9 Diagrama interacción hardware y software

A continuación, en la Figura 69, se observa como interactúan los diferentes elementos de hardware y software.

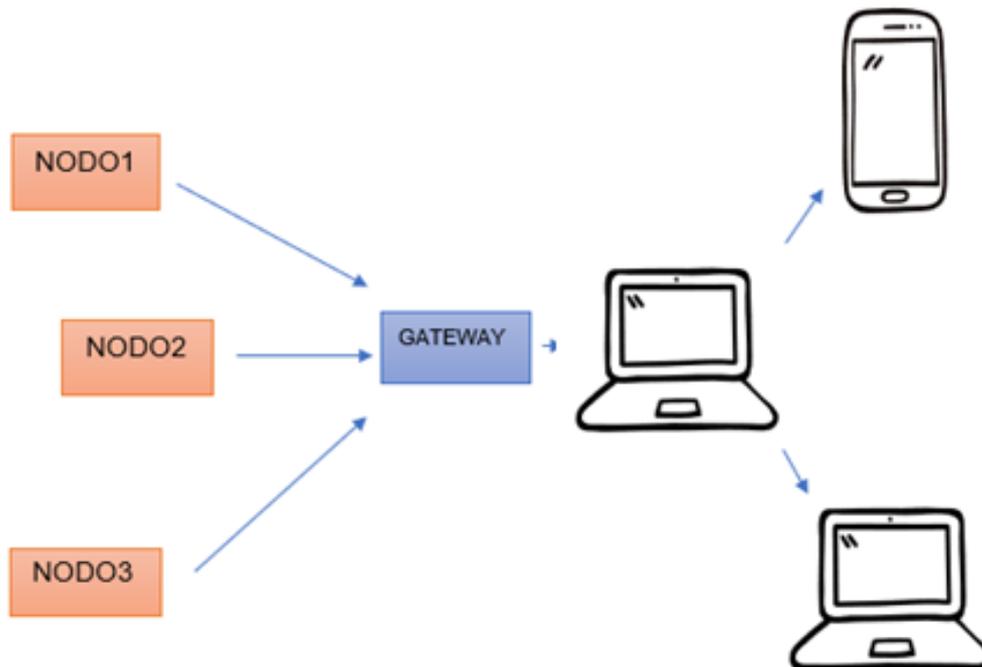


Figura 69. Interacción Hardware y Software.

4.3.10 Ubicación de los nodos.

Para implementar el sistema completamente se ubicarán los tres nodos por el campus de la universidad exactamente en las luminarias del bloque 4 sede Queri. En el caso del nodo Gateway colocado en la UITEC conectado al puerto serial de nuestro servidor, en el segundo piso del mismo bloque.

5. PROTOTIPO EN FUNCIONAMIENTO

5.1 Pruebas

Las pruebas de funcionamiento realizadas llevaron a concluir, que, si bien es cierto, es un prototipo funcional, está sujeto a ajustes de diseño y de implementación. Las pruebas fueron satisfactorias y se mostraron coincidencias con los datos comparados. Las pruebas consistieron en validar varios puntos importantes, el primero de ellos fue la recolección de los datos, el segundo el funcionamiento de la red, y, por último, el funcionamiento integral del sistema. En la Figura 70, se puede observar la prueba realizada en la sede Queri.



Figura 70. Prueba de implementación en la universidad de las américas.

5.1.1 Recolección de datos

Una vez conectados los dispositivos se usó RealTerm para validar el envío de datos, antes de abrir el aplicativo que los almacena en la base de datos, con la premisa de validar el envío y recepción de estos. En la Figura 71, se observan los datos que están siendo ingresados mediante el puerto serial.

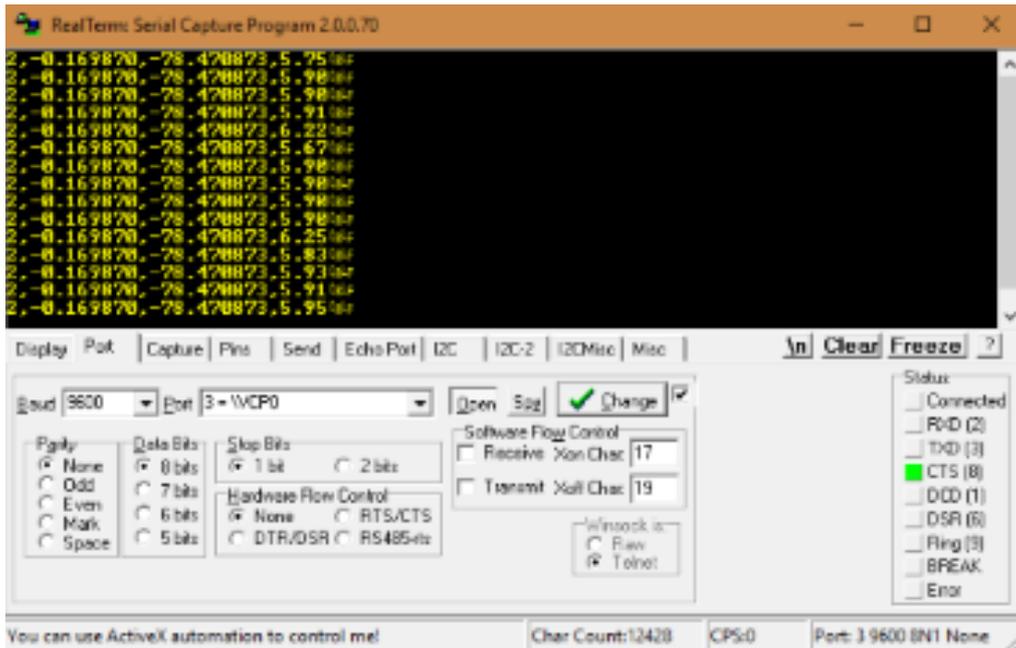


Figura 71. RealTerm Recepción de Datos.

Se procede a levantar el servidor con los comandos indicados en el capítulo 2 sección 2.2.4. También, ejecutamos el aplicativo de escritorio. A continuación, el aplicativo de escritorio empieza a leer los datos que recepta el XBee Gateway y gracias al algoritmo los almacena en la base de datos SQL. En la Figura 72, se observa la pestaña de consulta de la base de datos.

Id	Indice	Latitud	Longitud	FechaHora
3	0.20	0	0	17/5/2018
4	2.38	0	0	17/5/2018 20:
5	0	.42	0	17/5/2018 20:
6	0	0	022.0	17/5/2018 20:
7	0	0	2.41	17/5/2018 20:
8	2.42	0	0	17/5/2018 20:
9	2.42	0	0	17/5/2018 20:
10	2.40	0	0	17/5/2018 20:
11	2.40	0	0	17/5/2018 20:
12	2.42	0	0	17/5/2018 20:
13	2.41	0	0	17/5/2018 20:
14	2.38	0	0	17/5/2018 20:
15	2.43	0	0	17/5/2018 20:
16	2.41	0	0	17/5/2018 20:
17	2.19	0	0	17/5/2018 20:

Figura 72. Pestaña de valores Interfaz Aplicativo de Escritorio.

Ahí podemos observar que los datos ya han sido y están siendo registrados en la base de datos. Para validar usamos el comando “*select * from [nis].[dbo].[data]*” en la base de datos SQL Server Management

En la siguiente imagen, Figura 73, se observa el aplicativo de escritorio ya en funcionamiento.



Figura 73. Índice UV en tiempo Real Hora: 10:35am 8/6/2018.

La página web obtiene la información de la Base de Datos y podemos validar que está funcionando de manera correcta. En la Figura 74, se observa la página web en funcionamiento.

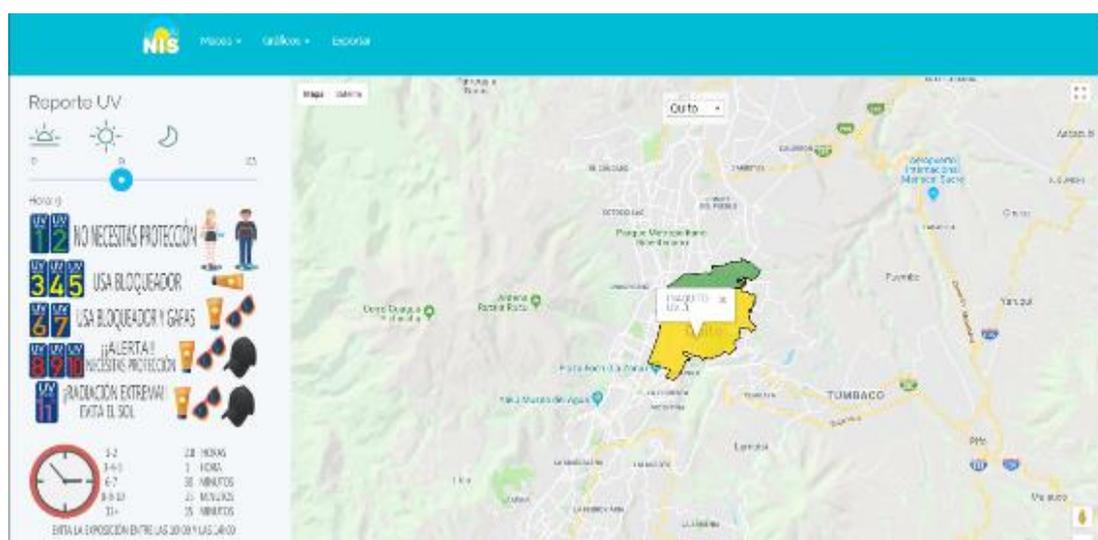


Figura 74. Página Web Funcionando en tiempo real Hora: 9:20am 8/6/2018.

5.1.2 Comparación con datos secretaria ambiente municipio de Quito.

Se puede evidenciar que la red y el software están funcionando de manera correcta, sin embargo, para dar mayor validez se hicieron mediciones dos días seguidos en donde todos los datos fueron comparados con fuentes del municipio de Quito para verificar la veracidad de los datos entregados por el prototipo.

Las pruebas a continuación, como se observan en las Figura 75 hasta la Figura 84, fue realizada a las 9:00 hasta 18:00 horas del día 07/06/2018 en donde los sensores fueron expuestos a la radiación UV de la hora mencionada con los siguientes resultados:

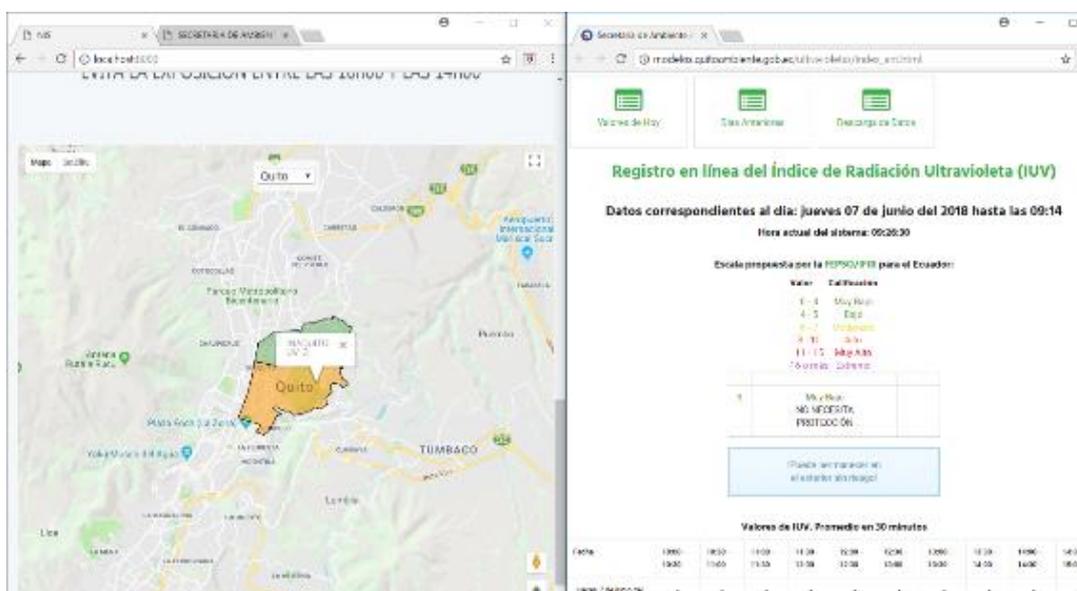


Figura 75. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 9:36am 7/6/2018.

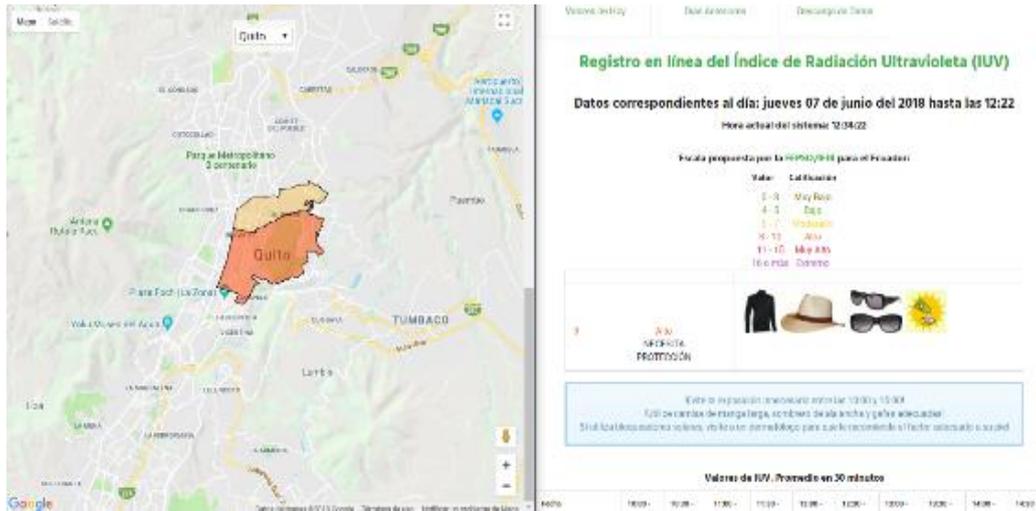


Figura 76. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 12:34 7/6/2018.

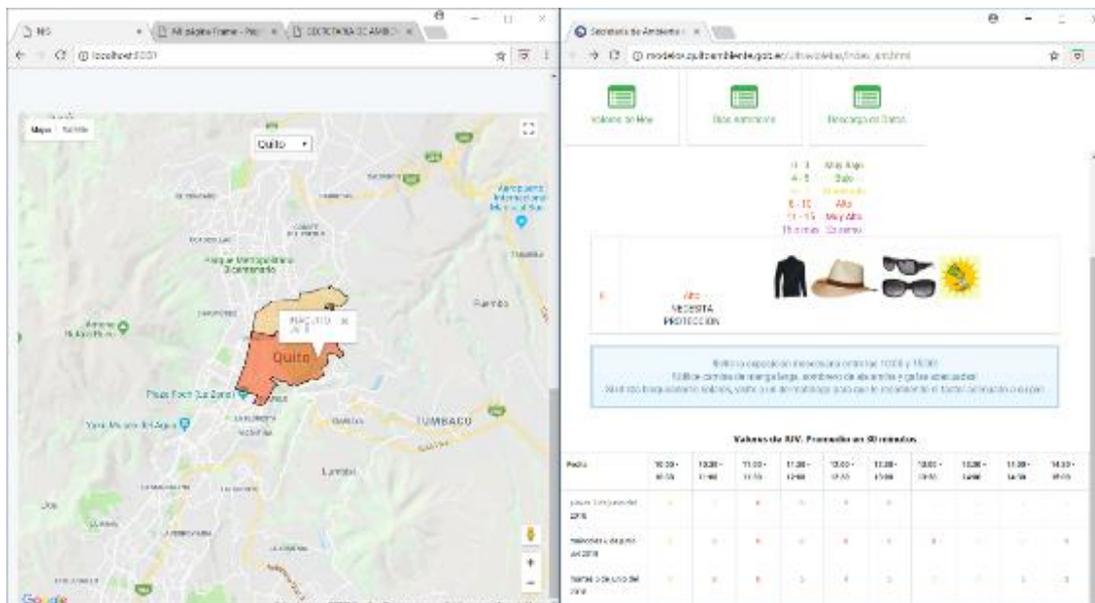


Figura 77. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 13:36 7/6/2018.

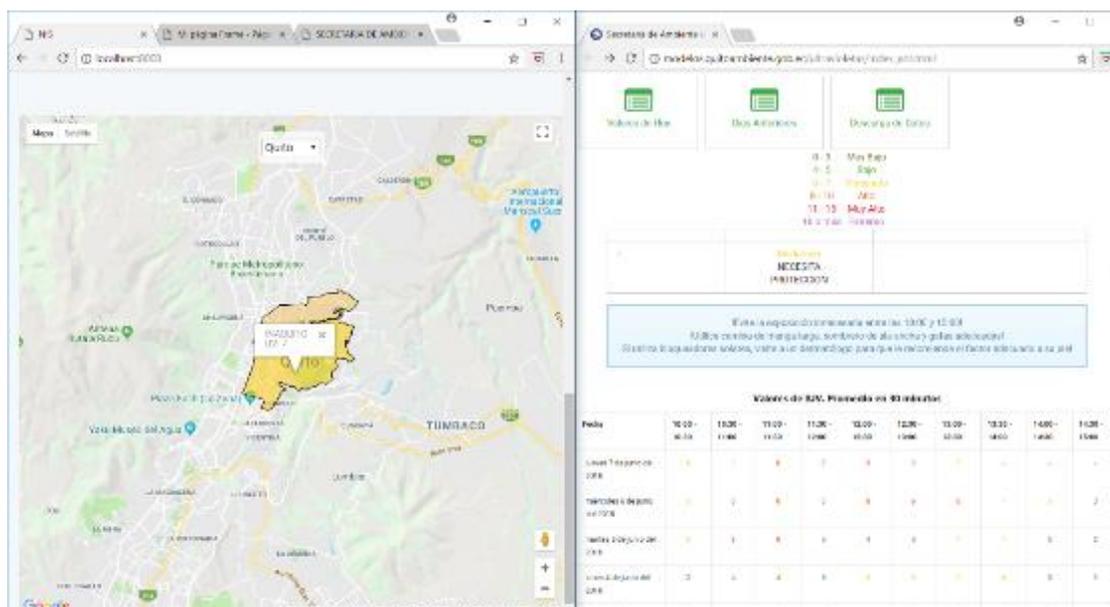


Figura 78. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 13:44 7/6/2018.

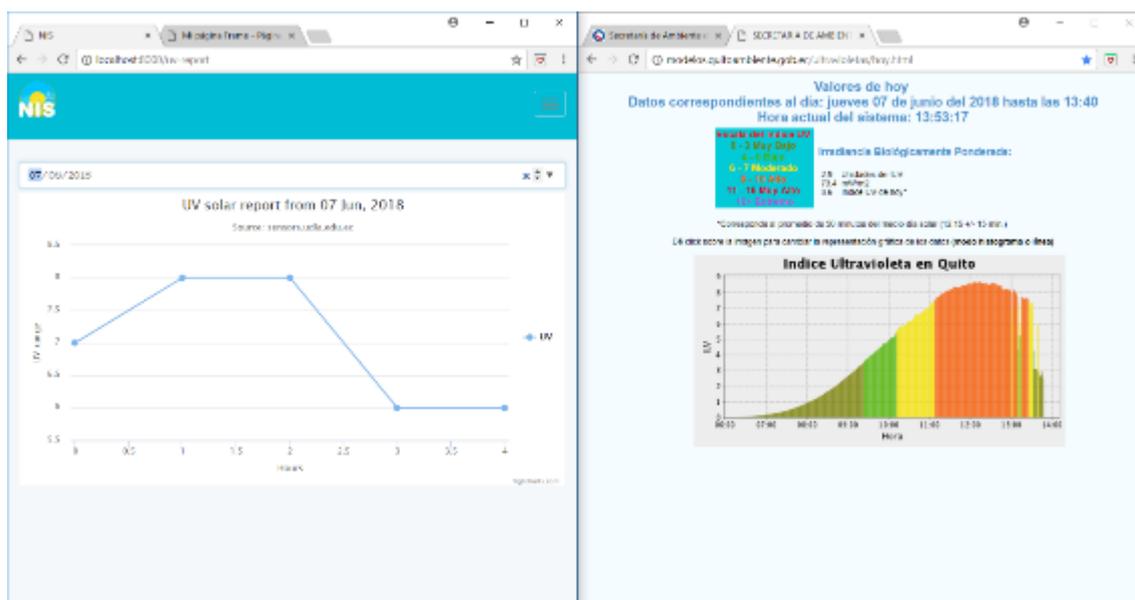


Figura 79. Gráfica de Resumen de Índice UV 13:53 7/6/2018.

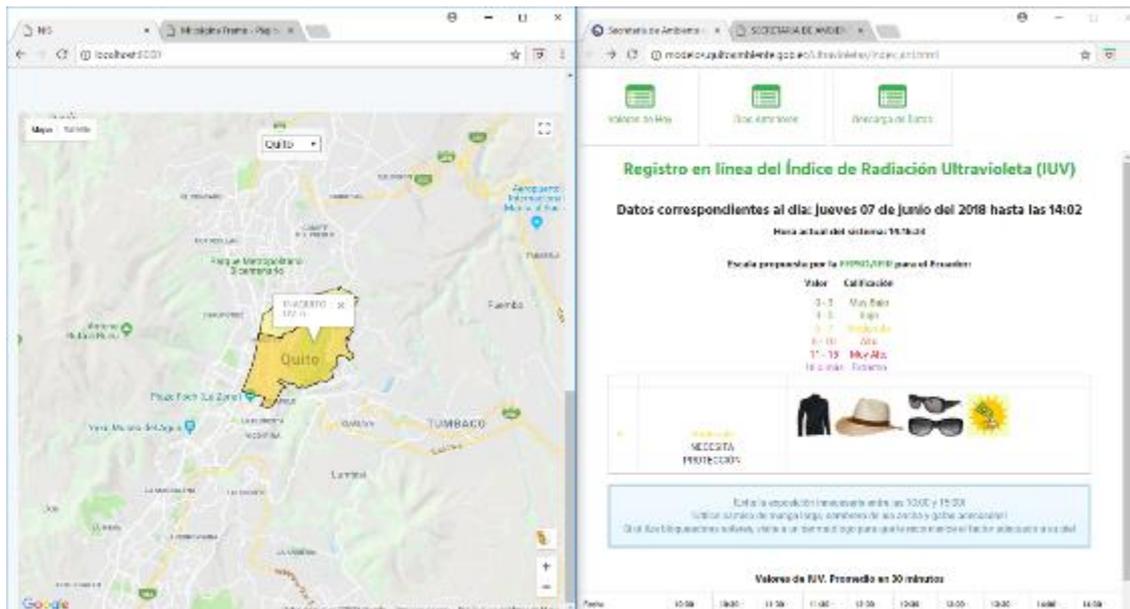


Figura 80. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 14:16 7/6/2018.

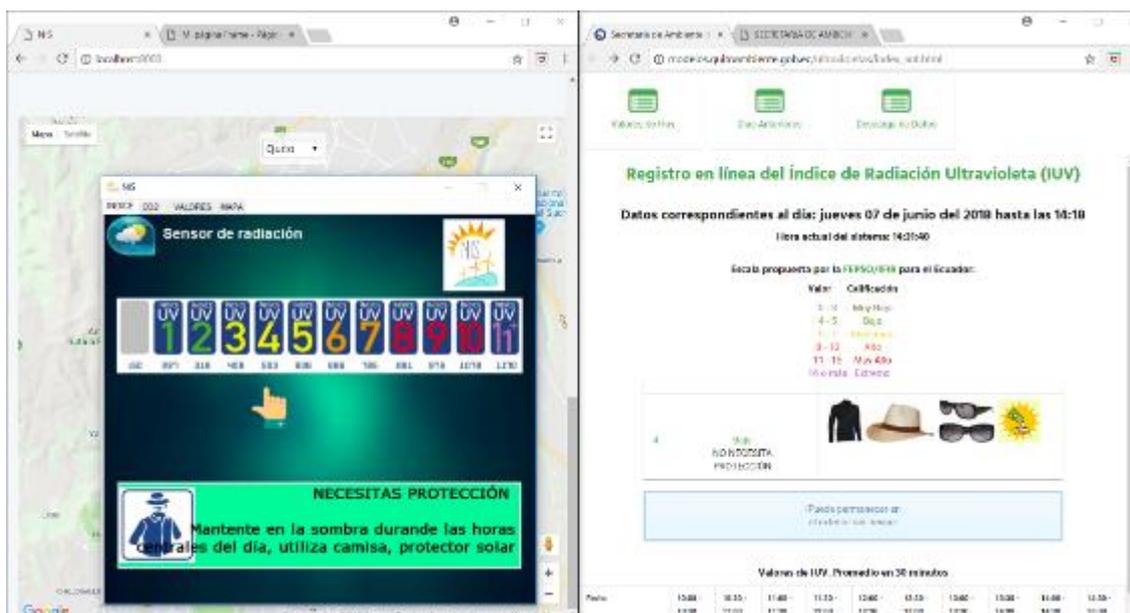


Figura 81. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 14:31 7/6/2018.

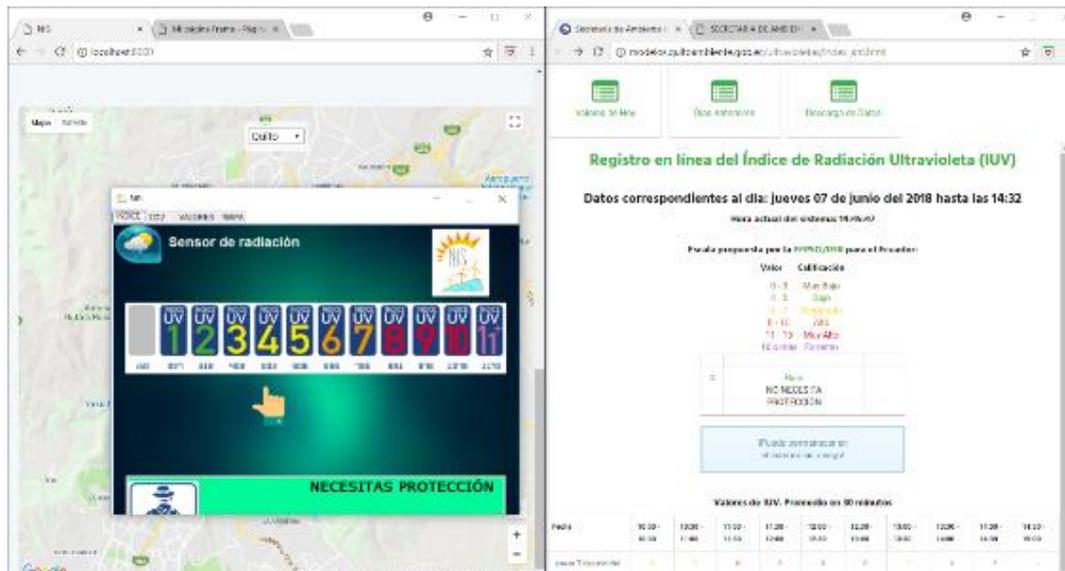


Figura 82. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 14:45 7/6/2018.

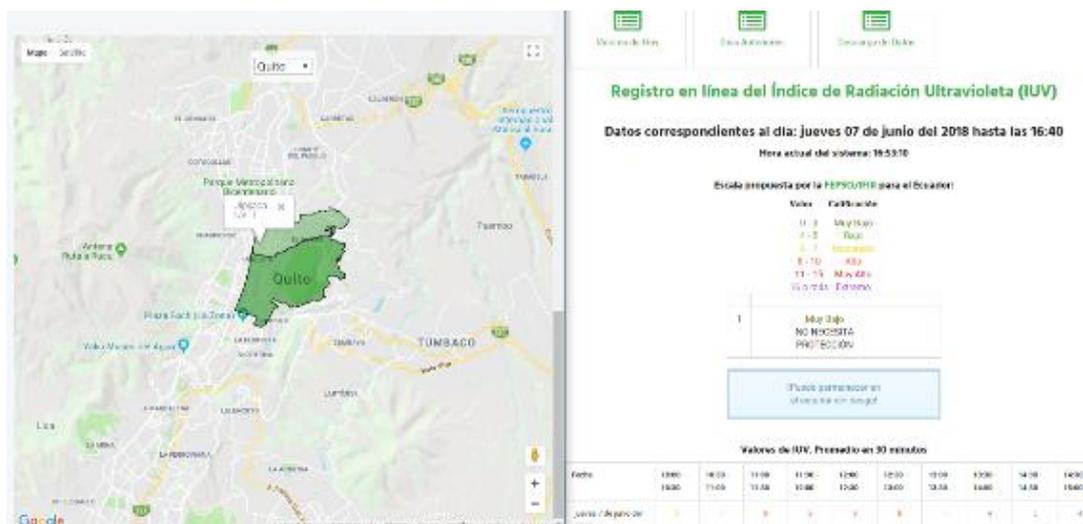


Figura 83. Comparación: Prototipo con Quito Ambiente 16:53 7/6/2018.

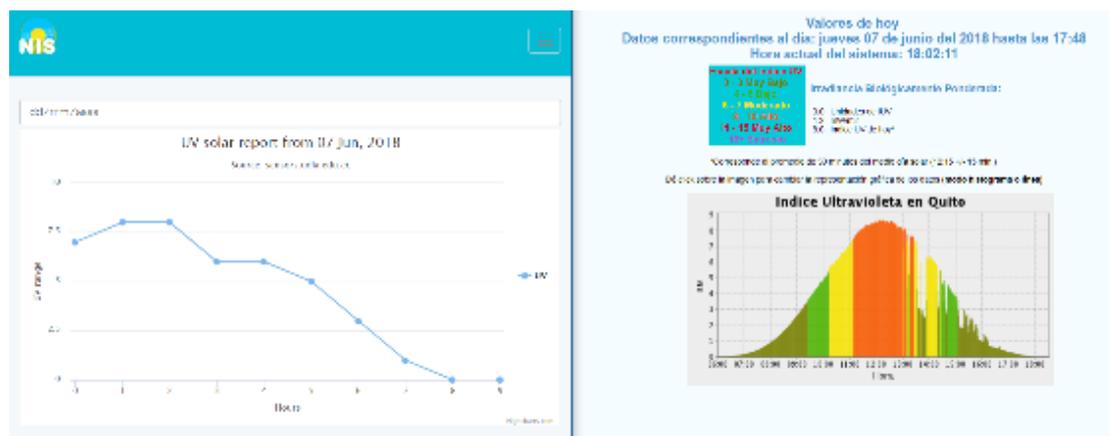


Figura 84. Gráfica de Resumen de Índice UV de 9h30 a 18h00 horas.

Como se muestra en las imágenes de las pruebas, los datos del prototipo son muy similares a los que entrega Quito Ambiente por lo que podemos validar la veracidad de la información entregada a la comunidad de estudiantes de la sede Queri.

5.2 Mejoramiento del Prototipo

Teniendo en cuenta que es un prototipo y el alcance y objetivos planteados fueron completados, se plantea una posible mejora para la continuación de este proyecto. Gracias al desarrollo y facilidad del protocolo IP ha surgido la tecnología de Internet of Everything (IoT). IoT consiste en que cada dispositivo sea capaz de conectarse a la red de redes es decir a Internet, independientemente de la tecnología que sea utilizada para la transmisión previa, todo lo que llegue al Gateway debe ser transformado a protocolo IP, que permita transmitir la información hacia internet, y poderle dar una alta disponibilidad y alto escalamiento, Como posible mejora se plantea el siguiente diagrama que se ilustra en la Figura 85.

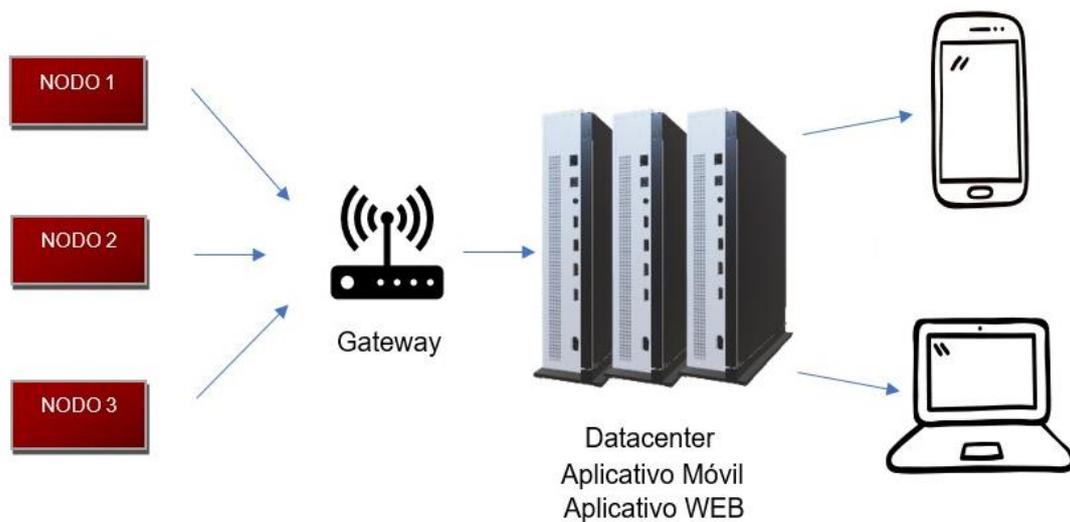


Figura 85. Diagrama de Red Mejorada.

La mejora consiste en realizar el envío del Gateway a través de un dispositivo como el Raspberry Pi o un microcontrolador con modulo Wifi hacia el servidor del centro de datos de la universidad a través de la red ya instalada de la universidad. Con esta mejora se logra mantener el servicio altamente disponible y se puede considerar como escalable.

Debido a que es un primer prototipo se enfocó el proyecto a la red de sensores WSN y su funcionamiento. La mejora consiste en la investigación del protocolo IP en microcontroladores y en la configuración de un módulo Wifi para el mismo o la programación de Raspberry Pi para la lectura de los datos del XBee Gateway. Adicionalmente se deberá preparar una máquina virtual para su instalación en los servidores de la universidad.

Si se desea obtener más información y características acerca de los dispositivos usados en la mejora, revisar el anexo, literal A.

5.2.1 Módulo Wifi.

El módulo wifi es un dispositivo electrónico capaz de realizar una conexión mediante protocolo TCP/IP, y transmisión de datos mediante radiofrecuencia. Es un dispositivo de bajo consumo energético, que permite avanzar en la creación de interacciones con el Internet de las Cosas. Permitiendo a los prototipos de redes inalámbricas poder acceder a internet y realizar interacciones con otros dispositivos que se comunican mediante protocolo IP. En la Figura 86, se puede observar al dispositivo.



Figura 86. Módulo Wifi.

Tomado de (Prometec , 2018)

A continuación, en la Tabla 14, se puede observar las características técnicas del elemento.

Tabla 14.

Características modulo Wifi.

Característica	Valor
Protocolo	802.11
Frecuencia	2.4 – 2.5 GHz
Potencia de transmisión	+20 dBm
Sensibilidad	-91 dBm
Voltaje de operación	3 – 3.6 V
Temperatura de operación	-40 – 125 °C
Corriente	80 mA

Adaptado de (Prometec , 2018)

5.2.2 Raspberry Pi 3

Un Raspberry es una placa de desarrollo avanzada, que permite tener periféricos que pueden utilizarse como un computador de un tamaño reducido. Esta placa de desarrollo permite instalar un sistema operativo basado en Linux, permite conexiones mediante cable ethernet o mediante módulo Wifi, para acceder a internet y comunicarse con el mundo IP. Además de poder visualizar con una interfaz gráfica que se proyecta en el periférico HDMI. En la Figura 87, se observa al dispositivo en mención.



Figura 87. Raspberry Pi 3 Modelo B.

Recuperado: (Amazon, 2016)

A continuación, en la Tabla 15, se puede observar las características del dispositivo.

Tabla 15.

Características Raspberry Pi 3.

Características	Valor
Procesador	64-bits
Frecuencia de procesador	1.4 GHz
Memoria	1 GB SDRAM
Conectividad	2.4 GHz y 5 GHz
Voltaje de operación	5 V
Corriente	2.5 A
Temperatura de operación	0-50 °C

Adaptado de (Raspberry, 2018)

5.2.3 Diagrama de mejora basado en Arduino y modulo Wifi.

A continuación, en la Figura 88, se puede observar la arquitectura de los nodos que tienen como componente de transmisión un módulo Wifi.

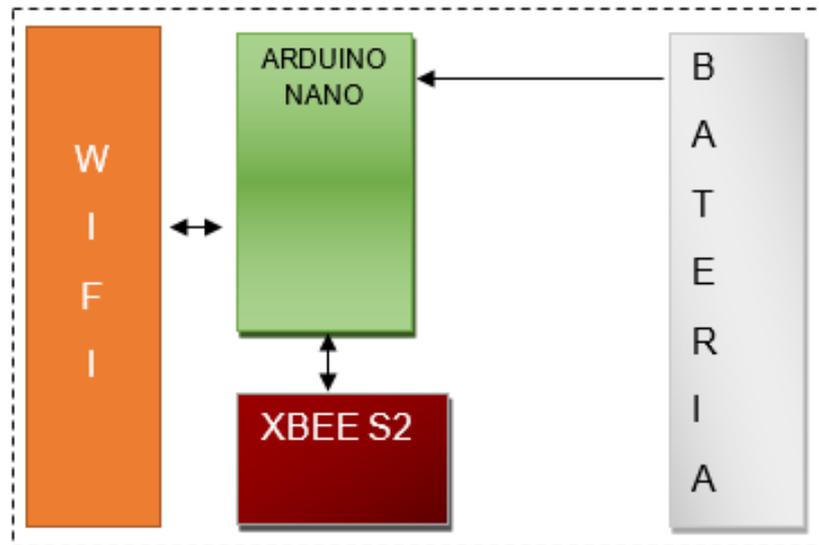


Figura 88. Dispositivo Gateway basado en modulo wifi.

En la Figura 89, se puede observar el diagrama de funcionamiento de la solución basado en modulo Wifi.

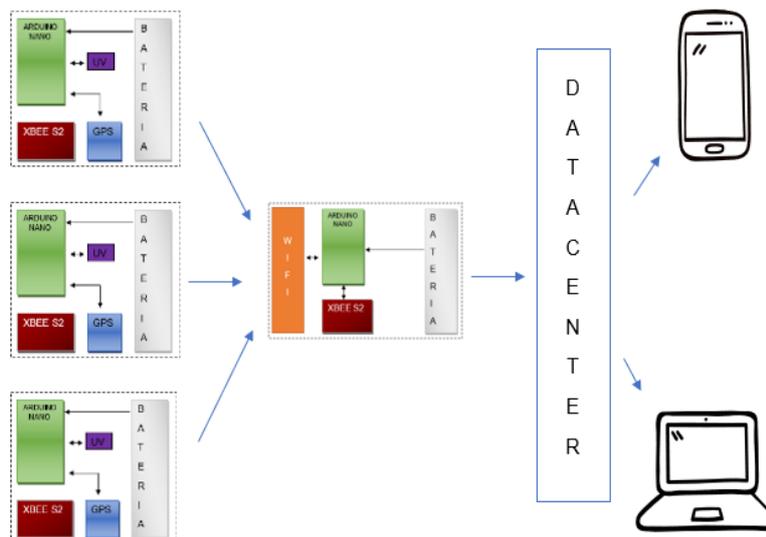


Figura 89. Diagrama de bloques basado en modulo wifi.

5.2.4 Diagrama de mejora basado en Raspberry y XBee

A continuación, en la Figura 90, se puede observar la arquitectura de los nodos basados en Raspberry.

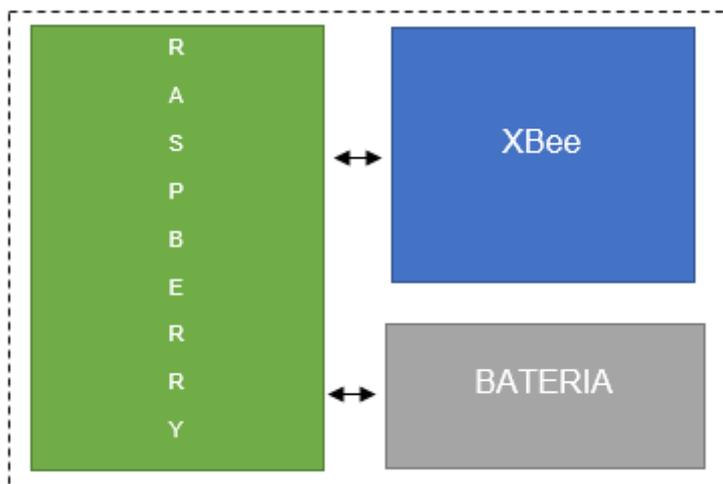


Figura 90. Diagrama basado en Raspberry.

En la Figura 91, se puede observar el diagrama de funcionamiento de la solución basado en Raspberry.

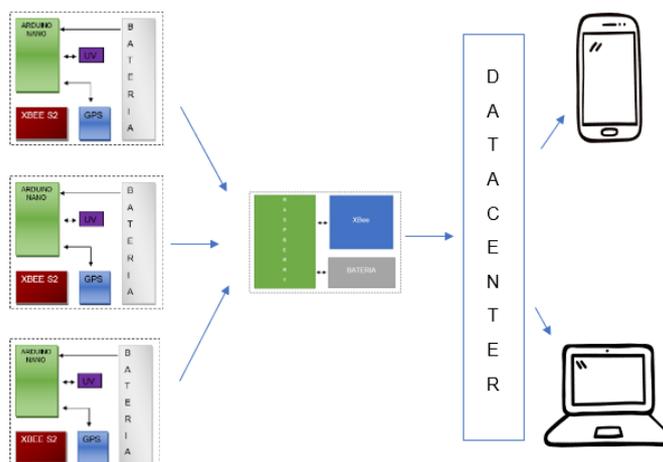


Figura 91. Diagrama de bloques basado en Raspberry.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

La implementación de la red WSN fue factible en la universidad de las Américas sede Queri, bajo las condiciones de que exista línea de vista de los nodos con el Gateway y que la distancia entre estos no sea mayor a los 40 metros.

La tendencia de los datos obtenidos por la red, se ajustan y tienen relación con los datos que fueron obtenidos por la secretaria de ambiente del municipio de quito, en ella se pudo comprobar la veracidad de los datos obtenidos.

El estado de la transmisión de datos debe ser continua y en un tiempo no mayor a cinco segundos, para evitar que la red caiga en un estado de suspensión y se pierda la conexión entre los dispositivos.

Para poder proyectar la información en los aplicativos web y móvil, se debe tener una IP estática válida y del segmento cableado, es decir el servidor conectado a un punto de red. En este caso el punto de red fue tomado de la Unidad de Innovación Tecnología y la IP: 10.90.4.57.

El puerto 80 se encuentra libre y en este se levantó los servicios de los aplicativos web y móvil.

Existe un desconocimiento de los efectos que puede tener la radiación UV sobre órganos y partes del cuerpo distintos a la piel. Por esa razón se proyectan diferentes tipos de protección para cada una de esas partes del cuerpo.

Los datos están accesibles a todas las personas que se encuentren en la red de la sede Queri.

Los estudiantes y docentes que tuvieron la oportunidad de ver en funcionamiento del proyecto comentaron que desconocían los daños de la radiación UV en la salud, por lo tanto, se puede decir que la mayoría de las personas de la sede

Queri desconoce la magnitud de los daños que causa la radiación en los diferentes índices proyectados.

La tecnología WSN implementada en la universidad fue satisfactoria sin embargo para poder tener una alta disponibilidad, y portabilidad, la red debe estar adaptada a IoT, en la que independientemente del tipo de tecnología utilizado todo se conecte bajo protocolo IP.

Las personas no están familiarizadas con portales en donde se proyectan datos ambientales a nivel nacional. Debido a la falta de publicidad y difusión de estos, ya que existe carencia de cultura hacia el cuidado de la salud y del ambiente.

Basándose en la mediciones y pruebas realizadas se observa que el índice UV en Quito esta sobre el nivel perjudicial, considerado por la OMS. Adicionalmente, se pudo evidenciar que, en ciertos días soleados, en horas de la mañana que van de 8h00 a 10h00, los índices son elevados y esto puede perjudicar la salud de las personas que se exponen durante el día a la radiación.

Para poder tener una medición continua y durante largos periodos de tiempo, se debe alimentar el prototipo mediante cargadores conectados a tomacorrientes de 110v.

6.2 Recomendaciones

Para la comunicación de radio frecuencia es recomendable que exista línea de vista entre los nodos y el Gateway, por esta razón y por el material por el cual está hecho la infraestructura arquitectónica de la universidad no se recomienda poner los nodos en otros bloques.

Para la selección de IP se debe tener en cuenta que sea un punto de red cableado y convertir la IP en estática para no alterar el funcionamiento de los aplicativos que hacen referencia al servidor local.

Si bien es cierto se han logrado grandes avances tecnológicos se debe considerar a la misma con un enfoque que permita resolver temas de salud y ambiente que beneficien a la sociedad

Se recomienda que, para una futura implementación a mayor escala, se utilicen versiones de transmisores y receptores XBee más actuales, que tienen

características que permiten mayor alcance, y de esta forma abarcar mayor campo de medición en diferentes zonas.

Si se desean reducir los costos y el tamaño de los nodos, se aconseja, que se haga uso del microcontrolador Atmega 328p y del GPS directamente, es decir sin placas preensambladas.

En cuanto al material de protección, especialmente el que cubre al sensor de radiación ultravioleta, se recomienda que sea de material poli metacrilato de metilo, dado sus propiedades puede llegar a permitir el paso de cerca del 92% de radiación ultravioleta. Evitando malas mediciones por parte de los sensores.

Se recomienda que el ángulo con el cual se ubique los sensores dentro del prototipo sea en ángulos menores a 45 grados para obtener valores más precisos.

Tener en cuenta la corriente y voltaje necesaria de cada dispositivo para no afectar el funcionamiento de estos.

REFERENCIAS

- Allen, J. (2001). Ultraviolet Radation How it affects life on earth. Recuperado el 14 de abril de 2018 de <https://earthobservatory.nasa.gov/Features/UVB/>
- Amazon. (2016). Módulo GPS Neo. Recuperado el 13 de abril de 2018 de <https://www.amazon.es/NEO-6M-GY-GPS6MV2-GPS-Modulo-Controlador/dp/B01IH2TV6G>
- American Cancer Society. (2017). Cancer. Recuperado el 14 de abril de 2018 de <https://www.cancer.org/es/cancer/cancer-de-piel/prevencion-y-deteccion-temprana/que-es-la-radiacion-de-luz-ultravioleta.html>
- Arduino. (2018). Recuperado el 14 de abril de 2018 de <https://store.arduino.cc/arduino-nano>
- Arduino. (2018). Arduino. Recuperado el 10 de abril de 2018 de <http://arduino.cl/que-es-arduino/>
- Bot Science. (s.f.). Botscience. Recuperado el 5 de abril de 2018 de http://botscience.net/store/index.php?route=product/product&product_id=73
- Crespo, J. (2017). Programación arduino. Recuperado el 10 de Abril de 2018 de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/10/14/programacion-arduino-7/>
- Crespo, J. (2017). Aprendiendoarduino. Recuperado el 10 de abril de 2018 de <https://aprendiendoarduino.wordpress.com/2017/06/19/como-funciona-arduino-3/>
- Fonrouge, S. (s.f.). Recuperado el 14 de abril de 2018 de <https://sites.google.com/site/ondaselecmag/espectro-electromagnetico>
- MCI Ltda. (s.f.). Xbee. Recuperado el 15 de abril de 2018 de <http://xbee.cl/que-es-xbee/>
- Micro Chip. (s.f.). Microchip. Recuperado el 5 de Abril de 2018 de <https://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega328>

- Microsoft. (s.f.). Framework. Recuperado el 10 de Abril de 2018 de <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>
- Microsoft. (s.f.). Microsoft. Recuperado el 10 de abril de 2018 de <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/framework/get-started/overview>
- Microsoft. (s.f.). Visual Studio. Recuperado el 10 de abril de 2018 de <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/#pivot=languages&panel=languages1>
- Miguel, P. A. (2016). Electrónica aplicada. En P. A. Miguel, & S. Ediciones Paraninfo (Ed.), *Electrónica aplicada* (pág. 395). Madrid, España: Paraninfo. Recuperado el 31 de marzo de 2018, de <https://books.google.com.ec/books?id=PxOkCwAAQBAJ&pg=PA399&dq=que+es+un+microcontrolador&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi59J2P8pnaAhUCtlkKHRZPDOMQ6AEISzAH#v=onepage&q=que%20es%20un%20microcontrolador&f=false>
- National Instruments. (2009). Sensores inalámbricos. Recuperado el 30 de Marzo de 2018 de <http://www.ni.com/white-paper/7142/es/>
- OMS. (2003). Índice uv solar mundial. Recuperado el 5 de marzo de 2018 de <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42633/9243590073.pdf;jsessionid=26800F063CC293315B122C87272C06E8?sequence=1>
- OMS. (2016). Who. Recuperado el 4 de marzo de 2018 de <http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2016/deaths-attributable-to-unhealthy-environments/es/>
- ONU. (2016). Objetivos Naciones Unidas. Recuperado el 3 de marzo de 2018 de <http://www.sela.org/media/2262361/agenda-2030-y-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible.pdf>
- Ramírez, L. G., Jiménez, G. S., & Carreño, J. M. (2014). Sensores y Actuadores. En L. G. Ramírez, G. S. Jiménez, J. M. Carreño, & J. Callejas (Ed.), *Sensores y Actuadores* (pág. 2). Azcapotzalco, México: Patria. Recuperado el 31 de marzo de 2018, de https://books.google.com.ec/books?id=wMm3BgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

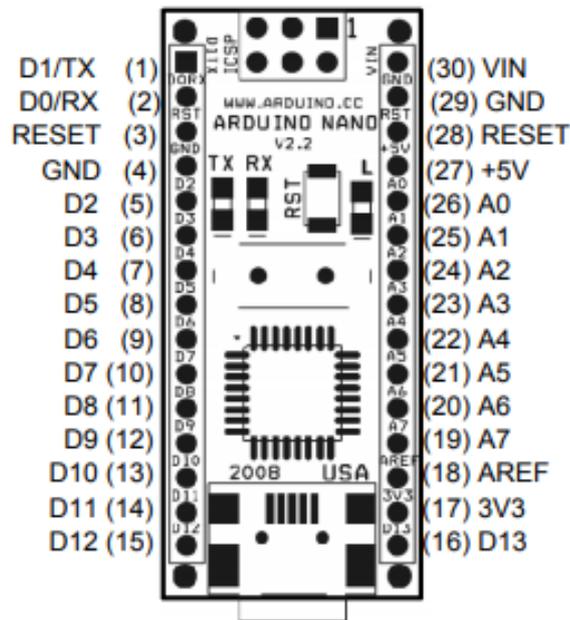
- Raspberry. (2018). Raspberru Pi. Recuperado el 8 de abril de 2018 de <https://www.raspberrypi.org/products/>
- Redacción País Adentro. (2017). Radiacion UV en Ecuador. Recuperado el 30 de Marzo de 2018 de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/quito/11/los-casos-de-cancer-de-piel-en-la-capital-van-en-ascenso>
- Repuestos Informáticos Salvadoreños. (2016). Topologías de red. Recuperado el 21 de abril de 2018 de <http://www.ritsasv.com/tag/topologia-de-estrella/>
- SainSmart. (s.f.). Sainsmart. Recuperado el 5 de abril de 2018 de <https://www.sainsmart.com/products/uno-atmega328p-pu-arduino-compatible>
- Spark Fun. (s.f.). Sparkfun. Recuperado el 5 de Abril de 2018 de <https://learn.sparkfun.com/tutorials/ml8511-uv-sensor-hookup-guide>
- Xbee. (2018). Xbee explorer. Recuperado el 21 de abril de 2018 de <http://xbee.cl/category/modxbee/xbee/>
- Xbee. (2018). XBee. Recuperado el 21 de abril de 2018 de <http://xbee.cl/xbee-serie-2-configuracion/>
- Zigbee Alliance. (s.f.). Zigbee. Recuperado el 15 de abril de 2018 de <http://www.zigbee.org/what-is-zigbee/>

ANEXOS

A) Datasheets de Dispositivos Electrónicos

- Arduino Nano 328p

Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

- GPS

Receiver performance data

Receiver type	50-channel u-blox 6 engine GPS L1 C/A code SBAS: WAAS, EGNOS, MSAS	
Navigation update rate	up to 5 Hz	
Accuracy ¹	Position	2.5 m CEP 2.0 m CEP
Acquisition ¹		NEO-6G/Q NEO-6M
	Cold starts:	26 s 27 s
	Aided starts ² :	1 s < 3 s
	Hot starts:	1 s 1 s
Sensitivity ³		NEO-6G/Q NEO-6M
	Tracking:	-162 dBm -161 dBm
	Cold starts:	-148 dBm -147 dBm
	Hot starts:	-157 dBm -156 dBm

¹ All SV @ -130 dBm

² Dependent on aiding data connection speed and latency

³ Demonstrated with a good active antenna

Electrical data

Power supply	2.7 V – 3.6 V (NEO-6Q/6M) 1.75 V – 2.0 V (NEO-6G)
Power consumption	111 mW @ 3.0 V (continuous) 33 mW @ 3.0 V Power Save Mode (1 Hz) 68 mW @ 1.8 V (continuous) 22 mW @ 1.8 V Power Save Mode (1 Hz)
Backup power	1.4 V – 3.6 V, 22 µA
Supported antennas	Active and passive

Interfaces

Serial interfaces	1 UART 1 USB V2.0 full speed 12 Mbit/s 1 DDC (I ² C compliant) 1 SPI
Digital I/O	Configurable timepulse 1 EXTINT input for Wakeup
Serial and I/O	Voltages 2.7 – 3.6 V (NEO-6Q/6M) 1.75 – 2.0 V (NEO-6G)
Timepulse	Configurable 0.25 Hz to 1 kHz
Protocols	NMEA, UBX binary, RTCM

Legal Notice

u-blox reserves all rights to this document and the information contained herein. Products, names, logos and designs described herein may in whole or in part be subject to intellectual property rights. Reproduction, use, modification or disclosure to third parties of this document or any part thereof without the express permission of u-blox is strictly prohibited.

The information contained herein is provided "as is". No warranty of any kind, either express or implied, is made in relation to the accuracy, reliability, fitness for a particular purpose or content of this document. This document may be revised by u-blox at any time. For most recent documents, please visit www.u-blox.com.

Copyright © 2011, u-blox AG

Specification applies to FW 7

Package

24 pin LCC (Leadless Chip Carrier): 12.2 x 16.0 x 2.4 mm, 1.6 g
Pinout



Environmental data, quality & reliability

Operating temp. -40° C to 85° C

Storage temp. -40° C to 85° C

RoHS compliant (lead-free)

Qualification according to ISO 16750

Manufactured in ISO/TS 16949 certified production sites

Support products

u-blox 6 Evaluation Kits:

Easy-to-use kits to get familiar with u-blox 6 positioning technology, evaluate functionality, and visualize GPS performance.

EVK-6H: u-blox 6 Evaluation Kit with TCXO, suitable for NEO-6G, NEO-6Q

EVK-6P: u-blox 6 Evaluation Kit with crystal, suitable for NEO-6M

Ordering information

NEO-6G-0	u-blox 6 GPS Module, 1.8V, TCXO, 12x16mm, 250 pcs/reel
NEO-6M-0	u-blox 6 GPS Module, 12x16mm, 250 pcs/reel
NEO-6Q-0	u-blox 6 GPS Module, TCXO, 12x16mm, 250 pcs/reel

Available as samples and tape on reel (250 pieces)

Contact us

HQ Switzerland +41 44 722 7444 info@u-blox.com	China +86 10 68 133 545 info_cn@u-blox.com
--	--

EMEA +41 44 722 7444 info@u-blox.com	Japan +81 3 5775 3850 info_jp@u-blox.com
--	--

Americas +1 703 483 3180 info_us@u-blox.com	Korea +82 2 542 0861 info_kr@u-blox.com
---	---

APAC – Singapore +65 6734 3811 info_ap@u-blox.com	Taiwan +886 2 2657 1090 info_tw@u-blox.com
---	--

- Módulo Wifi ESP8266

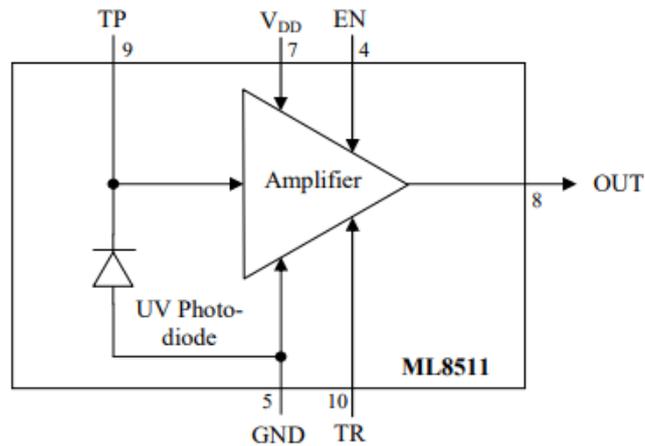
Categories	Items	Values
WiFi Paramters	Certificates	FCC/CE/TELEC/SRRC
	WiFi Protocles	802.11 b/g/n
	Frequency Range	2.4G-2.5G (2400M-2483.5M)
	Tx Power	802.11 b: +20 dBm
		802.11 g: +17 dBm
		802.11 n: +14 dBm
	Rx Sensitivity	802.11 b: -91 dbm (11 Mbps)
		802.11 g: -75 dbm (54 Mbps)
802.11 n: -72 dbm (MCS7)		
Types of Antenna	PCB Trace, External, IPEX Connector, Ceramic Chip	
Hardware Paramaters	Peripheral Bus	UART/SDIO/SPI/I2C/I2S/IR Remote Control
		GPIO/PWM
	Operating Voltage	3.0~3.6V
	Operating Current	Average value: 80mA
	Operating Temperature Range	-40°~125°
	Ambient Temperature Range	Normal temperature
	Package Size	5x5mm
	External Interface	N/A
Software Paramaters	WiFi mode	station/softAP/SoftAP+station
	Security	WPA/WPA2
	Encryption	WEP/TKIP/AES
	Firmware Upgrade	UART Download / OTA (via network)
	Ssoftware Development	Supports Cloud Server Development / SDK for custom firmware development
	Network Protocols	IPv4, TCP/UDP/HTTP/FTP

- Raspberry Pi 3

Processor:	Broadcom BCM2837B0, Cortex-A53 64-bit SoC @ 1.4GHz
Memory:	1GB LPDDR2 SDRAM
Connectivity:	<ul style="list-style-type: none">■ 2.4GHz and 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 4.2, BLE■ Gigabit Ethernet over USB 2.0 (maximum throughput 300Mbps)■ 4 × USB 2.0 ports
Access:	Extended 40-pin GPIO header
Video & sound:	<ul style="list-style-type: none">■ 1 × full size HDMI■ MIPI DSI display port■ MIPI CSI camera port■ 4 pole stereo output and composite video port
Multimedia:	H.264, MPEG-4 decode (1080p30); H.264 encode (1080p30); OpenGL ES 1.1, 2.0 graphics
SD card support:	Micro SD format for loading operating system and data storage
Input power:	<ul style="list-style-type: none">■ 5V/2.5A DC via micro USB connector■ 5V DC via GPIO header■ Power over Ethernet (PoE)–enabled (requires separate PoE HAT)
Environment:	Operating temperature, 0–50 °C
Compliance:	For a full list of local and regional product approvals, please visit www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b+
Production lifetime:	The Raspberry Pi 3 Model B+ will remain in production until at least January 2023.

- Sensor UV ML8511

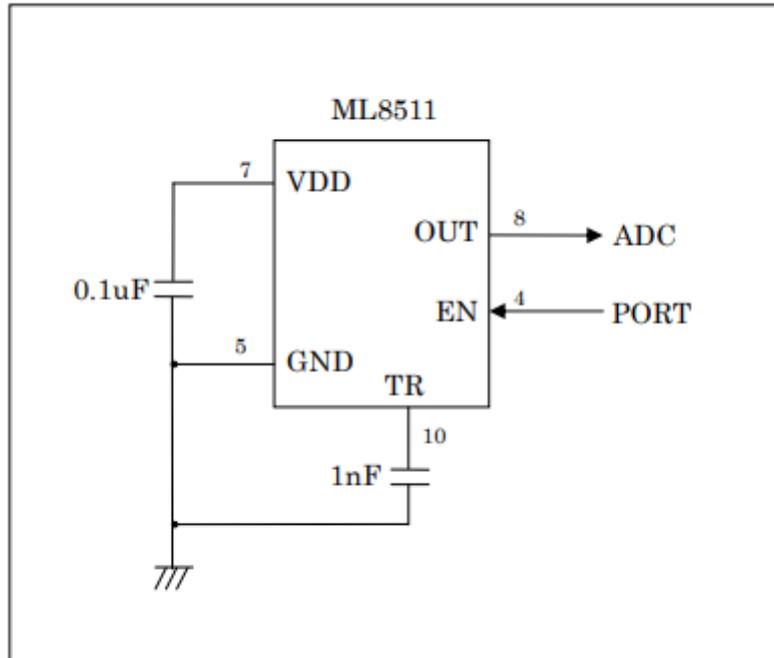
BLOCK DAIAGRAM



PIN CONFIGURATIONS

Pin	Symbol	I/O	Function
7	VDD	PW	Supply voltage. Decouple this pin to ground with 0.1 μ F capacitor.
5	GND	PW	Ground
4	EN	I	Active high enable pin. (High: Active mode, Low: Standby mode)
8	OUT	O	Output (Low in power down or standby mode)
9	TP	I/O	Test pin. Do not connect.
10	TR	I/O	Internal reference voltage. Decouple this pin to ground with 1 nF capacitor.
1,2,3, 6,11,12	NC	-	No Connection. Do not connect.

EXAMPLE OF CONNCTING DIAGRAM



* Load resistance of OUT port is recommended more than $100\text{ k}\Omega$.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Symbol	Condition	Rating	unit
Supply Voltage	V _{DD}	T _a =25 °C	-0.3 to +4.6	V
Input Voltage	V _I	T _a =25 °C	-0.3 to +4.6	V
Output Short Current	I _{OS}	T _a =25 °C	5	mA
Power Dissipation	P _D	T _a =25 °C	30	mW
Storage Temperature	T _{stg}	-	-30 to +85	°C

RECOMENDED OPERATION CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	unit
Operating Voltage	V _{DD}	2.7	3.3	3.6	V
Operating Temperature	T _a	-20	-	70	°C

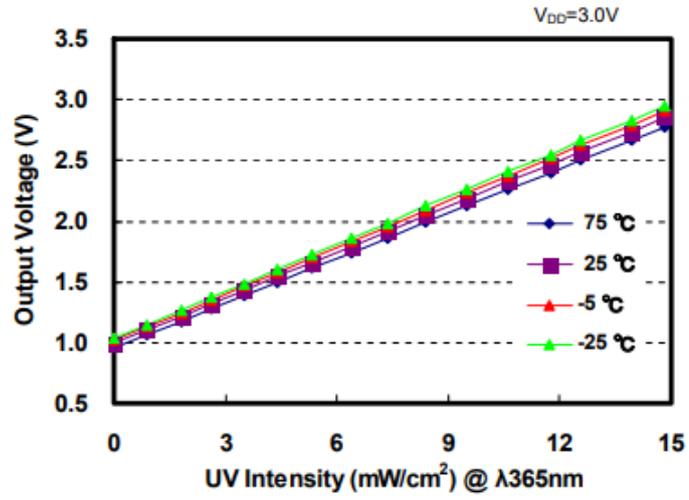
ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

(V_{DD}=+2.7V to +3.6V, T_a= -20°C to +70°C)

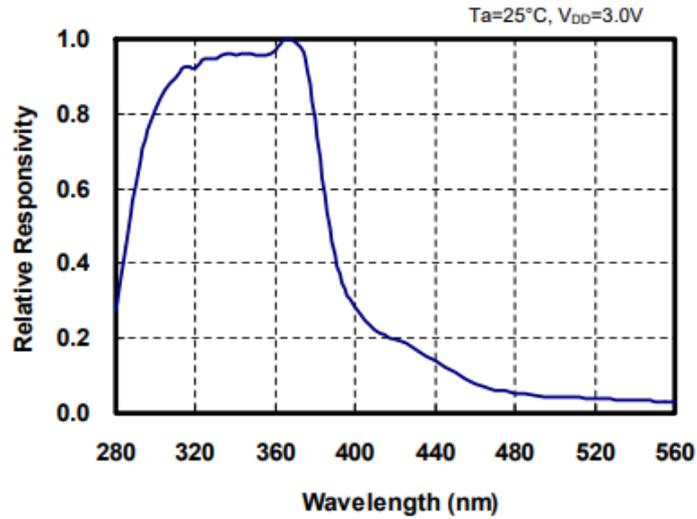
Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	unit
Supply Current (active mode)	I _{DDA}	V _{EN} =V _{DD}	-	300	500	μA
Supply Current (standby mode)	I _{DDs}	V _{EN} =0	-	0.1	1	μA
Input Voltage (High level)	V _{IH}	-	V _{DD} × 0.8	-	V _{DD} + 0.3	V
Input Voltage (Low level)	V _{IL}	-	-0.2	-	0.72	V
High level input current	I _{IH}	V _{EN} =V _{DD}	-	-	1	μA
Low level input current	I _{IL}	V _{EN} =0	-1	-	-	μA
Wavelength of maximum sensitivity	λ _p	T _a =25°C	-	365	-	nm
Output Setup Time	T _{SU}	V _{EN} =V _{DD}	-	-	1	ms
Output Voltage (Shading) *	V _{REF}	T _a =25°C, V _{EN} =V _{DD}	0.95	1.0	1.05	V
Output Voltage (10mW/cm ² at λ _p) *	V _O	T _a =25°C, V _{EN} =V _{DD}	2.08	2.2	2.32	V

* Load resistance of OUT port is recommended more than 100 kΩ.

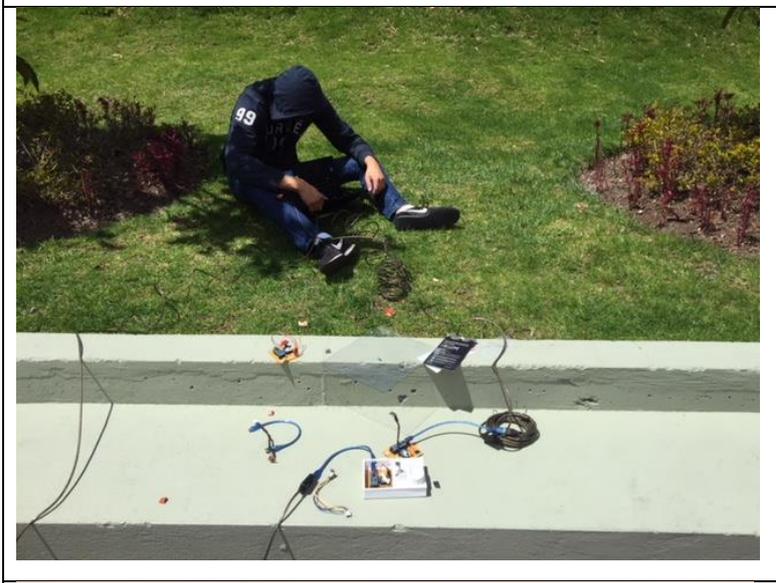
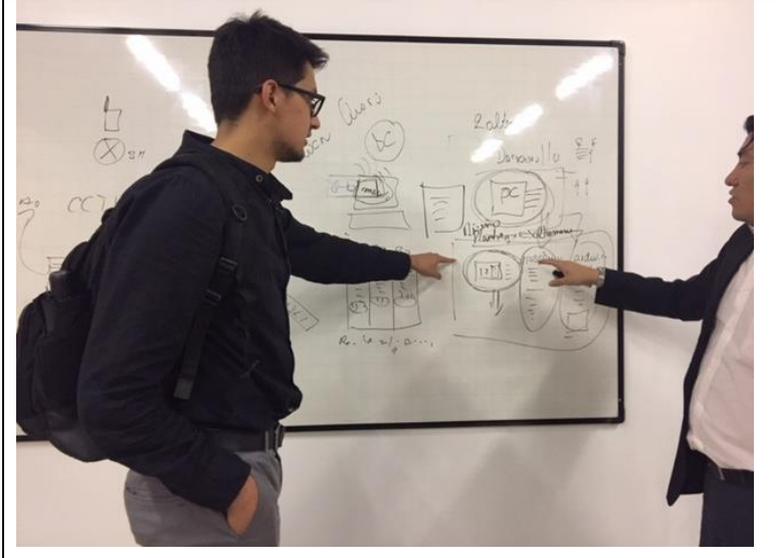
OUTPUT VOLTAGE- UV INTENSITY CHARACTERISTICS

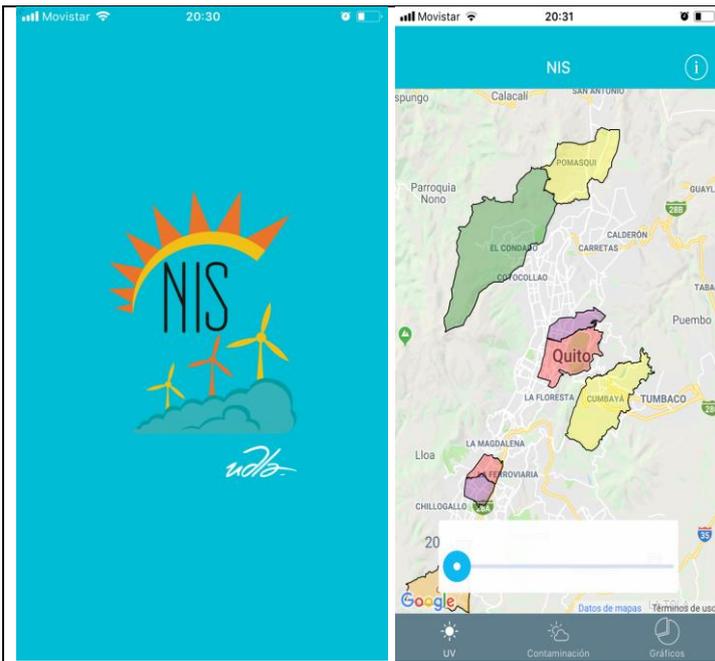


SPECTRAL RESPONSIVITY CHARACTERISTICS



B) Imágenes del proyecto y eventos en los que se presentó.

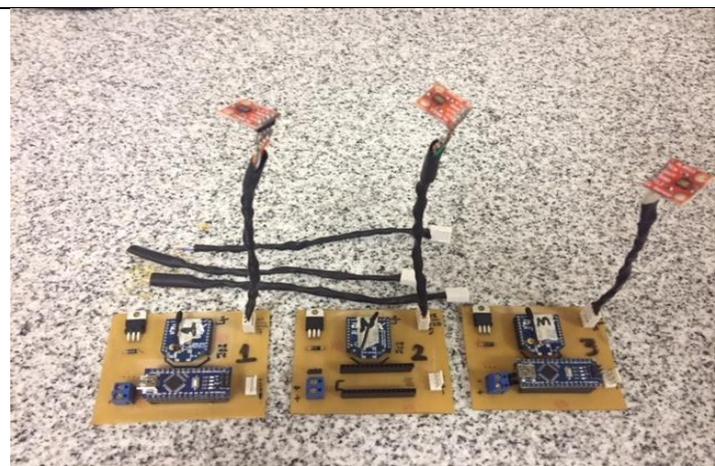
	<p>Presentación de proyecto NIS, en el Día Mundial de las telecomunicaciones. En la Universidad de las Américas Quito.</p>
	<p>Pruebas de funcionamiento en la Universidad de las Américas, sede Queri.</p>
	<p>Análisis de mejoras en la Universidad de las Américas, en ella se puede observar la ayuda del Ingeniero Iván Ortiz en la generación de las nuevas propuestas.</p>



Imágenes del aplicativo Móvil. En ella se puede observar una simulación de datos de cómo se observaría en tiempo real en la ciudad.

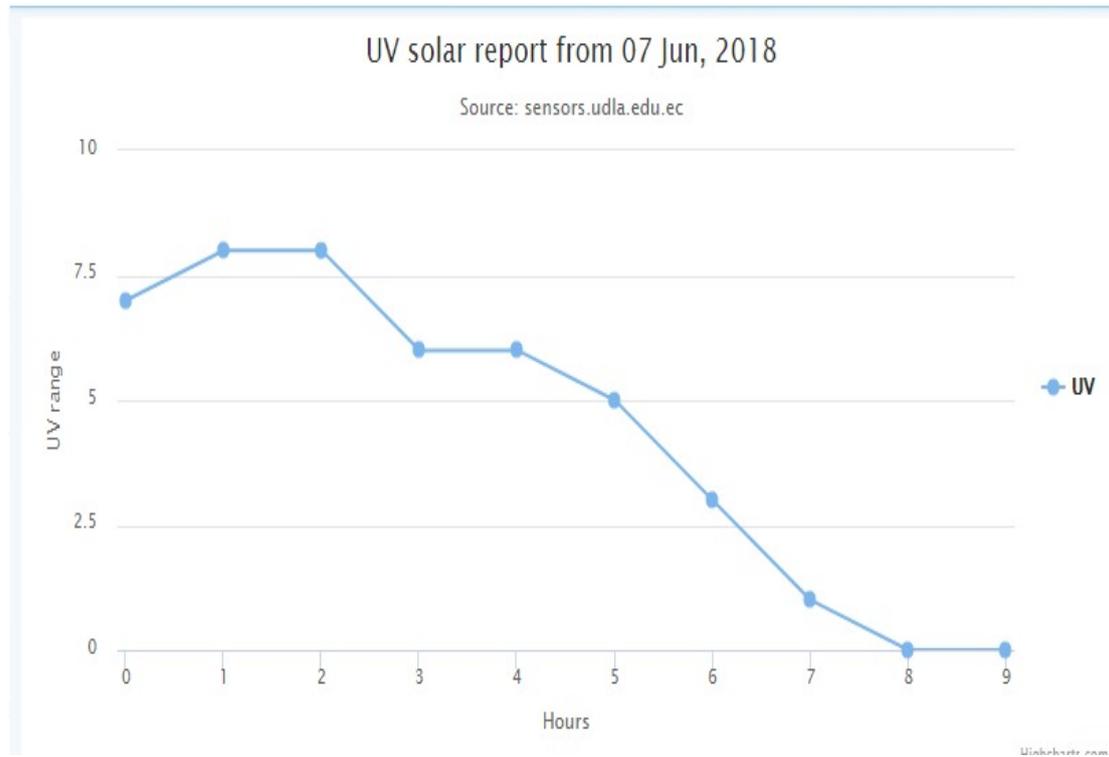


Semifinal Mundial del concurso de Hult-Prize, fundación asociada con las Naciones Unidas.



Elaboración de los dispositivos finales.

C) Datos y grafico del 7 de junio de 2018



ID	NODO	UV	FECHA Y HORA
336	2	5,45	2018-06-07 09:14:49.213
337	1	6,28	2018-06-07 09:14:49.590
338	2	3,6	2018-06-07 09:14:52.243
339	3	0,44	2018-06-07 09:14:52.697
340	1	6,89	2018-06-07 09:14:53.120
341	2	3,71	2018-06-07 09:14:55.290
342	3	1,09	2018-06-07 09:14:56.557
343	1	6,96	2018-06-07 09:14:56.650
344	2	3,93	2018-06-07 09:14:58.307
345	1	6,19	2018-06-07 09:15:00.173
346	3	2,58	2018-06-07 09:15:00.220
347	2	3,89	2018-06-07 09:15:01.347
348	1	5,99	2018-06-07 09:15:03.690
349	3	2,47	2018-06-07 09:15:03.907
350	2	3,96	2018-06-07 09:15:04.393
351	1	6,05	2018-06-07 09:15:07.257
352	2	3,81	2018-06-07 09:15:07.397
353	3	2,46	2018-06-07 09:15:07.693
354	2	4,08	2018-06-07 09:15:10.440
355	1	5,98	2018-06-07 09:15:10.753
356	3	2,51	2018-06-07 09:15:13.143
357	2	3,95	2018-06-07 09:15:13.457
358	1	6,03	2018-06-07 09:15:14.300
359	3	2,54	2018-06-07 09:15:15.127
360	2	4,01	2018-06-07 09:15:16.487
361	1	5,94	2018-06-07 09:15:17.817
362	3	2,5	2018-06-07 09:15:18.900
363	2	3,94	2018-06-07 09:15:19.513
364	1	6,05	2018-06-07 09:15:21.357
365	2	3,88	2018-06-07 09:15:23.543
366	3	2,54	2018-06-07 09:15:23.670
367	1	5,92	2018-06-07 09:15:24.840
368	2	3,89	2018-06-07 09:15:25.573
369	3	2,61	2018-06-07 09:15:26.323
370	1	6,03	2018-06-07 09:15:28.377
371	2	3,96	2018-06-07 09:15:28.597
372	3	2,54	2018-06-07 09:15:30.037
373	2	3,98	2018-06-07 09:15:31.630
374	1	5,96	2018-06-07 09:15:31.910
375	3	2,58	2018-06-07 09:15:33.783
376	2	3,94	2018-06-07 09:15:34.690
377	1	6,07	2018-06-07 09:15:35.440
378	3	2,53	2018-06-07 09:15:37.503
379	2	3,92	2018-06-07 09:15:37.690
380	1	6,01	2018-06-07 09:15:39.003
381	2	3,94	2018-06-07 09:15:40.720
382	3	2,53	2018-06-07 09:15:41.283
383	1	6,03	2018-06-07 09:15:42.547
384	2	3,93	2018-06-07 09:15:43.750
385	3	-0,25	2018-06-07 09:15:44.987
386	1	5,94	2018-06-07 09:15:46.030
387	2	3,94	2018-06-07 09:15:46.780
388	3	2,53	2018-06-07 09:15:48.723
389	1	5,97	2018-06-07 09:15:49.550
390	2	3,98	2018-06-07 09:15:49.817
391	3	2,53	2018-06-07 09:15:52.470
392	2	3,95	2018-06-07 09:15:52.863
393	1	5,93	2018-06-07 09:15:53.067
394	2	3,94	2018-06-07 09:15:55.877
395	3	2,54	2018-06-07 09:15:56.207

396	1	6,26	2018-06-07 09:15:56.643
397	2	3,95	2018-06-07 09:15:58.907
398	3	2,53	2018-06-07 09:15:59.940
4252	1	7,75	2018-06-07 10:34:52.823
4253	1	7,78	2018-06-07 10:34:56.117
4254	1	7,55	2018-06-07 10:34:59.640
4255	1	7,71	2018-06-07 10:35:03.163
4256	1	7,91	2018-06-07 10:35:06.790
4257	1	7,68	2018-06-07 10:35:10.250
4258	1	7,55	2018-06-07 10:35:13.770
4259	1	7,62	2018-06-07 10:35:17.313
4260	1	7,65	2018-06-07 10:35:20.810
4261	1	7,6	2018-06-07 10:35:24.367
4262	1	7,61	2018-06-07 10:35:27.867
4263	1	7,67	2018-06-07 10:35:31.420
4264	1	7,82	2018-06-07 10:35:34.913
4265	1	7,67	2018-06-07 10:35:38.483
4266	1	7,65	2018-06-07 10:35:42.003
4267	1	8,03	2018-06-07 10:35:47.513
4268	1	8,01	2018-06-07 10:35:49.037
4269	1	7,96	2018-06-07 10:35:52.600
4270	1	7,96	2018-06-07 10:35:56.110
4271	1	8,06	2018-06-07 10:35:59.643
4272	1	8,14	2018-06-07 10:36:03.160
4273	1	7,88	2018-06-07 10:36:06.703
4274	2	8,23	2018-06-07 10:36:08.157
4275	1	7,97	2018-06-07 10:36:10.207
4276	2	8,28	2018-06-07 10:36:11.060
4277	1	7,94	2018-06-07 10:36:13.730
4278	2	8,1	2018-06-07 10:36:14.100
4279	2	8,15	2018-06-07 10:36:17.113
4280	1	7,9	2018-06-07 10:36:17.297
4281	2	8,25	2018-06-07 10:36:20.127
4282	1	7,86	2018-06-07 10:36:20.790
4283	2	8,2	2018-06-07 10:36:23.160
4284	1	7,97	2018-06-07 10:36:24.330
4285	2	8,2	2018-06-07 10:36:26.200
4286	1	7,96	2018-06-07 10:36:27.890
4287	2	8,23	2018-06-07 10:36:29.230
4288	1	8,06	2018-06-07 10:36:31.373
4289	2	8,23	2018-06-07 10:36:32.273
4290	1	7,88	2018-06-07 10:36:34.900
4291	2	8,15	2018-06-07 10:36:35.280
4292	2	8,3	2018-06-07 10:36:38.320
4293	1	8,06	2018-06-07 10:36:38.420
4294	2	8,2	2018-06-07 10:36:41.350
4295	1	7,94	2018-06-07 10:36:41.957
4296	2	8,23	2018-06-07 10:36:44.400
4297	1	7,96	2018-06-07 10:36:45.513
4298	2	8,31	2018-06-07 10:36:47.427
4299	1	7,97	2018-06-07 10:36:48.993
4300	2	8,18	2018-06-07 10:36:50.447
4301	1	7,98	2018-06-07 10:36:52.527
4302	2	8,24	2018-06-07 10:36:53.497
4303	3	4,42	2018-06-07 10:36:54.950
4304	1	8,03	2018-06-07 10:36:56.083
4305	2	8,23	2018-06-07 10:36:56.500
4306	2	8,26	2018-06-07 10:36:59.527
4307	1	8,02	2018-06-07 10:36:59.607
4308	3	4,39	2018-06-07 10:37:00.370
4309	2	8,28	2018-06-07 10:37:02.577

4310	1	8,04	2018-06-07 10:37:03.150
4311	1	7,9	2018-06-07 10:37:06.763
4312	2	8,19	2018-06-07 10:37:06.820
4313	2	8,26	2018-06-07 10:37:08.647
4314	3	4,39	2018-06-07 10:37:09.067
4315	3	4,34	2018-06-07 10:37:09.393
4316	1	7,98	2018-06-07 10:37:10.213
4317	2	8,2	2018-06-07 10:37:11.783
4318	1	7,97	2018-06-07 10:37:13.783
4319	2	8,21	2018-06-07 10:37:14.700
4320	1	7,97	2018-06-07 10:37:17.430
4321	2	8,15	2018-06-07 10:37:17.777
4322	1	0,29	2018-06-07 10:37:20.780
4323	2	8,18	2018-06-07 10:37:22.343
4324	2	8,17	2018-06-07 10:37:23.877
4325	1	7,93	2018-06-07 10:37:24.313
4326	3	0,38	2018-06-07 10:37:25.140
4327	3	4,09	2018-06-07 10:37:25.217
4328	2	8,12	2018-06-07 10:37:27.843
4329	1	7,95	2018-06-07 10:37:27.910
4330	2	8,17	2018-06-07 10:37:29.973
4331	3	4,05	2018-06-07 10:37:30.020
4332	1	7,98	2018-06-07 10:37:31.347
4333	2	8,15	2018-06-07 10:37:32.893
4334	1	7,86	2018-06-07 10:37:34.910
4335	2	8,2	2018-06-07 10:37:36.693
4336	1	8	2018-06-07 10:37:38.447
4337	2	8,12	2018-06-07 10:37:39.113
4338	3	4,02	2018-06-07 10:37:39.880
4339	3	4,97	2018-06-07 10:37:40.097
4340	2	8,16	2018-06-07 10:37:41.993
4341	1	7,96	2018-06-07 10:37:42.040
4342	3	4,07	2018-06-07 10:37:43.030
4343	2	8,18	2018-06-07 10:37:45.007
4344	1	8,03	2018-06-07 10:37:45.553
4345	3	4,97	2018-06-07 10:37:46.703
4346	2	8,14	2018-06-07 10:37:48.167
4347	1	7,96	2018-06-07 10:37:49.000
4348	2	8,18	2018-06-07 10:37:51.830
4349	3	4,03	2018-06-07 10:37:52.247
4350	1	7,93	2018-06-07 10:37:52.560
4351	2	8,19	2018-06-07 10:37:54.083
4352	3	4,03	2018-06-07 10:37:56.060
4353	1	8,05	2018-06-07 10:37:56.110
4354	3	4,03	2018-06-07 10:37:58.097
4355	2	8,25	2018-06-07 10:37:58.270
4356	1	8,06	2018-06-07 10:37:59.720
4357	2	8,22	2018-06-07 10:38:00.153
4358	3	4,02	2018-06-07 10:38:01.813
4359	1	7,87	2018-06-07 10:38:03.217
4360	2	8,18	2018-06-07 10:38:03.293
4361	3	4,02	2018-06-07 10:38:05.400
4362	2	8,22	2018-06-07 10:38:06.233
4363	1	7,77	2018-06-07 10:38:06.660
4364	3	4,03	2018-06-07 10:38:09.203
4365	2	8,2	2018-06-07 10:38:09.243
4366	1	7,97	2018-06-07 10:38:12.217
4367	2	8,13	2018-06-07 10:38:12.290
4368	3	4,06	2018-06-07 10:38:13.033
4369	1	7,83	2018-06-07 10:38:13.747
4370	2	8,16	2018-06-07 10:38:15.410

4371	3	3,98	2018-06-07 10:38:16.603
4372	1	7,97	2018-06-07 10:38:17.247
4373	2	8,18	2018-06-07 10:38:18.367
4374	1	7,88	2018-06-07 10:38:20.760
4375	2	8,15	2018-06-07 10:38:21.397
4376	2	8,16	2018-06-07 10:38:24.427
4377	1	7,93	2018-06-07 10:38:24.450
4378	2	8,2	2018-06-07 10:38:27.423
4379	1	7,92	2018-06-07 10:38:27.833
4380	3	4	2018-06-07 10:38:29.107
4381	3	4,83	2018-06-07 10:38:29.163
4382	2	8,16	2018-06-07 10:38:30.580
4383	1	8,05	2018-06-07 10:38:31.337
4384	3	3,96	2018-06-07 10:38:31.737
4385	2	8,1	2018-06-07 10:38:33.513
4386	1	7,85	2018-06-07 10:38:34.860
4387	3	4	2018-06-07 10:38:35.293
4388	2	8,11	2018-06-07 10:38:36.527
4389	1	7,86	2018-06-07 10:38:38.417
4390	3	3,96	2018-06-07 10:38:39.037
4391	2	8,17	2018-06-07 10:38:39.560
4392	1	7,83	2018-06-07 10:38:41.933
4393	2	8,07	2018-06-07 10:38:42.587
4394	3	3,95	2018-06-07 10:38:43.010
4395	1	7,97	2018-06-07 10:38:45.440
4396	2	8,13	2018-06-07 10:38:45.607
4397	3	3,91	2018-06-07 10:38:48.490
4398	2	8,05	2018-06-07 10:38:48.650
4399	1	7,88	2018-06-07 10:38:48.987
4400	3	3,91	2018-06-07 10:38:50.470
4401	2	8,07	2018-06-07 10:38:51.700
4402	1	7,87	2018-06-07 10:38:52.533
4403	3	4,1	2018-06-07 10:38:53.947
4404	2	8,1	2018-06-07 10:38:54.700
4405	1	7,84	2018-06-07 10:38:56.077
4406	3	3,88	2018-06-07 10:38:57.697
4407	2	8,18	2018-06-07 10:38:57.760
4408	1	7,75	2018-06-07 10:38:59.567
4409	2	8,1	2018-06-07 10:39:00.797
4410	3	3,88	2018-06-07 10:39:01.423
4411	1	7,77	2018-06-07 10:39:03.160
4412	2	8,07	2018-06-07 10:39:03.790
4413	3	3,89	2018-06-07 10:39:05.167
4414	1	7,94	2018-06-07 10:39:06.627
4415	2	8,02	2018-06-07 10:39:06.830
4416	3	3,89	2018-06-07 10:39:08.913
4417	2	8,08	2018-06-07 10:39:09.873
4418	1	7,86	2018-06-07 10:39:10.143
4419	3	3,89	2018-06-07 10:39:12.750
4420	2	8,12	2018-06-07 10:39:12.893
4421	1	7,75	2018-06-07 10:39:13.687
4422	2	8,1	2018-06-07 10:39:15.943
4423	3	3,89	2018-06-07 10:39:16.357
4424	1	7,86	2018-06-07 10:39:17.220
4425	2	8,06	2018-06-07 10:39:18.937
4426	3	3,89	2018-06-07 10:39:20.207
4427	1	7,79	2018-06-07 10:39:20.730
4428	2	8,13	2018-06-07 10:39:22.000
4429	3	3,89	2018-06-07 10:39:23.820
4430	1	7,89	2018-06-07 10:39:24.270
4431	2	8,09	2018-06-07 10:39:25.023

4432	3	3,86	2018-06-07 10:39:27.560
4433	1	7,79	2018-06-07 10:39:27.803
4434	2	8,02	2018-06-07 10:39:28.053
4435	2	8,13	2018-06-07 10:39:31.080
4436	3	3,84	2018-06-07 10:39:31.323
4437	1	7,88	2018-06-07 10:39:31.397
4438	2	8,2	2018-06-07 10:39:34.147
4439	1	7,79	2018-06-07 10:39:34.843
4440	3	4,77	2018-06-07 10:39:35.183
4441	2	8,22	2018-06-07 10:39:37.153
4442	1	7,84	2018-06-07 10:39:38.383
4443	3	3,8	2018-06-07 10:39:38.890
4444	2	8,14	2018-06-07 10:39:40.170
4445	1	7,81	2018-06-07 10:39:41.910
4446	2	8,1	2018-06-07 10:39:43.230
4447	3	3,8	2018-06-07 10:39:44.530
4448	1	7,95	2018-06-07 10:39:45.443
4449	2	8,15	2018-06-07 10:39:47.263
4450	3	3,86	2018-06-07 10:39:48.293
4451	1	7,83	2018-06-07 10:39:49.020
4452	2	8,09	2018-06-07 10:39:49.317
4453	3	3,82	2018-06-07 10:39:50.140
4454	2	8,17	2018-06-07 10:39:52.487
4455	1	7,87	2018-06-07 10:39:52.550
4456	2	8,04	2018-06-07 10:39:55.390
4457	3	4,34	2018-06-07 10:39:55.547
4458	1	7,87	2018-06-07 10:39:56.047
4459	3	4,19	2018-06-07 10:39:57.523
4460	2	8,07	2018-06-07 10:39:58.357
4461	1	7,78	2018-06-07 10:39:59.533
4462	3	4,71	2018-06-07 10:40:01.183
5376	2	8,13	2018-06-07 11:00:01.637
5377	1	8,07	2018-06-07 11:00:02.830
5378	2	8,05	2018-06-07 11:00:04.657
5379	1	8,12	2018-06-07 11:00:06.367
5380	2	8,24	2018-06-07 11:00:07.713
5381	1	8,01	2018-06-07 11:00:09.863
5382	2	7,98	2018-06-07 11:00:10.753
5383	1	8,15	2018-06-07 11:00:13.410
5384	2	8,02	2018-06-07 11:00:13.763
5385	2	7,95	2018-06-07 11:00:16.803
5386	1	8,03	2018-06-07 11:00:16.947
5387	2	8,13	2018-06-07 11:00:19.833
5388	1	8,11	2018-06-07 11:00:20.470
5389	2	8,05	2018-06-07 11:00:22.870
5390	1	8,07	2018-06-07 11:00:23.987
5391	2	8	2018-06-07 11:00:25.920
5392	1	8,09	2018-06-07 11:00:27.530
5393	2	8	2018-06-07 11:00:28.950
5394	1	8,07	2018-06-07 11:00:31.077
5395	2	7,94	2018-06-07 11:00:31.967
5396	1	8,13	2018-06-07 11:00:34.563
5397	2	7,93	2018-06-07 11:00:34.973
5398	2	8,17	2018-06-07 11:00:38.000
5399	1	8,09	2018-06-07 11:00:38.073
5400	2	8,1	2018-06-07 11:00:41.080
5401	1	8,06	2018-06-07 11:00:41.643
5402	2	8,27	2018-06-07 11:00:44.097
5403	1	8,13	2018-06-07 11:00:45.160
5404	2	7,98	2018-06-07 11:00:47.127
5405	1	8,23	2018-06-07 11:00:48.850

5406	2	7,93	2018-06-07 11:00:50.137
5407	1	8,06	2018-06-07 11:00:52.360
5408	2	7,91	2018-06-07 11:00:53.203
5409	1	8,01	2018-06-07 11:00:55.717
5410	2	7,93	2018-06-07 11:00:56.187
5411	2	7,9	2018-06-07 11:00:59.280
5412	1	8,11	2018-06-07 11:00:59.323
5413	2	8,02	2018-06-07 11:01:02.473
5414	1	8,04	2018-06-07 11:01:02.833
5415	2	8,09	2018-06-07 11:01:05.310
5416	1	8,11	2018-06-07 11:01:06.323
5417	2	8,02	2018-06-07 11:01:08.307
5418	1	8,1	2018-06-07 11:01:09.853
5419	2	8,03	2018-06-07 11:01:11.367
5420	1	8,12	2018-06-07 11:01:13.373
5421	2	7,95	2018-06-07 11:01:14.390
5422	1	8,1	2018-06-07 11:01:16.920
5423	2	7,95	2018-06-07 11:01:17.407
5424	2	7,96	2018-06-07 11:01:20.487
5425	1	8,13	2018-06-07 11:01:20.507
5426	2	7,88	2018-06-07 11:01:23.453
5427	1	8,1	2018-06-07 11:01:23.963
5428	2	7,93	2018-06-07 11:01:26.520
5429	1	8,24	2018-06-07 11:01:27.510
5430	2	8,11	2018-06-07 11:01:29.540
5431	1	8,1	2018-06-07 11:01:31.010
5432	2	8,04	2018-06-07 11:01:32.547
5433	1	8,11	2018-06-07 11:01:34.550
5434	2	8,15	2018-06-07 11:01:35.637
5435	1	8,13	2018-06-07 11:01:38.103
5436	2	8,01	2018-06-07 11:01:38.647
5437	1	8,2	2018-06-07 11:01:41.637
5438	2	8,07	2018-06-07 11:01:41.707
5439	2	8,06	2018-06-07 11:01:44.717
5440	1	8,26	2018-06-07 11:01:45.140
5441	2	7,94	2018-06-07 11:01:47.790
5442	1	8,27	2018-06-07 11:01:48.663
5443	2	8,04	2018-06-07 11:01:50.767
5444	1	8,18	2018-06-07 11:01:52.223
5445	2	7,92	2018-06-07 11:01:53.810
5446	1	8,1	2018-06-07 11:01:55.733
5447	2	8,1	2018-06-07 11:01:56.817
5448	1	8,13	2018-06-07 11:01:59.257
5449	2	7,99	2018-06-07 11:01:59.843
5450	1	8,1	2018-06-07 11:02:02.787
5451	2	8,03	2018-06-07 11:02:02.910
5452	2	8,01	2018-06-07 11:02:05.933
5453	1	8,17	2018-06-07 11:02:06.300
5454	2	8,02	2018-06-07 11:02:08.950
5455	1	8,07	2018-06-07 11:02:09.867
5456	2	7,68	2018-06-07 11:02:11.997
5457	1	8,11	2018-06-07 11:02:13.390
5458	2	7,78	2018-06-07 11:02:15.003
5459	1	8,03	2018-06-07 11:02:16.903
5460	2	7,92	2018-06-07 11:02:18.060
5461	1	8,1	2018-06-07 11:02:20.433
5462	2	7,93	2018-06-07 11:02:21.050
5463	1	8,09	2018-06-07 11:02:23.980
5464	2	7,91	2018-06-07 11:02:24.073
5465	2	7,98	2018-06-07 11:02:27.133
5466	1	8,04	2018-06-07 11:02:27.507

5467	2	7,95	2018-06-07 11:02:30.120
5468	1	8,09	2018-06-07 11:02:31.030
5469	2	8	2018-06-07 11:02:33.233
5470	1	8,06	2018-06-07 11:02:34.567
5471	2	7,98	2018-06-07 11:02:36.217
5472	1	8,03	2018-06-07 11:02:38.080
5473	2	7,85	2018-06-07 11:02:39.243
5474	1	8,15	2018-06-07 11:02:41.617
5475	2	7,83	2018-06-07 11:02:42.287
5476	1	8,17	2018-06-07 11:02:45.133
5477	2	7,83	2018-06-07 11:02:45.320
5478	2	7,86	2018-06-07 11:02:48.323
5479	1	8,23	2018-06-07 11:02:48.683
5480	2	7,8	2018-06-07 11:02:51.363
5481	1	8,02	2018-06-07 11:02:52.190
5482	2	7,79	2018-06-07 11:02:54.407
5483	1	7,94	2018-06-07 11:02:55.703
5484	2	7,85	2018-06-07 11:02:57.420
5485	1	7,97	2018-06-07 11:02:59.257
5486	2	7,73	2018-06-07 11:03:00.537
5487	1	7,92	2018-06-07 11:03:02.807
5488	2	7,69	2018-06-07 11:03:03.537
5489	1	8	2018-06-07 11:03:06.323
5490	2	7,78	2018-06-07 11:03:06.560
5491	2	7,85	2018-06-07 11:03:09.583
5492	1	7,99	2018-06-07 11:03:09.857
5493	2	7,75	2018-06-07 11:03:12.580
5494	1	8,1	2018-06-07 11:03:13.357
5495	2	7,77	2018-06-07 11:03:15.647
5496	1	7,99	2018-06-07 11:03:16.900
5497	2	7,79	2018-06-07 11:03:19.443
5498	1	8,07	2018-06-07 11:03:20.403
5499	2	7,78	2018-06-07 11:03:21.690
5500	1	7,99	2018-06-07 11:03:23.930
5501	2	7,76	2018-06-07 11:03:24.697
5502	1	8,16	2018-06-07 11:03:27.453
5503	2	7,84	2018-06-07 11:03:27.803
5504	2	7,84	2018-06-07 11:03:30.790
5505	1	8,09	2018-06-07 11:03:31.017
5506	2	7,84	2018-06-07 11:03:33.803
5507	1	8,07	2018-06-07 11:03:34.523
5508	2	7,78	2018-06-07 11:03:36.887
5509	1	8,13	2018-06-07 11:03:38.053
5510	2	7,86	2018-06-07 11:03:39.870
5511	1	8,11	2018-06-07 11:03:41.587
5512	2	7,85	2018-06-07 11:03:42.977
5513	1	8,15	2018-06-07 11:03:45.140
5514	2	7,79	2018-06-07 11:03:45.967
5515	1	8,18	2018-06-07 11:03:48.647
5516	2	7,77	2018-06-07 11:03:49.057
5517	2	7,75	2018-06-07 11:03:52.013
5518	1	8,04	2018-06-07 11:03:52.183
5519	2	7,75	2018-06-07 11:03:55.240
5520	1	7,97	2018-06-07 11:03:55.683
5521	2	7,85	2018-06-07 11:03:58.073
5522	1	8,1	2018-06-07 11:03:59.240
5523	2	7,83	2018-06-07 11:04:01.080
5524	1	8,07	2018-06-07 11:04:02.793
5525	2	7,77	2018-06-07 11:04:04.110
5526	1	8,07	2018-06-07 11:04:06.290
5527	2	7,72	2018-06-07 11:04:07.130

5528	1	8,07	2018-06-07 11:04:09.783
5529	2	7,73	2018-06-07 11:04:10.187
5530	2	7,73	2018-06-07 11:04:13.207
5531	1	8,12	2018-06-07 11:04:13.347
5532	2	7,82	2018-06-07 11:04:16.250
5533	1	8,03	2018-06-07 11:04:16.900
5534	2	7,78	2018-06-07 11:04:19.270
5535	1	8,1	2018-06-07 11:04:20.413
5536	2	7,89	2018-06-07 11:04:22.453
5537	1	8,05	2018-06-07 11:04:23.940
5538	2	7,78	2018-06-07 11:04:25.327
5539	1	8,02	2018-06-07 11:04:27.467
5540	2	7,77	2018-06-07 11:04:28.363
5541	1	8,03	2018-06-07 11:04:30.990
5542	2	7,76	2018-06-07 11:04:31.393
5543	2	7,77	2018-06-07 11:04:34.433
5544	1	8,06	2018-06-07 11:04:34.497
5545	2	7,7	2018-06-07 11:04:37.460
5546	1	8,01	2018-06-07 11:04:38.050
5547	2	7,66	2018-06-07 11:04:40.500
5548	1	8,08	2018-06-07 11:04:41.587
5549	2	7,65	2018-06-07 11:04:43.500
5550	1	8,04	2018-06-07 11:04:45.110
5551	2	7,79	2018-06-07 11:04:46.543
5552	1	8,22	2018-06-07 11:04:48.650
5553	2	7,66	2018-06-07 11:04:51.373
5554	1	8,15	2018-06-07 11:04:52.173
5555	2	7,74	2018-06-07 11:04:52.640
5556	2	7,78	2018-06-07 11:04:55.710
5557	1	7,96	2018-06-07 11:04:55.750
5558	1	8,04	2018-06-07 11:04:59.247
5559	2	7,68	2018-06-07 11:04:59.453
5560	2	7,68	2018-06-07 11:05:01.873
5561	1	7,96	2018-06-07 11:05:02.773
5562	2	7,66	2018-06-07 11:05:04.713
5563	1	8,02	2018-06-07 11:05:06.267
5564	2	7,63	2018-06-07 11:05:07.757
5565	1	7,88	2018-06-07 11:05:09.813
5566	2	7,56	2018-06-07 11:05:10.780
5567	1	7,95	2018-06-07 11:05:13.520
5568	2	7,6	2018-06-07 11:05:13.840
5569	2	7,67	2018-06-07 11:05:16.880
5570	1	7,92	2018-06-07 11:05:16.923
5571	2	7,63	2018-06-07 11:05:19.903
5572	1	7,95	2018-06-07 11:05:20.367
6015	1	8,32	2018-06-07 11:30:01.707
6016	2	7,78	2018-06-07 11:30:02.950
6017	2	7,93	2018-06-07 11:30:04.600
6018	1	8,41	2018-06-07 11:30:05.240
6019	2	7,83	2018-06-07 11:30:07.623
6020	1	8,32	2018-06-07 11:30:08.760
6021	2	7,73	2018-06-07 11:30:10.700
6022	1	8,42	2018-06-07 11:30:12.370
6023	2	7,75	2018-06-07 11:30:13.677
6024	1	8,32	2018-06-07 11:30:15.800
6025	2	7,72	2018-06-07 11:30:16.687
6026	1	8,38	2018-06-07 11:30:19.337
6027	2	7,76	2018-06-07 11:30:19.747
6028	2	7,76	2018-06-07 11:30:22.760
6029	1	8,36	2018-06-07 11:30:22.853
6030	2	7,76	2018-06-07 11:30:25.807

6031	1	8,4	2018-06-07 11:30:26.403
6032	2	7,71	2018-06-07 11:30:28.877
6073	1	7,1	2018-06-07 12:10:03.210
6074	2	4,78	2018-06-07 12:10:04.757
6075	1	6,96	2018-06-07 12:10:06.737
6076	2	4,75	2018-06-07 12:10:07.880
6077	1	7,09	2018-06-07 12:10:10.313
6078	2	4,77	2018-06-07 12:10:10.890
6079	1	7,18	2018-06-07 12:10:13.997
6080	2	4,78	2018-06-07 12:10:14.083
6081	2	4,77	2018-06-07 12:10:16.860
6082	1	7,12	2018-06-07 12:10:17.310
6083	2	4,77	2018-06-07 12:10:19.913
6084	1	6,96	2018-06-07 12:10:20.850
6085	2	4,82	2018-06-07 12:10:22.913
6086	1	7,05	2018-06-07 12:10:24.370
6087	2	4,75	2018-06-07 12:10:25.957
6088	1	6,92	2018-06-07 12:10:27.917
6089	2	4,48	2018-06-07 12:10:29.107
6090	1	6,99	2018-06-07 12:10:31.440
6091	2	0,83	2018-06-07 12:10:32.010
6092	1	0,91	2018-06-07 12:10:34.963
6093	2	4,7	2018-06-07 12:10:35.110
6094	2	4,77	2018-06-07 12:10:38.083
6095	1	6,96	2018-06-07 12:10:38.493
6096	2	4,83	2018-06-07 12:10:41.160
6097	1	6,93	2018-06-07 12:10:42.030
6098	2	4,62	2018-06-07 12:10:44.140
6099	1	6,83	2018-06-07 12:10:45.537
6100	2	4,77	2018-06-07 12:10:47.167
6101	1	7,07	2018-06-07 12:10:49.080
6102	2	4,79	2018-06-07 12:10:50.233
6103	1	6,92	2018-06-07 12:10:52.600
6104	2	4,84	2018-06-07 12:10:53.217
6105	1	7,1	2018-06-07 12:10:56.147
6106	2	4,8	2018-06-07 12:10:56.260
6107	2	4,81	2018-06-07 12:10:59.290
6639	2	5,77	2018-06-07 12:43:03.253
6640	1	5,9	2018-06-07 12:43:05.480
6641	2	5,83	2018-06-07 12:43:06.283
6642	1	5,94	2018-06-07 12:43:09.027
6643	2	5,7	2018-06-07 12:43:09.350
6644	2	5,83	2018-06-07 12:43:12.380
6645	1	5,87	2018-06-07 12:43:12.537
6646	2	5,74	2018-06-07 12:43:15.373
6647	1	5,96	2018-06-07 12:43:16.060
6648	2	5,77	2018-06-07 12:43:18.417
6649	1	5,91	2018-06-07 12:43:19.593
6650	2	5,74	2018-06-07 12:43:21.467
6651	1	5,92	2018-06-07 12:43:23.120
6652	2	5,74	2018-06-07 12:43:24.460
6653	1	5,98	2018-06-07 12:43:26.640
6654	2	5,68	2018-06-07 12:43:27.507
6655	1	5,96	2018-06-07 12:43:30.210
6656	2	5,7	2018-06-07 12:43:30.540
6657	2	5,76	2018-06-07 12:43:33.587
6658	1	5,92	2018-06-07 12:43:33.733
6659	2	5,78	2018-06-07 12:43:36.610
6660	1	5,89	2018-06-07 12:43:37.250
6661	2	5,7	2018-06-07 12:43:39.650
6662	1	5,91	2018-06-07 12:43:40.790

6663	2	5,74	2018-06-07 12:43:42.680
6664	1	5,88	2018-06-07 12:43:44.310
6665	2	5,74	2018-06-07 12:43:45.680
6666	1	5,96	2018-06-07 12:43:47.830
6667	2	5,74	2018-06-07 12:43:48.747
6668	1	6,03	2018-06-07 12:43:51.377
6669	2	5,9	2018-06-07 12:43:51.797
6670	2	5,88	2018-06-07 12:43:54.817
6671	1	6,11	2018-06-07 12:43:54.913
6672	2	5,85	2018-06-07 12:43:57.830
6673	1	6,12	2018-06-07 12:43:58.550
6674	2	5,9	2018-06-07 12:44:00.840
6675	1	6,14	2018-06-07 12:44:02.050
6676	2	5,92	2018-06-07 12:44:03.877
6677	1	6,19	2018-06-07 12:44:05.490
6678	2	5,97	2018-06-07 12:44:06.933
6679	1	6,16	2018-06-07 12:44:09.127
6680	2	5,88	2018-06-07 12:44:09.930
6681	1	6,11	2018-06-07 12:44:12.597
6682	2	6,01	2018-06-07 12:44:12.960
6683	2	5,92	2018-06-07 12:44:16.033
6684	1	6,12	2018-06-07 12:44:16.100
6685	2	5,97	2018-06-07 12:44:19.090
6686	1	6,11	2018-06-07 12:44:19.597
6687	2	5,86	2018-06-07 12:44:22.160
6688	1	6,18	2018-06-07 12:44:23.150
6689	2	5,95	2018-06-07 12:44:25.137
6690	1	6,11	2018-06-07 12:44:26.650
6691	2	5,9	2018-06-07 12:44:28.257
6692	1	6,26	2018-06-07 12:44:30.193
6693	2	5,95	2018-06-07 12:44:31.190
6694	1	6,14	2018-06-07 12:44:33.830
6695	2	5,9	2018-06-07 12:44:34.183
6696	2	5,84	2018-06-07 12:44:37.237
6697	1	6,12	2018-06-07 12:44:37.287
6698	2	5,93	2018-06-07 12:44:40.287
6699	1	6,11	2018-06-07 12:44:40.853
6700	2	5,84	2018-06-07 12:44:43.280
6701	1	6,2	2018-06-07 12:44:44.363
6702	2	5,88	2018-06-07 12:44:46.320
6703	1	6,12	2018-06-07 12:44:47.820
6704	2	5,93	2018-06-07 12:44:49.400
6705	1	6,2	2018-06-07 12:44:51.463
6706	2	5,93	2018-06-07 12:44:52.370
6707	2	5,93	2018-06-07 12:44:55.410
6708	2	5,84	2018-06-07 12:44:58.430
6709	1	6,09	2018-06-07 12:44:59.107
6710	1	6,05	2018-06-07 12:44:59.237
6711	2	5,9	2018-06-07 12:45:01.470
6712	1	6,19	2018-06-07 12:45:02.000
7260	2	5,6	2018-06-07 13:00:01.630
7261	1	6,01	2018-06-07 13:00:01.690
7262	2	5,52	2018-06-07 13:00:04.670
7263	1	6,12	2018-06-07 13:00:05.200
7264	2	5,58	2018-06-07 13:00:07.680
7265	1	6,07	2018-06-07 13:00:08.760
7266	2	5,49	2018-06-07 13:00:10.780
7267	1	6,05	2018-06-07 13:00:12.273
7268	2	5,51	2018-06-07 13:00:13.747
7269	1	6,03	2018-06-07 13:00:15.830
7270	2	5,63	2018-06-07 13:00:16.780

7271	1	6,1	2018-06-07 13:00:19.333
7272	2	5,66	2018-06-07 13:00:19.827
7273	2	5,49	2018-06-07 13:00:22.847
7274	1	6,11	2018-06-07 13:00:22.877
7275	2	5,63	2018-06-07 13:00:25.867
7276	1	6,1	2018-06-07 13:00:26.400
7277	2	5,56	2018-06-07 13:00:28.890
8350	1	5,36	2018-06-07 13:30:00.407
8351	3	7,11	2018-06-07 13:30:00.470
8352	2	8,33	2018-06-07 13:30:00.690
8353	2	8,34	2018-06-07 13:30:03.707
8354	1	5,17	2018-06-07 13:30:03.930
8355	3	7,11	2018-06-07 13:30:05.963
8356	2	8,4	2018-06-07 13:30:06.733
8357	1	5,34	2018-06-07 13:30:07.470
8358	2	8,31	2018-06-07 13:30:09.777
8359	1	6,55	2018-06-07 13:30:10.993
8360	3	7,08	2018-06-07 13:30:11.777
8361	2	8,31	2018-06-07 13:30:12.800
8362	3	7,1	2018-06-07 13:30:13.617
8363	1	5,38	2018-06-07 13:30:14.513
8364	2	8,4	2018-06-07 13:30:15.800
8365	1	5,63	2018-06-07 13:30:18.050
8366	2	8,29	2018-06-07 13:30:18.867
8367	3	7,08	2018-06-07 13:30:21.057
8368	1	5,49	2018-06-07 13:30:21.577
8369	2	8,36	2018-06-07 13:30:21.897
8370	3	7,13	2018-06-07 13:30:23.160
8371	2	8,32	2018-06-07 13:30:24.920
8372	1	5,56	2018-06-07 13:30:25.113
8510	3	2,78	2018-06-07 13:33:16.570
8511	2	3,64	2018-06-07 13:33:17.700
8512	1	2,3	2018-06-07 13:33:18.023
8513	2	4,39	2018-06-07 13:33:20.720
8514	1	3,03	2018-06-07 13:33:21.557
8515	2	5,36	2018-06-07 13:33:23.770
8516	3	3,47	2018-06-07 13:33:23.977
8517	3	4,46	2018-06-07 13:33:24.267
8518	1	3,71	2018-06-07 13:33:25.083
8519	2	6,04	2018-06-07 13:33:26.797
8520	3	5,2	2018-06-07 13:33:27.950
8521	1	3,95	2018-06-07 13:33:28.623
8522	2	6,8	2018-06-07 13:33:29.840
8523	3	6,56	2018-06-07 13:33:31.700
8524	1	4,84	2018-06-07 13:33:32.140
8525	2	7,62	2018-06-07 13:33:32.860
8526	3	6,89	2018-06-07 13:33:35.457
8527	1	5,13	2018-06-07 13:33:35.673
8528	2	8,28	2018-06-07 13:33:35.887
8529	2	8,5	2018-06-07 13:33:38.930
8530	1	5,67	2018-06-07 13:33:39.170
8531	2	8,51	2018-06-07 13:33:41.957
8532	1	5,31	2018-06-07 13:33:42.700
8533	3	7,24	2018-06-07 13:33:44.517
8534	2	8,63	2018-06-07 13:33:44.983
8535	1	5,6	2018-06-07 13:33:46.260
8536	2	8,53	2018-06-07 13:33:48.023
8981	3	5,29	2018-06-07 14:05:31.853
8982	3	5,28	2018-06-07 14:05:33.760
8983	2	8,24	2018-06-07 14:05:34.533
8984	1	6,87	2018-06-07 14:05:35.160

8985	3	5,29	2018-06-07 14:05:35.837
8986	2	8,3	2018-06-07 14:05:37.533
8987	1	6,64	2018-06-07 14:05:38.670
8988	2	8,32	2018-06-07 14:05:40.560
8989	1	6,97	2018-06-07 14:05:42.200
8990	2	8,31	2018-06-07 14:05:43.600
8991	1	6,76	2018-06-07 14:06:10.487
8992	2	8,11	2018-06-07 14:06:10.867
8993	2	7,84	2018-06-07 14:06:13.950
8994	1	6,65	2018-06-07 14:06:13.953
8995	2	7,75	2018-06-07 14:06:16.937
8996	1	6,47	2018-06-07 14:06:17.503
8997	3	4,96	2018-06-07 14:06:19.963
8998	2	7,22	2018-06-07 14:06:19.993
8999	1	5,56	2018-06-07 14:06:21.013
9000	2	5,63	2018-06-07 14:06:23.030
9001	1	3,69	2018-06-07 14:06:24.540
9002	2	3,93	2018-06-07 14:06:26.057
9003	1	2,49	2018-06-07 14:06:28.087
10003	2	7,64	2018-06-07 14:30:01.447
10004	1	5,09	2018-06-07 14:30:02.903
10005	3	4,82	2018-06-07 14:30:04.170
10006	2	7,6	2018-06-07 14:30:04.473
10007	1	5,13	2018-06-07 14:30:06.420
10008	2	7,65	2018-06-07 14:30:07.513
10009	1	5,08	2018-06-07 14:30:09.980
10010	2	7,65	2018-06-07 14:30:10.540
10011	1	4,83	2018-06-07 14:30:13.497
10012	2	7,76	2018-06-07 14:30:13.570
10013	2	7,72	2018-06-07 14:30:16.600
10014	1	5,06	2018-06-07 14:30:17.023
10015	2	7,88	2018-06-07 14:30:19.637
10016	1	4,94	2018-06-07 14:30:20.547
10017	2	7,87	2018-06-07 14:30:22.667
10018	1	5,27	2018-06-07 14:30:24.093
10019	2	7,94	2018-06-07 14:30:25.740
10020	1	5,04	2018-06-07 14:30:27.613
10021	2	8	2018-06-07 14:30:28.757
10022	1	5,29	2018-06-07 14:30:31.130
10023	2	7,97	2018-06-07 14:30:31.757
10024	3	4,92	2018-06-07 14:30:34.663
10025	3	4,99	2018-06-07 14:30:34.710
10026	1	5,04	2018-06-07 14:30:34.717
10027	2	8,11	2018-06-07 14:30:34.780
10028	2	8,13	2018-06-07 14:30:37.827
10029	1	5,36	2018-06-07 14:30:38.190
10030	2	8,2	2018-06-07 14:30:40.860
10031	1	5,11	2018-06-07 14:30:41.743
11294	2	7,04	2018-06-07 15:00:11.227
11295	1	3,72	2018-06-07 15:00:13.337
11296	3	4,11	2018-06-07 15:00:14.010
11297	2	6,95	2018-06-07 15:00:14.253
11298	1	3,6	2018-06-07 15:00:16.860
11299	2	7,1	2018-06-07 15:00:17.297
11300	3	4,15	2018-06-07 15:00:19.600
11301	2	6,95	2018-06-07 15:00:20.320
11302	1	3,85	2018-06-07 15:00:20.387
11303	2	7,01	2018-06-07 15:00:23.337
11304	1	3,6	2018-06-07 15:00:23.910
11305	3	4,13	2018-06-07 15:00:25.237
11306	2	6,95	2018-06-07 15:00:26.387

11307	1	3,78	2018-06-07 15:00:27.443
11308	3	4,13	2018-06-07 15:00:29.003
11309	2	7,06	2018-06-07 15:00:29.413
11310	1	3,6	2018-06-07 15:00:30.973
11311	3	4,15	2018-06-07 15:00:31.160
11312	2	6,96	2018-06-07 15:00:32.440
12217	2	6,15	2018-06-07 15:30:11.427
12218	1	3,23	2018-06-07 15:30:12.557
12219	2	6,13	2018-06-07 15:30:14.453
12220	1	3,43	2018-06-07 15:30:16.097
12221	2	6,16	2018-06-07 15:30:17.483
12222	1	3,23	2018-06-07 15:30:19.643
12223	2	6,19	2018-06-07 15:30:20.500
12224	1	3,43	2018-06-07 15:30:23.167
12225	2	6,19	2018-06-07 15:30:23.523
12226	2	6,21	2018-06-07 15:30:26.553
12227	1	3,21	2018-06-07 15:30:26.700
12228	2	6,19	2018-06-07 15:30:29.593
12229	1	3,38	2018-06-07 15:30:30.200
12230	3	3,72	2018-06-07 15:30:32.600
12231	3	3,76	2018-06-07 15:30:32.640
12232	2	6,17	2018-06-07 15:30:32.670
12233	1	3,23	2018-06-07 15:30:33.740
12234	2	6,16	2018-06-07 15:30:35.643
12235	1	4,13	2018-06-07 15:30:37.260
12236	3	3,71	2018-06-07 15:30:38.187
12237	2	6,17	2018-06-07 15:30:38.683
12238	1	3,21	2018-06-07 15:30:40.780
12239	2	6,15	2018-06-07 15:30:41.710
12240	1	3,41	2018-06-07 15:30:44.320
12241	2	6,13	2018-06-07 15:30:44.737
12242	2	6,15	2018-06-07 15:30:47.780
12243	1	3,23	2018-06-07 15:30:47.840
13264	1	0,64	2018-06-07 16:00:01.643
13265	2	1,01	2018-06-07 16:00:02.920
13266	1	1,17	2018-06-07 16:00:05.167
13267	2	1,01	2018-06-07 16:00:05.970
13268	1	0,59	2018-06-07 16:00:08.693
13269	2	0,98	2018-06-07 16:00:08.997
13270	2	1,02	2018-06-07 16:00:12.053
13271	1	0,67	2018-06-07 16:00:12.250
13272	2	0,95	2018-06-07 16:00:15.063
13273	1	0,44	2018-06-07 16:00:15.747
13274	2	0,97	2018-06-07 16:00:18.067
13275	1	0,6	2018-06-07 16:00:19.270
13276	2	1,01	2018-06-07 16:00:21.120
13277	1	0,44	2018-06-07 16:00:22.830
13278	2	0,98	2018-06-07 16:00:24.160
13279	1	0,59	2018-06-07 16:00:26.330
13280	2	0,92	2018-06-07 16:00:27.187
13281	1	1,13	2018-06-07 16:00:29.853
13282	2	0,99	2018-06-07 16:00:30.193
13283	2	1,03	2018-06-07 16:00:33.233
13284	1	0,61	2018-06-07 16:00:33.390
13562	2	4,74	2018-06-07 16:07:25.390
13563	1	3,05	2018-06-07 16:07:26.140
13564	3	2,9	2018-06-07 16:07:28.400
13565	3	3,19	2018-06-07 16:07:28.430
13566	2	4,77	2018-06-07 16:07:28.463
13567	1	3,04	2018-06-07 16:07:29.663
13568	2	4,83	2018-06-07 16:07:31.440

13569	1	3,04	2018-06-07 16:07:33.187
13570	2	4,87	2018-06-07 16:07:34.470
13571	1	2,82	2018-06-07 16:07:36.723
13572	2	4,79	2018-06-07 16:07:37.507
13573	1	3,01	2018-06-07 16:07:40.247
13574	2	4,78	2018-06-07 16:07:40.533
13575	3	2,92	2018-06-07 16:07:43.160
13576	2	4,69	2018-06-07 16:07:43.563
13577	1	2,8	2018-06-07 16:07:43.783
13578	3	2,93	2018-06-07 16:07:45.080
14515	2	0,63	2018-06-07 16:30:33.403
14516	1	0,14	2018-06-07 16:30:36.110
14517	2	0,64	2018-06-07 16:30:36.430
14518	2	0,69	2018-06-07 16:30:39.477
14519	1	0,28	2018-06-07 16:30:39.637
14520	2	0,72	2018-06-07 16:30:42.503
14521	1	0,24	2018-06-07 16:30:43.160
14522	2	0,66	2018-06-07 16:30:45.523
14523	1	0,1	2018-06-07 16:30:46.697
14524	2	0,58	2018-06-07 16:30:48.567
14525	1	0,85	2018-06-07 16:30:50.217
14526	2	0,72	2018-06-07 16:30:51.600
14527	1	0,09	2018-06-07 16:30:53.737
14528	2	0,66	2018-06-07 16:30:54.623
14529	1	0,25	2018-06-07 16:30:57.300
14530	2	0,57	2018-06-07 16:30:57.670
14531	2	0,6	2018-06-07 16:31:00.687
14532	1	0,1	2018-06-07 16:31:00.800
15705	1	0,14	2018-06-07 17:01:21.057
15706	2	0,72	2018-06-07 17:01:22.000
15707	1	0,19	2018-06-07 17:01:24.607
15708	2	0,66	2018-06-07 17:01:25.023
15709	2	0,66	2018-06-07 17:01:28.050
15710	1	0,2	2018-06-07 17:01:28.120
15711	2	0,64	2018-06-07 17:01:31.073
15712	1	0,15	2018-06-07 17:01:31.643
15713	2	0,64	2018-06-07 17:01:34.123
15714	1	0,22	2018-06-07 17:01:35.160
15715	2	0,78	2018-06-07 17:01:37.170
15716	3	0,27	2018-06-07 17:01:38.190
15717	3	0,24	2018-06-07 17:01:38.223
15718	1	0,02	2018-06-07 17:01:38.697
15719	2	0,66	2018-06-07 17:01:40.173
15720	1	0,2	2018-06-07 17:01:42.220
15721	2	0,54	2018-06-07 17:01:43.213
16786	1	0,59	2018-06-07 17:30:06.173
16787	2	0,47	2018-06-07 17:30:06.297
16788	2	0,47	2018-06-07 17:30:09.320
16789	1	-0,14	2018-06-07 17:30:09.680
16790	2	0,55	2018-06-07 17:30:12.367
16791	1	0,02	2018-06-07 17:30:13.193
16792	2	0,53	2018-06-07 17:30:15.383
16793	1	-0,1	2018-06-07 17:30:16.737
16794	2	0,51	2018-06-07 17:30:18.410
16795	1	-0,02	2018-06-07 17:30:20.257
16796	2	0,54	2018-06-07 17:30:21.437
16797	1	-0,07	2018-06-07 17:30:23.790
16798	2	0,53	2018-06-07 17:30:24.480
16799	1	0,02	2018-06-07 17:30:27.320
16800	2	0,52	2018-06-07 17:30:27.503
16801	2	0,58	2018-06-07 17:30:30.533

16802	1	-0,14	2018-06-07 17:30:30.867
16803	2	0,47	2018-06-07 17:30:33.577
16804	1	0,02	2018-06-07 17:30:34.373
16805	2	0,52	2018-06-07 17:30:36.600
16806	1	-0,1	2018-06-07 17:30:37.900
16807	2	0,56	2018-06-07 17:30:39.623
17920	2	0,25	2018-06-07 18:00:54.807
17921	1	-0,36	2018-06-07 18:00:54.823
17922	2	0,23	2018-06-07 18:00:57.867
17923	1	-0,2	2018-06-07 18:00:58.360
17924	2	0,39	2018-06-07 18:01:00.907
17925	1	-0,36	2018-06-07 18:01:01.913
17926	2	0,23	2018-06-07 18:01:03.900
17927	1	-0,21	2018-06-07 18:01:05.410
17928	2	0,24	2018-06-07 18:01:06.927
17929	1	-0,3	2018-06-07 18:01:08.950
17930	2	0,25	2018-06-07 18:01:09.950
17931	1	-0,17	2018-06-07 18:01:12.467
17932	2	0,24	2018-06-07 18:01:13.003
17933	1	-0,33	2018-06-07 18:01:16.020
17934	2	0,24	2018-06-07 18:01:16.070

