

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**



**TESIS**

**“Solución web con tecnología de red de sensores para el  
monitoreo de los parámetros básicos de la calidad del agua en  
el río Shilcayo”**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. Erick Napanga Paredes**

**ASESOR:**

**Ing. Mg. Juan Carlos García Castro**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**TARAPOTO - PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - T**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**“SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE  
SENSORES PARA EL MONITOREO DE LOS PARÁMETROS  
BÁSICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO  
SHILCAYO.”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

**Presentado por:**

**Bachiller : Erick Napanga Paredes**

**Asesor : Ing. Mg. Juan Carlos García Castro.**

  
Firma

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE JURADO:**

**Presidente : Ing. José Enrique Celis Escudero**

  
Firma

**Secretario : Ing. Mba. Miguel Ángel Valles Coral**

  
Firma

**Miembro : Lic. Edwin Augusto Hernández Torres**

  
Firma

## **Declaratoria de Autenticidad**

Yo, **Erick Napanga Paredes**, egresado de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Informática, de la Escuela profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, identificado con DNI N°71658258, con la Tesis titulada: **“SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES PARA EL MONITOREO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO SHILCAYO”**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. El trabajo de tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto.

Tarapoto, 12 de marzo del 2018.



**Erick Napanga Paredes**  
DNI N°71658258



**Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis**

**1. Datos del autor:**

Apellidos y nombres:	Napanga Paredes, Erick		
Código de alumno :	107116	Teléfono:	925962681
Correo electrónico :	ericks22551@gmail.com	DNI:	71658258

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

**2. Datos Académicos**

Facultad de:	Ingeniería de sistemas e Informática.
Escuela Profesional de:	Ingeniería de sistemas e Informática

**3. Tipo de trabajo de investigación**

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	( )
Trabajo de suficiencia profesional	( )		

**4. Datos del Trabajo de investigación**

Título:	Solución web con Tecnología de ord de Sensores para el monitoreo de los parámetros básicos de la calidad de la agua en el río Shilcayo.
Año de publicación:	2018

**5. Tipo de Acceso al documento**

Acceso público *	(X)	Embargo	( )
Acceso restringido **	( )		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:


**6. Originalidad del archivo digital.**

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

## 7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA".



.....  
Firma del Autor

---

## 8. Para ser llenado por la Biblioteca Central

Fecha de recepción del documento por el Sistema de Bibliotecas:

13, 03, 2018



.....  
Firma de Unidad de Biblioteca

**\*Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

**\*\* Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

## DEDICATORIA

### ***A mis padres Lelis y Antonio.***

*por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.*

### ***A mis maestros .***

*Ing. Juan Carlos García Castro por su gran apoyo y motivación para el desarrollo de esta investigación; al Ing. Pedro Antonio Gonzales Sánchez por su gran bondad de ayuda en el desarrollo de este proyecto, al Ing. Rubén Acosta Jacinto y la Ing. María Elena Huamani Crisostomo por brindarme su apoyo especial en su materia ampliando así mis conocimientos para poder desarrollar esta investigación.*

*Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.*

## AGRADECIMIENTO

*Este proyecto es la integración conjunta de esfuerzos. Por esto agradezco a todos los que hicieron posible su culminación.*

*Al Ing. **Juan Carlos García Castro** por su valioso asesoramiento de la presente investigación.*

*Al ing. **José Enrique Celis Escudero** por brindarme su amplio y valioso conocimiento que hizo que pueda seguir investigando.*

*Al Ing. Dr. **Rubén Acosta Jacinto** por la instrucción en su especialidad.*

*Al Lic. **Edwin Augusto Hernández Torres** por la instrucción en su especialidad.*

*Al Ing. **Pedro Antonio Gonzales Sánchez** por su gran bondad de ayuda en el desarrollo de este proyecto*

*A la ing. **María Elena Huamani Crisostomo** y el Blgo.Dr. **Froy Torres Delgado** quienes me brindaron conocimientos e información relevante y ayuda desinteresada.*

*A mi amigo, compañero **Freddy Soplopuco torres** y **Lenin Cabanillas Pardo** por su apoyo desinteresado en la investigación.*

*A todas aquellas personas que creyeron en mí.*

## RESUMEN

Siendo la monitorización de los parámetros básicos de la calidad del agua un problema trascendental escasa en nuestro país se decidió realizar una investigación que brinde la facilidad de obtener la información sensorial de las aguas del río Shilcayo en dos de sus puntos como área de estudio.

Identificado los parámetros básicos de la calidad del agua que utiliza la autoridad competente en el Perú se implementó un sistema de red de sensores con un sistema visual de monitoreo en tiempo real aumentando los ciclos de recolección de información y una latencia de su obtención eficiente y de calidad.

Tras haber recolectado información se procedió a su posterior análisis como resultado se mejoró el monitoreo en cuanto a la frecuencia y calidad de información. Los tiempos en procesar la información exacta y tenerla en facilidad de observarla en el sistema de monitoreo web fue muy eficaz respecto a lo que lleva realizando normalmente la autoridad competente llegando a oscilar entre 45 y 50 segundos de latencia en medir los parámetros básico de la calidad del agua. La cantidad de veces medidas se vió ampliado notoriamente.

El sistema recolectó información en donde recalca que en el sector Chontamuyo(Segundo punto de monitorización) la calidad del agua en sus parámetros básicos son de baja calidad donde el oxígeno disuelto es de 3.34 mg O<sub>2</sub>/L siendo una cifra alarmante.

Se determinó que el sistema funciona donde existe una conectividad media de telefonía móvil en GPRS para salvar la información en un repositorio web.

**PALABRAS CLAVE.** Sistema Web, monitoreo del agua, parámetros básicos del agua, red de sensores, microcontrolador, río, tiempo real.



## SUMMARY

Since the monitoring of the basic parameters of water quality is a transcendental problem in our country it was decided to carry out an investigation that provides the facility to obtain the sensorial information of the waters of the Shilcayo River in two of its points as study area.

Identified the basic parameters of the water quality used by the competent authority in Peru, a sensor network system was implemented with a visual monitoring system in real time, increasing the collection cycles of information collection and a latency of its efficient and quality.

After collecting information, it was subsequently analyzed, resulting in improved monitoring of the frequency and quality of information. The time to process the exact information and to have it easily observed in the web monitoring system was very effective compared to what is carried out normally by the competent authority, ranging from 45 to 50 seconds of latency in measuring the basic parameters of quality of the water. The number of times measured was notoriously increased.

The system collected information in which it emphasizes that in the Chontamuyo sector (second monitoring point) the water quality in its basic parameters are low quality where the dissolved oxygen is 3.34 mg O<sub>2</sub> / L, an alarming figure.

It was determined that the system works where there is a medium mobile phone connectivity in GPRS to save the information in a web repository.

**KEYWORDS.** Web system, water monitoring, basic water parameters, sensor network, microcontroller, river, real time.



# ÍNDICE

ÍNDICE .....	8
NOMENCLATURAS .....	10
INTRODUCCIÓN .....	12
CAPÍTULO I .....	13
<b>I. EL PROBLEMA .....</b>	<b>14</b>
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	14
1.2. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	15
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....	17
1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES: .....	19
1.5.1. Alcance.....	19
1.5.2. Limitaciones .....	19
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN: .....	20
2.2. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	21
2.2.1. Sistema.....	21
2.2.2. Sistema de Información .....	21
2.2.3. Monitorear .....	22
2.2.4. Sistematización.....	22
2.2.5. Red de sensores.....	22
2.2.6. Cuenca .....	23
2.2.7. ¿Qué es Arduino? .....	23
2.3. BASES TEÓRICAS .....	24
2.3.1. Red de sensores.....	24
2.3.2. Topologías de red sensores inalámbricos WSN.....	25
2.3.3. Aplicaciones de la red de sensores.....	26
2.3.4. ESTÁNDAR IEEE 1451.....	27
2.3.5. Fundamentación teórica de NODEJS .....	28
2.3.6. Fundamentación teórica de web service.....	32
2.3.7. Fundamentación teórica de diseño de software con arquitectura back-end y font-end .....	32
2.4. HIPÓTESIS.....	35
2.4.1. Hipótesis alterna H1:.....	35
2.4.2. Hipótesis nula H0:.....	35
2.5. SISTEMA DE VARIABLES .....	35
2.5.1. Variable Dependiente (Y) .....	35
2.5.2. Variable Independiente (X).....	35
2.6. ESCALA DE MEDICIÓN .....	35
2.7. OBJETIVOS.....	36
2.7.1. OBJETIVO GENERAL.....	36
2.7.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.....	36
2.7.2.1. Determinar los parámetros físicos y químicos básicos de la calidad del agua. ....	36

2.7.2.2.	<i>Construir e implementar la red de sensores para optimizar la medición los parámetros del agua.....</i>	<i>36</i>
2.7.2.3.	<i>Diseñar e implementar el sistema de información con el uso de tecnología nodeJS para la actualización de la información en tiempo real.....</i>	<i>36</i>
2.7.2.4.	<i>Comparar los resultados de la medición de los parámetros pH, temperatura y Oxígeno Disuelto recogida por el sistema de sensores con los resultados obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua.....</i>	<i>36</i>
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>.....</b>	<b>37</b>
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>.....</b>	<b>38</b>
3.1.	UNIVERSO Y MUESTRA .....	38
3.1.1.	<i>Universo.....</i>	<i>38</i>
3.1.2.	<i>Muestra.....</i>	<i>38</i>
3.2.	ÁMBITO GEOGRÁFICO .....	38
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	38
3.4.	PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS .....	40
3.4.1.	<i>PROCEDIMIENTOS .....</i>	<i>40</i>
3.4.2.	<i>TÉCNICAS.....</i>	<i>40</i>
3.5.	INSTRUMENTOS .....	41
3.5.1.	<i>Instrumentos de recolección de datos.....</i>	<i>41</i>
3.5.2.	<i>Instrumentos de procesamiento de datos.....</i>	<i>41</i>
3.6.	PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	41
<b>CAPÍTULO III</b>	<b>.....</b>	<b>44</b>
<b>IV. RESULTADOS</b>	<b>.....</b>	<b>45</b>
<b>V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS</b>	<b>.....</b>	<b>59</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>.....</b>	<b>61</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>.....</b>	<b>62</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES</b>	<b>.....</b>	<b>63</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>.....</b>	<b>64</b>
<b>IX. ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>66</b>

## NOMENCLATURAS

### a) Lista de cuadros.

<b>Tabla 01:</b> Resultado de mediciones de los parámetros básicos del agua en los puntos RShil1 y Rshil2 del Río Shilcayo en el periodo 2015.....	16
<b>Tabla 02:</b> Operacionalización de variables.....	35
<b>Tabla 03:</b> Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	40
<b>Tabla 04:</b> Instrumentos de recolección de datos .....	41
<b>Tabla 05:</b> media del subindicador “Número de medidas”.....	42
<b>Tabla 06:</b> media del subindicador “Frecuencia de resultados”.....	42
<b>Tabla 07:</b> media del subindicador “Nº Visitas Vs Nº de muestreo.....	43
<b>Tabla 08:</b> media del subindicador “latencia y Nº de peticiones / Nº solicitudes”.43	
<b>Tabla 09 :</b> resultados de la media aritmética y su desviación estándar de las medidas obtenidas de los parámetro básicos del agua a través de la red de sensores en el primer punto RSHIL1 .....	45
<b>Tabla 10 :</b> resultados de la media aritmética y su desviación estándar de las medidas obtenidas de los parámetros básicos del agua a través de la red de sensores en el punto RSHIL2 para tener en cuenta el grado de dispersión o variabilidad de las muestras .....	46
<b>Tabla 11:</b> comparativa entre valores censados por el sistema de red de sensores y los resultados de la Autoridad Nacional Del Agua .....	46
<b>Tabla 12:</b> Datos obtenidos de los parámetros básicos a través de la red de sensores en el primer un punto RSHIL1 .....	76
<b>Tabla 13:</b> Datos obtenidos de los parámetros básicos a través de la red de sensores en el segundo punto RSHIL2 .....	78

## **b)Lista de figuras.**

<b>Figura 01:</b> Diagrama de una red de sensores .....	25
<b>Figura 02:</b> Topologías de red de sensores inalámbricos(WSN) .....	26
<b>Figura 03:</b> Aplicaciones de la red de sensores .....	26
<b>Figura 04:</b> Arquitectura de Node.js.....	28
<b>Figura 05.</b> Representación de la funcionalidad de un Web Service .....	32
<b>Figura 06,07,08.</b> Diseño de la arquitectura backend y frontend en las páginas web .....	33
<b>Figura 09:</b> Representación del diseño de investigación .....	39
<b>Figura 10.</b> Esquema mínimo para dar funcionamiento al sistema electrónico..	48
<b>Figura 11:</b> Diseño electrónico del nodo sensor .....	49
<b>Figura 12:</b> Circuito impreso y desarrollado - nodo sensor .....	50
<b>Figura 13:</b> Diagrama de dominio para el sistema web .....	52
<b>Figura 14:</b> Diagrama de caso de uso de negocio .....	52
<b>Figura 15:</b> Diagrama de caso de uso de requerimientos del módulo de seguridad .....	53
<b>Figura 16:</b> Diagrama de caso de uso de requerimientos del módulo de monitoreo .....	54
<b>Figura 17:</b> Diagrama de caso de uso de requerimientos del módulo de reportes .....	54
<b>Figura 18:</b> Esquema de la base de datos para el sistema web .....	56
<b>Figura 19:</b> Sistema web de monitoreo .....	57
<b>Figura 20:</b> Interfaz de la configuración del rango de estabilidad .....	58
<b>Figura 21:</b> Monitoreo de lo parámetros básicos entre un rango de estabilidad.	58

## **c)Lista de siglas, abreviaturas y símbolos.**

ANA	:	Autoridad Nacional del Agua
RSHIL1	:	primer punto geográfico del río Shilcayo para muestras.
RSHIL2	:	segundo punto geográfico del río Shilcayo para muestras.
DCUR	:	diagrama de caso de uno de requerimiento

# INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los recursos más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo.

En el numeral 22 del artículo 2 de la constitución política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa.

El río Shilcayo es uno de los ríos principales de la ciudad de Tarapoto la cual ha dividido a la ciudad de Tarapoto y la banda de Shilcayo como lindero natural, dicha agua es utilizada para distintos usos desde el consumo humano, acciones antrópicas y regíos en los campos de siembra por cual motivo pretendí realizar una investigación analizando la calidad del agua de carácter automático e eficiente.

# **CAPÍTULO I**

## **I. EL PROBLEMA**

### **1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.**

El agua, es uno de los recursos más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo.

En el numeral 22 del artículo 2 de la constitución política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida, teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa.

La persona tiene derecho de gozar de un buen ambiente. Como el agua es necesidad, existe un límite permisible de parámetros físicos, químicos y biológicos que está descritos en Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

La autoridad encargada de los monitoreos de los parámetros del agua en los ríos del Perú es La Autoridad Nacional del Agua (ANA), del Ministerio de Agricultura y Riego, que de acuerdo a la Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos, es el ente rector y máxima autoridad técnico normativa del Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, el cual es parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. ANA(2017).

LA labor de la Autoridad Nacional del agua, es dirigir y ejecutar el manejo de los recursos hídricos a nivel de cuencas de gestión; se aprueban estudios y obras de aprovechamiento de agua; se otorga derechos de uso de agua y autorizaciones de reúso de aguas residuales tratadas y de ejecución de obras; se vigila el uso de las fuentes de agua y se supervisa el cumplimiento del pago de retribución económica. Además se realizan



estudios, inventarios, monitoreos y la gestión de riesgos en glaciares, lagunas y fuentes de aguas subterráneas. ANA(2017).

## **1.2. DEFINICIÓN DE LA PROBLEMÁTICA**

El río Shilcayo es uno de los ríos principales que atraviesa la ciudad de Tarapoto, específicamente divide los distrito de Tarapoto y La Banda de Shilcayo como lindero natural. El distrito de La Banda de Shilcayo tiene una población de 41,114 habitantes en constante crecimiento.

Uno de los factores de la contaminación de los ríos, es la irresponsabilidad del ser humano con actividades antrópicas que realiza; con la finalidad de suplir sus necesidades y ambiciones de tipo económico principalmente; cuyos desechos y efluentes generalmente son vertidos en los cauces de las aguas.

El río Shilcayo no es ajeno a este problema que es utilizado de diferentes maneras; pudiendo observarse tres zonas bien definidas: La primera, la parte alta del cauce donde la actividad humana es escasa y básicamente usada como fuente de agua potable para consumo de la población, después de su tratamiento por la empresa prestadora de servicios de agua y desagües EMAPA SAN MARTIN. La segunda zona comprende desde la captación hasta el asentamiento humano Villa Autónoma, siendo utilizada como zona recreativa y esparcimiento; donde muchos pobladores pasan su día de campo. La tercera zona poco estudiada es la que empieza después del puente de acceso a Villa Autónoma hasta la desembocadura en el río Cumbaza.

En el ámbito rural, debido al aumento demográfico de la población, muchas familias se vienen estableciéndose al margen del río, quienes construyen sus silos cerca de la ribera o simplemente vierten sus desagües directamente al río, usan el río para bañarse y lavar su ropa. Así mismo

existen granjas avícolas y otras que acumulan la cama de ave junto a la orilla cuyos lixiviados y desagües de las mismas son vertidos al río.

Según Terleira García Enrique. En su investigación: "Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la bocatoma y el asentamiento humano Villa Autónoma"(UNSM) planea el monitoreo con frecuencia de 2 veces por año una en tiempos de avenida o crecida del río y otra en tiempo de estiaje(caudal mínimo).En aquella investigación se determinó que se está ingiriendo agua con posible contaminación la cual atrae enfermedades del aparato digestivo como : diarrea, tifoidea, cólera, hasta meningitis, encefalitis, síndromes respiratorios y hepatitis. Los lapsos prolongados de muestreos también impide identificar; cuales son aquellos datos para futuros estudios con fines de investigación y actividades, que permitan notificar a las autoridades competentes con mayor frecuencia y precisión de los niveles de contaminación del río.

De la entrevista con el Blgo. Dr. Froy Torres Delgado, funcionario de la Autoridad Nacional del Agua sede Tarapoto, manifiesta que el monitoreo se realiza en forma esporádica con frecuencia de 1 o 2 veces por año. El problema del monitoreo está asociado al tema de presupuestos, ya que dichas mediciones están sujetos a validarse por un laboratorio certificadora de Lima, esto incrementa aún más el costo.

El presente cuadro describe las Mediciones de los parámetros básicos de la calidad del agua realizadas el 2015 en el Río Shilcayo.

**Tabla 01: Resultado de mediciones de los parámetros básicos del agua en los puntos RShil1 y Rshil2 del río Shilcayo en el periodo 2015.**

<b>Parámetros</b>	<b>Punto monitoreo</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>RShil1</b>	<b>RShil2</b>
Ph		Unidad de pH	8.13	6.98
Oxígeno disuelto		Mg O <sub>2</sub> /L	6.68	3.37
Temperatura		° Celsius	27.14	31.74
Conductividad Eléctrica		μs/cm	160.00	818.20

**El punto RShil1 representa Aguas arriba de la localidad villa autónoma-Tarapoto,**

**El punto RShil2 representa a Aguas abajo de la unión con el río Cumbaza.**

**Fuente : Autoridad Nacional Del Agua.**

### **1.3.FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

En base a lo antes enunciado el problema de investigación estaría enunciado del modo siguiente:

¿En qué medida el uso de la SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA RED DE SENSORES mejorará el MONITOREO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA en el río Shilcayo del distrito de la Banda de Shilcayo?.

### **1.4.JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA**

SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA RED DE SENSORES para el MONITOREO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA nos brindará información en tiempo real que será posible visualizar desde la oficina donde laboren, dando una facilidad de acceso a la información como también un registro histórico con frecuencia que ellos estimen conveniente ,todos estos procesos a un bajo costo, como también la información será veraz, precisa y correcta localización del punto censado.

El monitoreo de la calidad de agua que discurre en río Shilcayo contribuirá en mejorar la calidad de agua que se consume e identificar las áreas

críticas en términos de contaminación hídrica y de apoyar con acciones a la planificación, otorgamiento y fiscalización de la política de agua. ofrecerá a los gestores públicos información que posibilite la toma de decisiones en sus políticas públicas de los diversos programas que ejerce la Autoridad Nacional del Agua.

La información recolectada mediante la ejecución del proyecto ayudaría en anticipar y corregir los parámetros censados , la Autoridad Nacional del Agua(ANA) tiene como uno de sus funciones monitorear la participación del gobierno regional y municipalidades referente al agua. Lo que nos permitirá darnos una vida de calidad referente a la necesidad que tiene el humano en sus diferentes usos cuando ejecuten acciones correctivas, también contribuirá a prevenir enfermedades mediante las decisiones que tome el ANA y EMAPA San Martín basándose en los datos censados.

Muchas entidades como el mismo ANA , entre otros que se dedican al rubro de entrega agua a la población y personas como estudiantes pudieran aprovechar la información en tiempo real e histórico para realizar futuras investigaciones y proyectos. Toda esta información es muy valiosa para la Autoridad Nacional del Agua(ANA).

El sistema solucionará la deficiente actualización del valor que posee los parámetros básicos de la calidad del agua; este proceso se realiza de forma presencial y prolongada en la actualidad.

El sistema disminuirá los recursos que se utilicen para el monitoreo entre ellos también recursos humanos.

El agua es uno de los recursos más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo. En el numeral 22 del artículo 2 de la constitución política del Perú, establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida,

teniendo derecho a la protección de su salud, la del medio familiar y la de la comunidad, así como el deber de contribuir a su promoción y defensa.

La persona tiene derecho de gozar de un buen ambiente. Como el agua es necesidad, existe un límite permisible de parámetros físicos, químicos y biológicos que está descritos en Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano con el Decreto Supremo N° 031-2010-SA.

En el diseño de la solución es escalable ya que se propone una red de sensores que va a realizar el monitoreo en 3 puntos por cada río que discurre por la ciudad de Tarapoto.

## **1.5. ALCANCES Y LIMITACIONES:**

### **1.5.1. Alcance**

El desarrollo del proyecto tiene como alcance Monitorear puntos del río Shilcayo que serán propuestos por la Autoridad Nacional Del Agua(ANA) como entidad responsable de el monitoreo de la calidad del agua en la cuenca río Huallaga

### **1.5.2. Limitaciones**

Para el desarrollo de este proyecto se tendrá como La principal limitación el clima ya que él puede influir negativamente en el desarrollo de las actividades del proyecto.

Un factor más dentro estas limitaciones es el robo de la unidad nodo sensor que estará ubicado en el río, para mitigar esta limitante se programará visitas periódicas, como también se ha planteado el acondicionamiento de los equipos para tales efectos.

Debido a inexistencia de una red eléctrica para la alimentación a nuestro dispositivo, para tal objetivo se plantea la utilización de un panel solar para el buen funcionamiento de los equipos.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN:

**Ocampo.(2015).“Fortalecimiento de Infraestructura para procesamiento de información sobre recursos naturales y ambiente amazónico”**

Mediante la realización de esta investigación tecnológica, el objetivo es adquirir la primera Supercomputadora Amazónica Peruana junto a la implementación de una red piloto de sensores de calidad de agua de bajo costo.

**Terleira.(2010).:”Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la bocatoma y el asentamiento humano villa autónoma”. tesis de maestría.** Indica que en el punto de muestreo ubicada en puente Villa Autónoma presentan una contaminación elevada que superan los Estándares de Calidad para Aguas; a pesar de ello los pobladores utilizan el agua para consumo y recreación, poniendo en riesgo su Salud con una población en constante crecimiento, dicho muestreo se hizo dos veces en un año.

**Saldarriaga,G., Hernández,M., Prieto,C., Jurado,M., Gacharná, S.,Páez D.(2013).Proyecto de investigación: “Localización de puntos de monitoreo de calidad de agua en sistemas de distribución”.** Este proyecto implementó una red sensores con nodos en ciertos puntos evaluados en los cuales deben hacerse muestreos periódicos, para garantizar que cumplen con los estándares mínimos de calidad de agua, se dedujo que es un medio confiable.

**Ruano. (2008). Sistema de control de parámetros físico-químicos e índices productivos del agua, para el cultivo de hidrobiológicos.**

Indica que hay una serie de parámetros en el agua que intervienen no sólo en la calidad de la misma sino en el mantenimiento de la instalación, su control influye en el desarrollo del cultivo de hidrobiológicos, teniendo alta importancia debido al manejo de los registros de cada parámetro que se hace para optimizar los recursos empleados en la producción y garantizar el buen desarrollo de las especies bajo cultivo al mantenerse en el ambiente que asemeja al medio natural donde crecen libremente.

**Mendoza.(2012).: "vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de Moyobamba".**

En la investigación, se pudo deducir que no cuentan con un proceso de desinfección respectiva, debido a que las autoridades encargadas de administrar el servicio de agua no tienen facilidad de un presupuesto designado para la adquisición de insumos químicos propios de limpieza y desinfección(Cloruro de Sodio), puesto que en la limpieza sólo se realizan lavado de paredes de concreto. Todo esto traería problemas como enfermedades sino se tiene un monitoreo.

## **2.2.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

### **2.2.1. Sistema**

Según Ferrater, J (1979: 3062-3068); es un conjunto de elementos relacionados entre sí funcionalmente, de modo que cada elemento del sistema es función de algún otro elemento, no habiendo ningún elemento aislado.

### **2.2.2. Sistema de Información**

Rodríguez y otros (2003) define que un Sistema de Información (S.I.) es un conjunto de procedimientos, manuales y automatizados, y de funciones

dirigidas a la recogida, elaboración, evaluación, almacenamiento, recuperación, condensación y distribución de informaciones dentro de una organización, orientado a promover el flujo de las mismas desde el punto en el que se generan hasta el destinatario final de las mismas.

### **2.2.3. Monitorear**

A partir del sustantivo monitor (del inglés. monitor 'dispositivo o pantalla de control'), se han creado en español los verbos monitorizar y monitorear, con el sentido de 'vigilar o seguir [algo] mediante un monitor': «Durante estos experimentos [...] se monitorizaron los cambios fisiológicos de los animales» (Mundo [Esp.] 10.4.97); «Desde la pantalla se puede monitorear la ubicación de las unidades de emergencia» (Clarín [Arg.] 11.9.97). En España se emplea solo monitorizar, mientras que en América se usa casi exclusivamente monitorear, que ha adquirido incluso el sentido general de 'supervisar o controlar': «La misión de la ONU [...] terminará con la salida de los oficiales que actúan monitoreando los acuerdos alcanzados entre las facciones» (Observador [Ur.] 10.2.97). Derivados de los respectivos verbos son los sustantivos monitoreo y monitorización, con la misma distribución geográfica antes señalada(wordpress,2015).

### **2.2.4. Sistematización**

Según Acosta,I(2005).Es Ordenamiento y clasificación de datos e informaciones, estructurando de manera precisa categorías y relaciones, posibilitando de esta manera la constitución de bases de datos organizados.

### **2.2.5. Red de sensores**

(del inglés sensor network) es una red de ordenadores pequeñísimos («nodos»), equipados con sensores, que colaboran en una tarea común.



Es un conjunto de elementos autónomos(nodos) interconectados de manera inalámbrica, que colaboran con el objetivo de resolver una tarea en común.(Pablo Pico V,2012)

Las redes de sensores están formadas por un grupo de sensores con ciertas capacidades sensitivas y de comunicación inalámbrica los cuales permiten formar redes.

#### **2.2.6. Cuenca**

Según Franquet (2005)La cuenca hidrográfica; se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye toda al mismo río, lago, o mar. En esta área viven seres humanos, animales y plantas, todos ellos relacionados. También se define como una unidad fisiográfica, conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o divisoria de aguas se definen naturalmente y en forma práctica, corresponden a las partes más altas del área que encierra un río.

#### **2.2.7. ¿Qué es Arduino?**

(Arduino.cc, 2017 )Según Arduino es una plataforma electrónica de código abierto basada en hardware y software fáciles de usar. Las tarjetas Arduino son capaces de leer entradas - luz en un sensor, un dedo en un botón o un mensaje de Twitter - y convertirlo en una salida - activar un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Usted puede decirle a su junta lo que debe hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en el tablero. Para ello se utiliza el lenguaje de programación Arduino (basado en el cableado ) y el software Arduino (IDE) , basado en el procesamiento .

## 2.3. BASES TEÓRICAS

### 2.3.1. Red de sensores

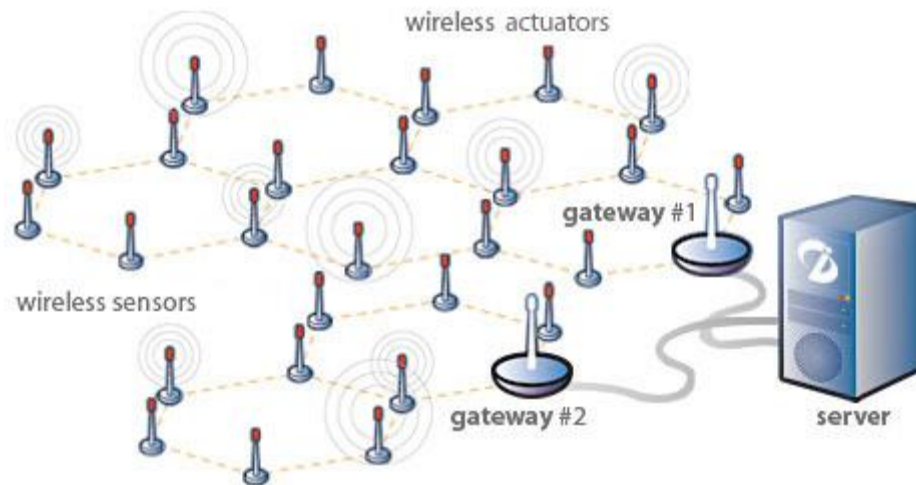
Una Red de Sensores Inalámbricos (WSN:Wireless Sensor Network) es un conjunto de elementos autónomos(nodos) interconectados de manera inalámbrica, que colaboran con el objetivo de resolver una tarea en común. Un sistema de sensores inalámbricos WSN es una red con numerosos dispositivos distribuidos espacialmente, que utilizan sensores para controlar diversas condiciones en distintos puntos intercambiando información entre sí sin necesidad de cables y mediante un protocolo de comunicación preestablecido(Pico,2012).

Elementos de una red de sensores:

- **SENSORES:** Toman del medio la información y la convierten en señales eléctricas.
- **NODOS:** Toman los datos del sensor y envían la información a la estación base.

Un nodo sensor es un elemento computacional con capacidad de procesamiento, memoria, interfaz de comunicación y puede formar conjuntos de sensores

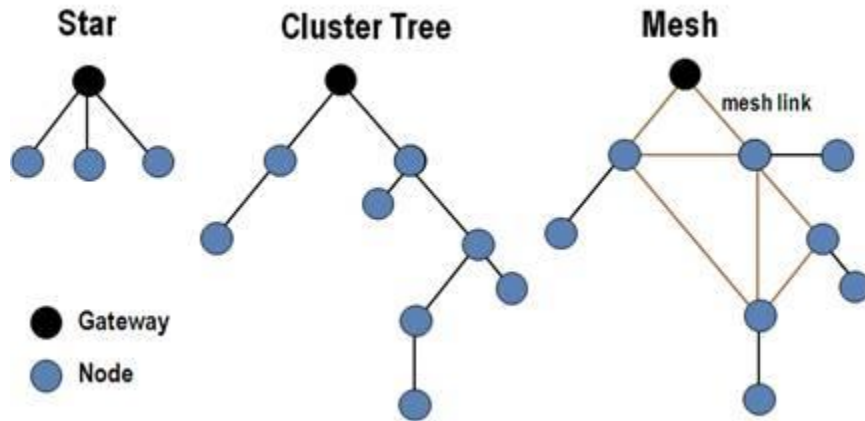
- **BATERÍA:** Es el componente encargado de suministrarle la energía al nodo mediante el uso de baterías. Los nodos actuales pueden incorporar adicionalmente un subsistema de obtención de energía del medio que le permita mantenerse en funcionamiento sin necesidad de batería.
- **GATEWAY:** Elementos para la interconexión entre la red de sensores y una red de datos (TCP/IP/GRPS/GSM/GPS).
- **ESTACIÓN BASE:** Recolector de datos basado en un ordenador común o sistema embebido(Valenzuela,2012).



**Figura 01.**Diagrama de una red de sensores. Fuente: National Instruments

### 2.3.2. Topologías de red sensores inalámbricos WSN

Los nodos WSN están típicamente organizados en uno de tres tipos de topologías de red. Topología de estrella, cada nodo se conecta directamente al gateway. Topología de árbol, cada nodo se conecta a un nodo de mayor jerarquía en el árbol y después al gateway, los datos son ruteados desde el nodo de menor jerarquía en el árbol hasta el gateway. Finalmente, para ofrecer mayor confiabilidad, las redes tipo malla, la característica de esta topología es que los nodos se pueden conectar a múltiples nodos en el sistema y pasar los datos por el camino disponible de mayor confiabilidad. En enlace malla es referido como un ruteador(National Instruments,2009).



**Figura 02.** Topologías de red de sensores inalámbricos(WSN). Fuente National Instruments.

### 2.3.3. Aplicaciones de la red de sensores.

Hoy en día con el rápido avance de las tecnología de información y comunicación, han permitido desarrollar tecnologías de redes inalámbricas para control y monitoreo de diferentes ambientes.



**Figura 03.** Aplicaciones de la red de sensores.

Entre algunos ejemplos existentes se pueden mencionar:

En el asfalto del centro de San Francisco para la gestión de las plazas de aparcamiento, En las aguas litorales de Australia para preservar los arrecifes de coral, Sembrados en los bosques de Massachusetts para

prevenir incendios forestales, Monitorización del medio ambiente en tiempo atmosférico y Geo-referenciación, análisis de factores medioambientales en zonas de riesgo, Medición de características físicas de pacientes, medición de niveles de contaminantes, o de sustancias no autorizadas, como también determinación de ausencia en determinados productos químicos(Fabregat,2010).

Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC's) permiten hoy en día conectar redes de sensores con Sistemas de Información en especial Geográfica(SIG) para facilitar el proceso de monitorización medioambiental de forma georreferenciada. En el desarrollo de la investigación, se pretende mejorar el monitoreo de la calidad del agua usando un sistema embebido que componen de una red de sensores y un sistema de información web georeferencial.

#### **2.3.4. ESTÁNDAR IEEE 1451**

IEEE 1451 es un conjunto de transductores inteligentes estándares de interfaz desarrollada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) Instrumentación y Comité Técnico de Tecnología de sensores de medición de la sociedad que describe un conjunto de interfaces abiertas, común, independientes de la red de comunicación para la conexión de transductores (sensores o actuadores) a los microprocesadores, sistemas de instrumentación y control de redes / campo.

El objetivo de la familia IEEE 1451 de las normas es permitir el acceso de los datos del transductor a través de un conjunto común de interfaces de si los transductores están conectados a sistemas o redes a través de un medio de cable o inalámbrica.

Una Hoja de Datos Electrónica del Transductor (TEDS) es un método estandarizado de almacenamiento de transductores (sensores o actuadores de identificación), calibración,

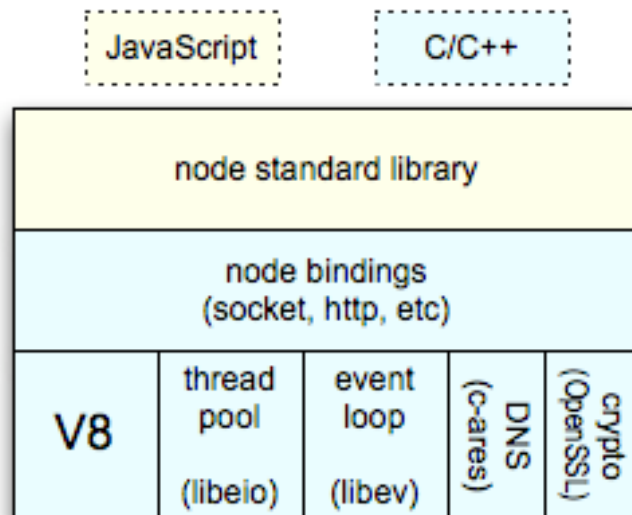
corrección de datos, e información relacionada con el fabricante(Institute of Electrical and Electronics Engineers,2007).

### 2.3.5. Fundamentación teórica de NODEJS

Node.js es un entorno en tiempo de ejecución multiplataforma, de código abierto, para la capa del servidor basado en el lenguaje de programación ECMAScript, asíncrono, con I/O de datos en una arquitectura orientada a eventos .

JavaScript fue creado para funcionar en los navegadores pero su rendimiento y características únicas lo llevaron del lado cliente hacia el servidor, con esto Node.js se convierte en un entorno de ejecución y una librería(Linux Foundation,2016).

Node.js es un entorno de ejecución para JavaScript, construido con el motor de JavaScript V8 de Chrome. Node.js usa un modelo de operaciones E/S sin bloqueo y orientado a eventos, que lo hace liviano y eficiente. (Node.js Foundation,2017).



**Figura 04.** Arquitectura de Node.js.

Fuente : <https://nodejs.org/>

## **CARACTERÍSTICAS DE NODEJS QUE FAVORECEN AL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

- **Entorno web**

Hoy en día, los avances y adelantos tecnológicos han contribuido a que las personas estén cada vez más conectadas y comunicadas entre sí. El surgimiento de Internet, ha generado la apertura de los diferentes mercados, a nivel mundial; ampliando el acceso a la información de productos o servicios y facilitado la convergencia mediática que busca la integración de varios medios, con la finalidad de satisfacer de manera más eficiente las necesidades de los usuarios.(Uzcátegui J.,2010).

Beneficios de utilizar una interfaz web en el proyecto:

- 1. Fácil acceso**

Con sólo un computador con conexión a Internet, se puede tener disponible cualquier tipo de información; es de cualquier lugar, las 24 horas del día, los 7 días a la semana y los 365 días del año.(Uzcátegui J.,2010).

- 2. Ahorro de tiempo**

El mercado global está en constante evolución y cambio. Por lo que, todos los acontecimientos que allí ocurren se caracterizan por requerir una respuesta o solución urgente e inmediata. En este sentido, a través de los medios interactivos (e-mail, sms, llamadas masivas, chats, etc...) se puede llevar a cabo una comunicación, que permita que los mensajes se envíen y lleguen al receptor de manera instantánea.(Uzcátegui J.,2010).

- 3. Más económico**

Publicar un mensaje en la Web, utilizando los medios interactivos, es más barato que la difusión de un mensaje a través de los medios de comunicación tradicionales; por ello, suelen usarse ampliamente para la promoción y publicidad de productos y/o servicios. Igualmente, se reducen los costos operativos al automatizar los procesos y al tener un mantenimiento menor al de otros medios.(Uzcátegui J.,2010).

#### **4. Fácil monitoreo**

Internet permite que podamos medir el impacto de todas las estrategias comunicacionales y de mercadeo; de una forma cómoda, sencilla y práctica. De igual manera, nos proporciona estadísticas en tiempo real; para poder evaluar el comportamiento y analizar los cambios en los hábitos de consumo de los usuarios.

Sólo las empresas que se adapten de manera eficaz a estas condiciones, podrán conseguir las ventajas diferenciales que les permitirán sobrevivir en un mercado globalizado.(Uzcátegui J.,2010)

#### **5. Expansión**

Las fronteras se han desvanecido y las distancias se han hecho cada vez menores; por lo que, la interconexión entre los países a través de Internet, ha llevado que estos medios puedan ampliar su alcance para tener una influencia mundial.

#### **6. Personalización**

El fenómeno de la globalización, ha hecho que las empresas se enfrenten a una mayor competencia. Por ello, se hace imprescindible la individualización de las comunicaciones;



con la finalidad de crear campañas de fidelización, que permitan a las organizaciones mantener una relación directa con sus clientes. Asimismo, al personalizar los mensajes, se pueden obtener ventajas comparativas con respecto a los competidores; las cuales contribuyen a que la comunicación, entre la empresa y su clientela, sea más efectiva.

- **Es asíncrono**

La ventaja de que nodeJS sea asíncrono, le permite ejecutar otras tareas cuando otra se está ejecutando.

Imaginemos, que un programa tiene un fragmento de código que tarda cinco segundos en resolverse. En la mayoría de los lenguajes de programación precedentes, durante todo ese tiempo el hilo de ejecución se encuentra parado, esperando a que pasen esos cinco segundos, o los que sea, antes de continuar con las siguientes instrucciones.(Linux Fundation,2016).

- **Módulos que se pueden trabajar en tiempo real, protocolo de comunicación para micro controladores y conexión serial.**

Entre los módulos que posee nodeJS y que beneficiará al proyecto en el monitoreo de los parámetros de calidad del agua es el Socket.io. Mediante el uso de este módulo será capaz de visualizar la información en el momento que se producirá un censado en el río.(Rauch R.,2016).

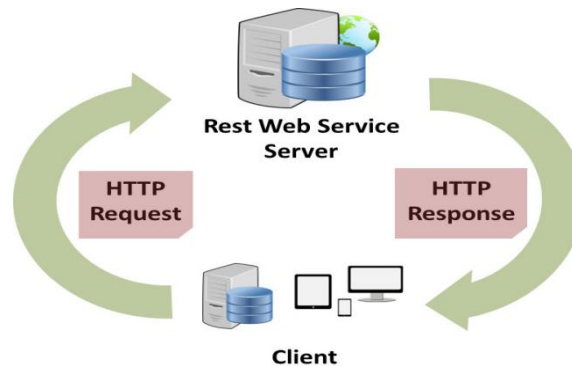
Socket.io es una librería que nos permite manejar eventos en tiempo real mediante una conexión TCP y todo ello en JavaScript. Es realmente potente y podemos hacer todo tipo de aplicaciones en tiempo real.

Existen módulos para poder comunicarse con micro-controladores; como también módulos que interactúan con protocolos que usan los

micro-controladores; para el uso comunicación serial entre uno de ellos es serialport .

### 2.3.6. Fundamentación teórica de web service

En un servicio web, la tecnología Web, como el HTTP, diseñado originalmente para la comunicación de persona a máquina, se utiliza para la comunicación de máquina a máquina, más concretamente, para la transferencia de lectura mecánica formatos de archivo como XML y JSON(Safiro M.,2016).



*Figura 05. Representación de la funcionalidad de un Web Service.*

### 2.3.7. Fundamentación teórica de diseño de software con arquitectura back-end y font-end

Front-end y back-end pueden traducirse al español; el primero como interfaz, final frontal o frontal y el segundo como motor, dorsal final o zaga, respectivamente.

En diseño de software el front-end, es la parte del software que interactúa con el o los usuarios y el back-end es la parte que procesa la entrada desde el front-end. La separación del sistema en front-ends y back-end es un tipo de abstracción que ayuda a mantener las diferentes partes del sistema separadas. La idea general es que el front-end sea el responsable de recolectar los datos de entrada del usuario, que pueden ser de muchas y variadas formas, y los transforma ajustándolos a las especificaciones que

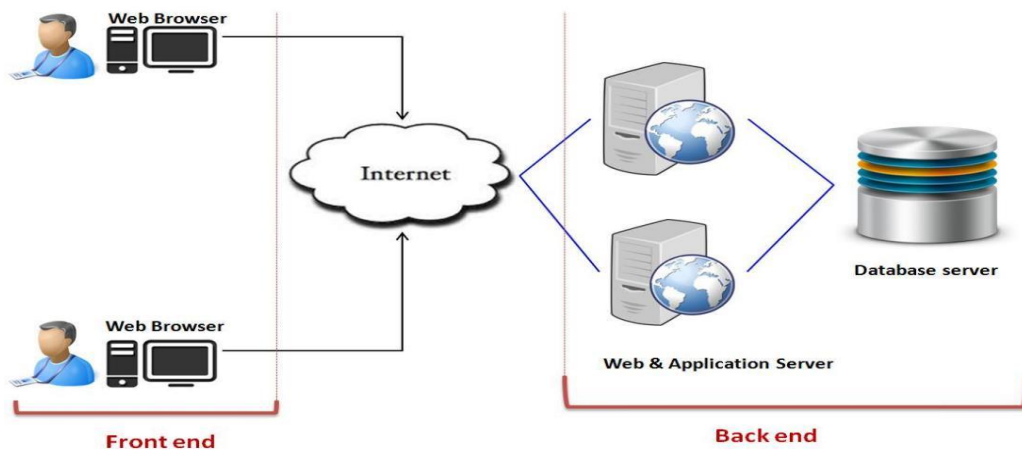
demanda el back-end para poder procesarlos, devolviendo generalmente una respuesta que el front-end recibe y expone al usuario de una forma entendible para este. La conexión del front-end y el back-end es un tipo de interfaz.(Murga R,2013).

¿Qué es el back-end?

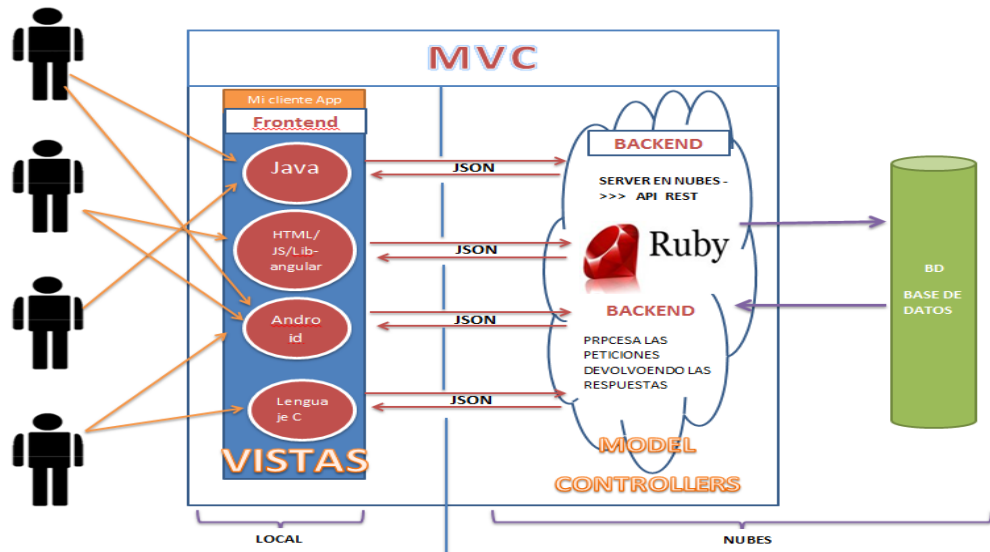
En la arquitectura de cualquier sitio web existen varias capas entre el usuario y el hardware.

La capa front-end, contiene los elementos con los que interactúa el usuario (botones, estilos, animaciones, etc).

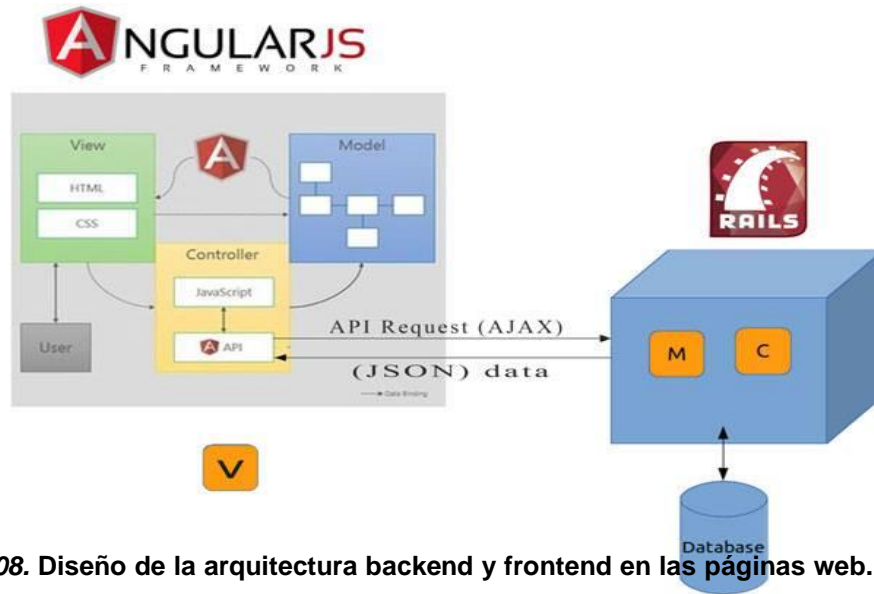
La capa back-end procesa la información que le envía el front-end, encargándose de tareas como el almacenamiento de información, comunicación con otros sistemas, etc.



**Figura 06.** Diseño de la arquitectura backend y frontend en las páginas web.Fuente Google.



**Figura 07.** Diseño de la arquitectura backend y frontend en las páginas web. Fuente: Empresa Elaboración propia.



**Figura 08.** Diseño de la arquitectura backend y frontend en las páginas web. Fuente Google.

## 2.4. HIPÓTESIS

### 2.4.1. Hipótesis alterna H1:

La solución web con tecnología de red de sensores mejorará el monitoreo de los parámetros básicos de la calidad del agua en el río Shilcayo de la provincia de San Martín.

### 2.4.2. Hipótesis nula H0:

La solución web con tecnología de red de sensores no mejorará el monitoreo de los parámetros básicos de de la calidad del agua en el río Shilcayo de la provincia de San Martín.

## 2.5. Sistema de variables

### 2.5.1. Variable Dependiente (Y)

Monitoreo de los parámetros básicos de la calidad del agua

### 2.5.2. Variable Independiente (X)

Solución web con tecnología de red de sensores

## 2.6. Escala de medición

**Tabla 02: Operacionalización de variables.**

	Dimensión	Indicador	Sub Indicador
Monitoreo de la calidad del Agua	Información	Accesibilidad	N° Peticiones / Solicitudes
		Actualización	# de visitas / Muestras
	Parámetros de H2O pH,OD,Temp	Unidad de pH,Mg O2/L, ° Celsius,µs/cm	Frecuencia de Resultados # de medidas
Solución Web con tecnología de red de Sensores	Tecnología web	Página Web(Accesibilidad)	# visitas a la web
		NodeJS (Actualización)	Latencia
	Tecnología de Sensores pH, Oxígeno Disuelto, Temperatura	Sensores (Exactitud )	Frecuencia de Datos # de medidas

**Fuente: Elaboración propia**

## **2.7.OBJETIVOS**

### **2.7.1. OBJETIVO GENERAL.**

Optimizar el monitoreo de los parámetros físicos y químicos básicos de la calidad del agua en el río Shilcayo con la solución web y tecnología de red de sensores.

### **2.7.2. OBJETIVO ESPECÍFICO.**

- 2.7.2.1. Determinar los parámetros físicos y químicos básicos de la calidad del agua.
- 2.7.2.2. Construir e implementar la red de sensores para optimizar la medición los parámetros del agua.
- 2.7.2.3. Diseñar e implementar el sistema de información con el uso de tecnología nodeJS para la actualización de la información en tiempo real.
- 2.7.2.4. Comparar los resultados de la medición de los parámetros pH, temperatura y Oxígeno Disuelto recogida por el sistema de sensores con los resultados obtenidos por la Autoridad Nacional del Agua.

## **CAPÍTULO II**

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. UNIVERSO Y MUESTRA

##### 3.1.1. Universo

Conformado por toda la cantidad de datos que genere el proceso de monitoreo de los parámetros básicos en el río Shilcayo en dos puntos, aguas arriba de la unión con el río Cumbaza.

##### 3.1.2. Muestra

La muestra estará conformada por el 100% del universo, puesto que es de interés del proyecto determinar los datos estadísticos que se generarán desde la el inicio del proyecto.

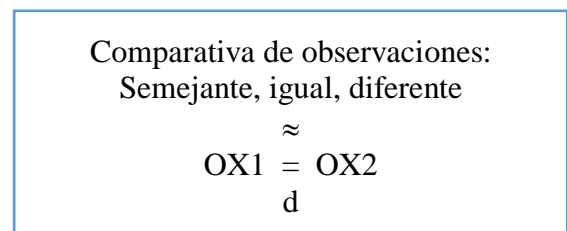
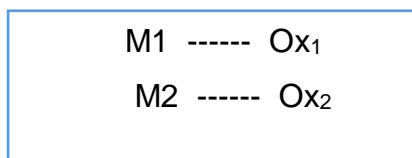
#### 3.2. ÁMBITO GEOGRÁFICO

La investigación se desarrollará en el río Shilcayo del distrito de La Banda de Shilcayo, provincia San Martín, región San Martín.

#### 3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación es del tipo descriptivo comparativo; por que busca caracterizar un fenómeno o hecho en base a la información recogida de varias muestras, en base a la comparación de los resultados encontrados en las mismas como también recoge información de una situación sin ejercer un control de un tratamiento.

Este diseño podría diagramarse de la siguiente manera.



M1, M2 Muestras en quien se realiza el estudio.



OX1,OX2 observación relevante o de interés recogida de cada muestra.

**Figura 09: Representación del diseño de investigación.**Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un sistema de información que recolectó información del proceso de control, de forma automática y manual el cual nos permitió obtener datos exactos y continuos para luego diseñar los cuadros estadísticos y reportes que nos permitirán medir nuestras variables.

### **Tipo de investigación**

En el presente trabajo de investigación, el tipo de investigación es del Tipo Descriptivo-cuantitativo.

Por que según la naturaleza de los objetivos; la investigación es descriptiva por que se describe en todos sus componentes una realidad.

Según la naturaleza de la información, es una investigación cuantitativa; por que utiliza predominantemente información de tipo cuantitativo directo. Investigación cuantitativa es el procedimiento de decisión que pretende señalar, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas.

### **Nivel de investigación**

El nivel de investigación es descriptiva con estudios de medición, su misión es observar y cuantificar la modificación de una o más características en un grupo, si establecer relación entre estas; cada parámetro, característica o variable se analiza de forma autónoma o independiente.

### 3.4. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS

#### 3.4.1. PROCEDIMIENTOS

Para mayor precisión, los datos obtenidos serán ordenados y procesados con la ayuda del software estadístico SPSS.

Se elaborarán cuadros descriptivos, para presentar los datos obtenidos por cada variable e indicador después de la experimentación.

Se hará un análisis de cada uno de los cuadros, para su respectiva interpretación de los datos obtenidos en aplicación de los instrumentos y técnicas aplicadas a la verificación de la hipótesis.

#### 3.4.2. TÉCNICAS

Se utilizarán fuentes primarias, pues los datos sobre las variables se obtendrán directamente de las unidades de análisis mediante la observación directa, además de los datos generados por el sistema de información del proceso de monitoreo.

Las técnicas que se usaron son las siguientes:

**Tabla 03: Técnicas de recolección de datos.**

TÉCNICA	JUSTIFICACIÓN	APLICADO EN
Observación directa	Podremos observar el aspecto físico del agua y el comportamiento del sistema.	El sistema de control
Registros	Proporcionará información del funcionamiento del sistema de monitoreo.	Procesos de monitoreo de los parámetros físicos químicos del agua.
Análisis de documentos	Para obtener la información de los libros, de los datos estadísticos del ANA, informes, separatas, páginas de internet, etc. Referentes a temas relacionados con la investigación.	La bibliografía necesaria para desarrollar el marco teórico y la información complementaria.

**Fuente: Elaboración propia**

### 3.5. INSTRUMENTOS

#### 3.5.1. Instrumentos de recolección de datos

*Tabla 04: Instrumentos de recolección de datos.*

INSTRUMENTOS	APLICADO EN	TÉCNICA
Cartilla de observación	El sistema de control	Observación directa
Sistema de Información	Procesos de monitoreo de los parámetros físicos químicos del agua.	Registros
Fichas bibliográficas. Subrayado.	La bibliografía necesaria para desarrollar el marco teórico y la información complementaria.	Análisis de documentos

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.2. Instrumentos de procesamiento de datos

Para mayor precisión, los datos obtenidos serán ordenados y procesados con la ayuda del software estadístico SPSS.

Se elaborarán cuadros descriptivos, para presentar los datos obtenidos por cada variable e indicador después de la experimentación.

### 3.6. Prueba de hipótesis

Para la prueba de la hipótesis de esta investigación; se compara las medidas de los subindicadores que se llevan a cabo de forma tradicional y la solución web con tecnología de red sensores cada uno en respectivo cuadro.

**Tabla 05: media del subindicador “Número de medidas”**

<b>MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>		
	TRADICIONAL	CON LA : “SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES.”
Número de medidas	2/T	80 / T

**Fuente: Elaboración propia**

El número de medidas que se realizan de forma tradicional la Autoridad Nacional del agua son de 2 en un periodo y con la solución web con tecnología de red de sensores son de 80 en un periodo.

**Tabla 06: media del subindicador “Frecuencia de resultados”**

<b>MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>		
	TRADICIONAL	CON LA : “SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES”.
Frecuencia de resultados	1	80

**Media aritmética.**

**PUNTO RSHIL1**

pH unidad de pH: 8.13

Temperatura °C : 27.14

Oxígeno Disuelto  
mg O2/L: 7.72

**PUNTO RSHIL2**

pH unidad de pH: 6.98

Temperatura °C : 31.74

Oxígeno Disuelto  
mg O2/L: 3.37

**PUNTO RSHIL1**

pH unidad de pH: 8.195961538

Temperatura °C : 26.14

Oxígeno Disuelto  
mg O2/L: 7.718269231

**PUNTO RSHIL2**

pH unidad de pH: 7.004736842

Temperatura °C : 30.20684211

Oxígeno Disuelto  
mg O2/L: 3.364210526

**Fuente: Elaboración propia**

Con la frecuencia de resultados aumentada se pretende indicar una mejor exactitud de los valores de los parámetro básicos pH, Temperatura, Oxígeno disuelto.

**Tabla 07: media del subindicador “Nº Visitas Vs Nº de muestreos”**

<b>MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>		
	<b>TRADICIONAL</b>	<b>CON LA: “SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES”.</b>
Nº Visitas Vs Nº de muestreos	1 visita en un nodo 1 muestreo	1 visita a la web 80 muestras de un nodo visualizado.

**Fuente: Elaboración propia**

Por cada punto visualizado sea RSHIL1 O RSHIL2 en el sistema web se muestran 80 medidas censadas de cada parámetro pH, temperatura y Oxígeno disuelto; de la forma tradicional es de una relación de 1 visita 1 muestreo a la información por parámetro.

**Tabla 08: media del subindicador “latencia y Nº de peticiones/Nº solicitudes”**

<b>MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>		
	<b>TRADICIONAL</b>	<b>LATENCIA CON LA SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES.</b>
Tiempo de disponibilidad de la información	1 mes.	45 segundos

**Fuente: Elaboración propia**

La autoridad Nacional del agua; obtiene los datos sobre las medidas de los parámetros luego de un mes como efecto de su recolección de muestras y análisis en un laboratorio en Lima, con el sistema de solución web articulado con su red de sensores se obtiene las medidas en 45 segundos, la cual le posibilita a dar una información en tiempo real.

## **CAPÍTULO III**

## IV. RESULTADOS

Cálculo de la media aritmética y desviación estándar de los censos realizados por el sistema de red de sensores al río Shilcayo a los puntos RSHIL1 localizada aguas arriba del puente villa autónoma y RSHIL2 aguas abajo de la unión con el Río Cumbaza .

**Tabla 09: resultados de la media aritmética y su desviación estándar de las medidas obtenidas de los parámetros básicos del agua a través de la red de sensores en el primer un punto RSHIL1 para tener en cuenta el grado de dispersión o variabilidad de las muestras en el punto RSHIL1.**

	PH	TEMPERATURA	OXÍGENO DISUELTO
<b>MEDIA ARITMÉTICA</b> $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i$	8.195961538 unidad de pH.	26.14 °C	7.718269231 mg O <sub>2</sub> /L
<b>VARIANZA</b> $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	0.067663144	0.80	0.002942606
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b> = (S <sup>2</sup> )*0.5 Ó $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	0.260121403	0.89322886	0.05424580
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN %</b> $C.V. = \frac{s}{ \bar{x} } \cdot 100$	3.1737753 %	3.41709586 %	0.7028233 %

**Tabla 10: resultados de la media aritmética y su desviación estándar de las medidas obtenidas de los parámetros básicos del agua a través de la red de sensores en el punto RSHIL2 para tener en cuenta el grado de dispersión o variabilidad de las muestras.**

	PH	TEMPERATURA	OXÍGENO DISUELTO
<b>MEDIA ARITMÉTICA</b> $\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i.$	7.004736842	30.20684211	3.364210526
<b>VARIANZA</b> $s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$	0.006548538	6.055589474	0.006336842
<b>DESVIACIÓN ESTÁNDAR</b> = (S2)*0.5 Ó $\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$	0.080923038	2.460810735	0.079604284
<b>COEFICIENTE DE VARIACIÓN %</b> $C.V. = \frac{s}{ \bar{x} } \cdot 100$	1.155261644	8.14653423	2.366209943

**Tabla 11: comparativa entre los valores censados por el sistema de red de sensores y los resultados de la Autoridad Nacional Del Agua**

MONITOREO DE PARÁMETROS BÁSICOS				
PARÁMETRO	AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA - ANA		SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES	
	RSHIL1	RSHIL2	RSHIL1	RSHIL2
pH unidad de pH	8.13	6.98	8.195961538	7.004736842
Temperatura °C	27.14	31.74	26.14	30.20684211
Oxígeno Disuelto mg O2/L	7.72	3.37	7.718269231	3.364210526



### **La frecuencia de muestreos**

La frecuencia con que se realiza la autoridad nacional del agua es de 1 a 2 veces por año, el sistema desarrollado a través de la investigación pretende censar desde 48 hasta 288 muestras por día.

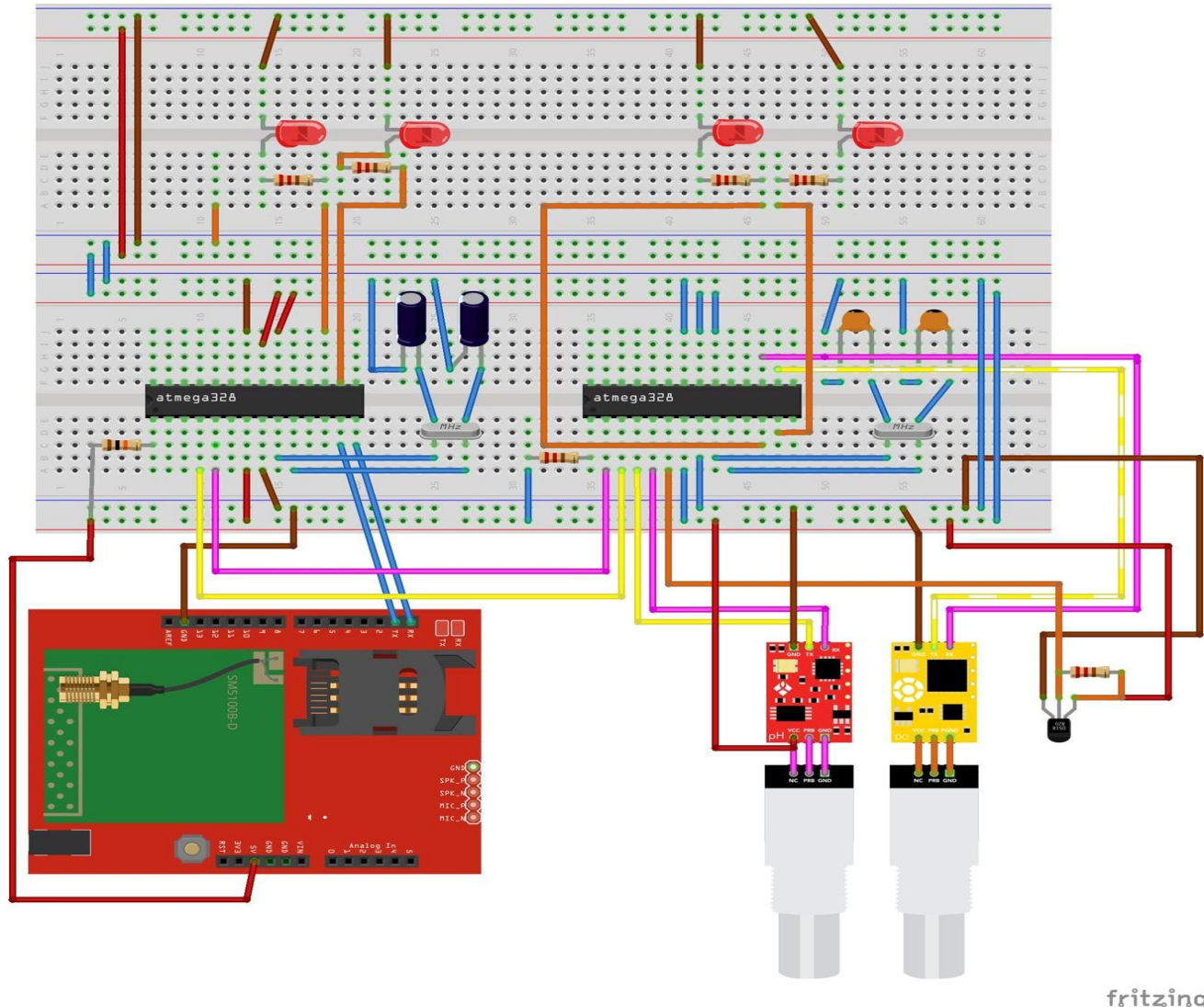
### **La latencia de obtención de datos**

La latencia es el retardo en obtener una información contando desde su toma hasta su posterior visualización, en otros términos refiero a latencia a la suma de retardos temporales dentro de una red. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red.

La latencia del sistema, es de un promedio de 45 segundos y en comparativa a lo que viene realizado el ANA de manera presencial sacando una muestra y llevando a analizar en un laboratorio tiene una demora de 1 meses.

### **Diseño del circuito**

Se realizó un esquema para simular el sistema electrónico, el diseño se pasó a la plataforma de Fritzing para su mayor entendimiento, en la parte superior se observa el esquema mínimo para dar funcionamiento a este proyecto, el GPRS sim900 tiene una conexión con el microcontrolador atmega328p el cual puede reemplazarse con un arduino-uno compatible, para su articulamiento con el módulo GRPS SIM900 .



fritzing

Figura 10. Esquema mínimo para dar funcionamiento al sistema electrónico

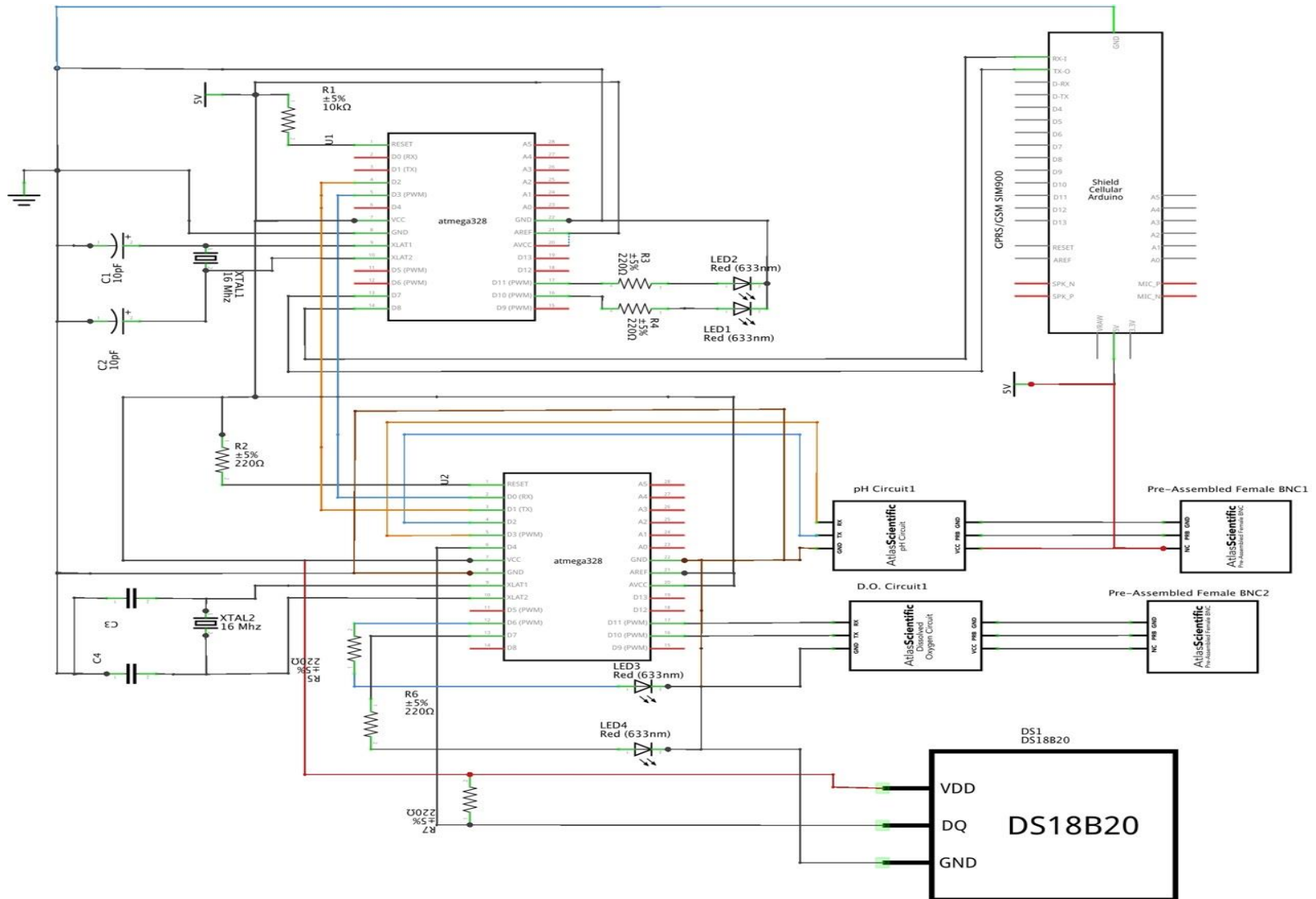


Figura 11. Diseño electrónico del nodo Sensor.

El circuito desarrollado corresponde a la imagen inferior, el sistema electrónico se basa en maestro-esclavo para desarrollar su funcionalidad. El sistema comprende un Arduino UNO Rev3 articulado con un módulo GPRS SIM900 que hacen de maestro y una placa impresa en PCB con sensores y sus módulos que desarrollan como esclavo.



**Figura 12. Circuito impreso y desarrollado - Nodo Sensor.**

## Desarrollo del sistema web de monitoreo

En la construcción del software de monitoreo se realizó el lenguaje unificado de modelado(UML).

### MODELADO DEL NEGOCIO

#### 1. MÓDULOS Y PROCESOS DE LA SOLUCIÓN WEB CON TECNOLOGÍA DE RED DE SENSORES PARA EL MONITOREO DE LOS PARÁMETROS BÁSICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA EN EL RÍO SHILCAYO

Nota : “nos referimos al término CRUD a los procesos de crear, actualizar y eliminar para una entidad o proceso”.

##### a) MODULO DE SEGURIDAD.

- i. Módulos CRUD .
- ii. Perfil CRUD.
- iii. Permisos CRUD.
- iv. Usuarios CRUD.

##### b) MÓDULO DE MONITOREO

- i. Monitoreo de parámetros(Mapa del sitio y resultados obtenidos).
- ii. Antiguas mediciones.
- iii. CRUD de Nodos(Microcontroladores)
- iv. Parámetros CRUD
- v. Tipos De Parámetros CRUD

##### c) MÓDULO DE MANTENIMIENTO

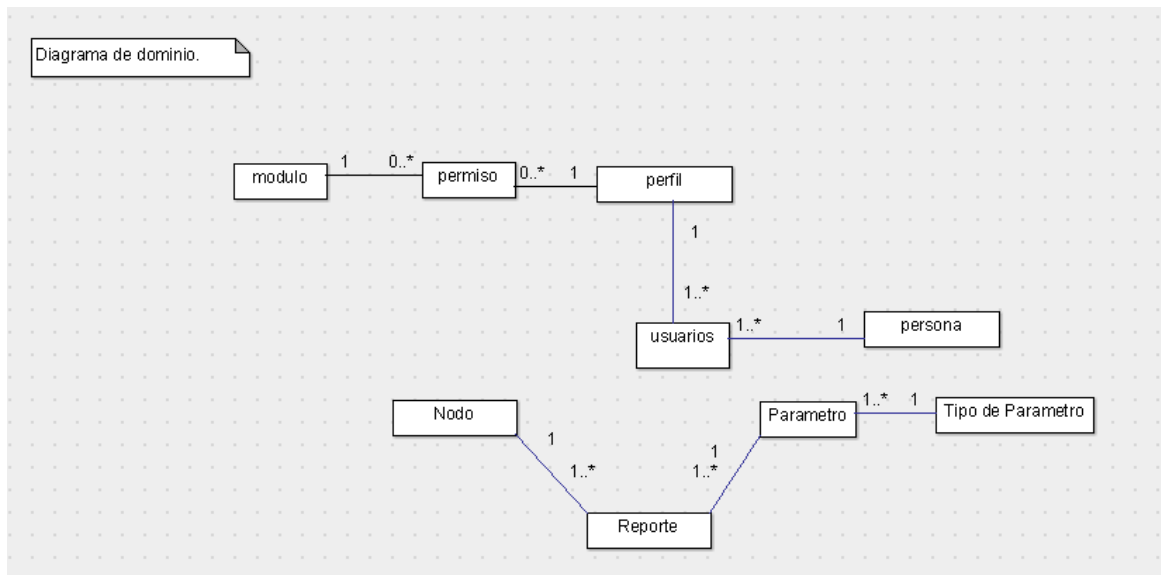
- i. Gestión de marcadores

##### d) MÓDULO DE REPORTE

- i. Reporte en Excel sobre parámetros Obtenidos de los ríos.
- ii. Reportes Gráficos : promedio mensual de parámetros medidos por ríos.

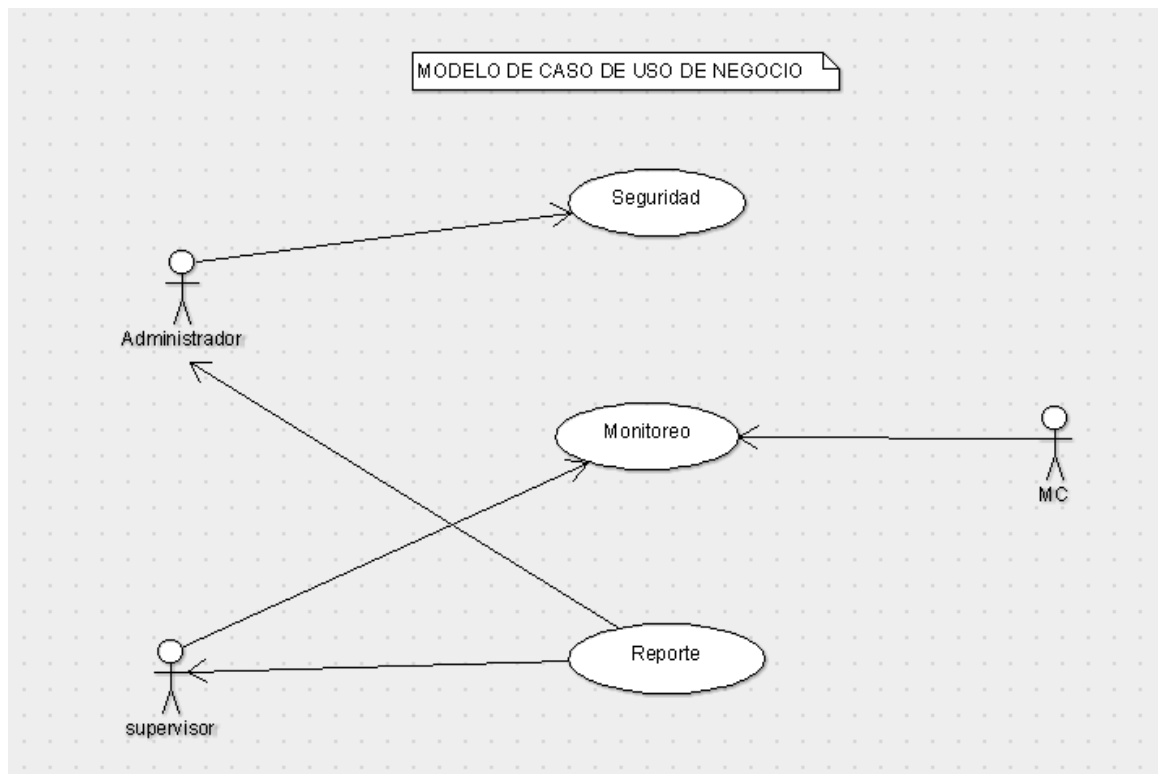
iii. Historial de sucesos

2. DIAGRAMA DE DOMINIO



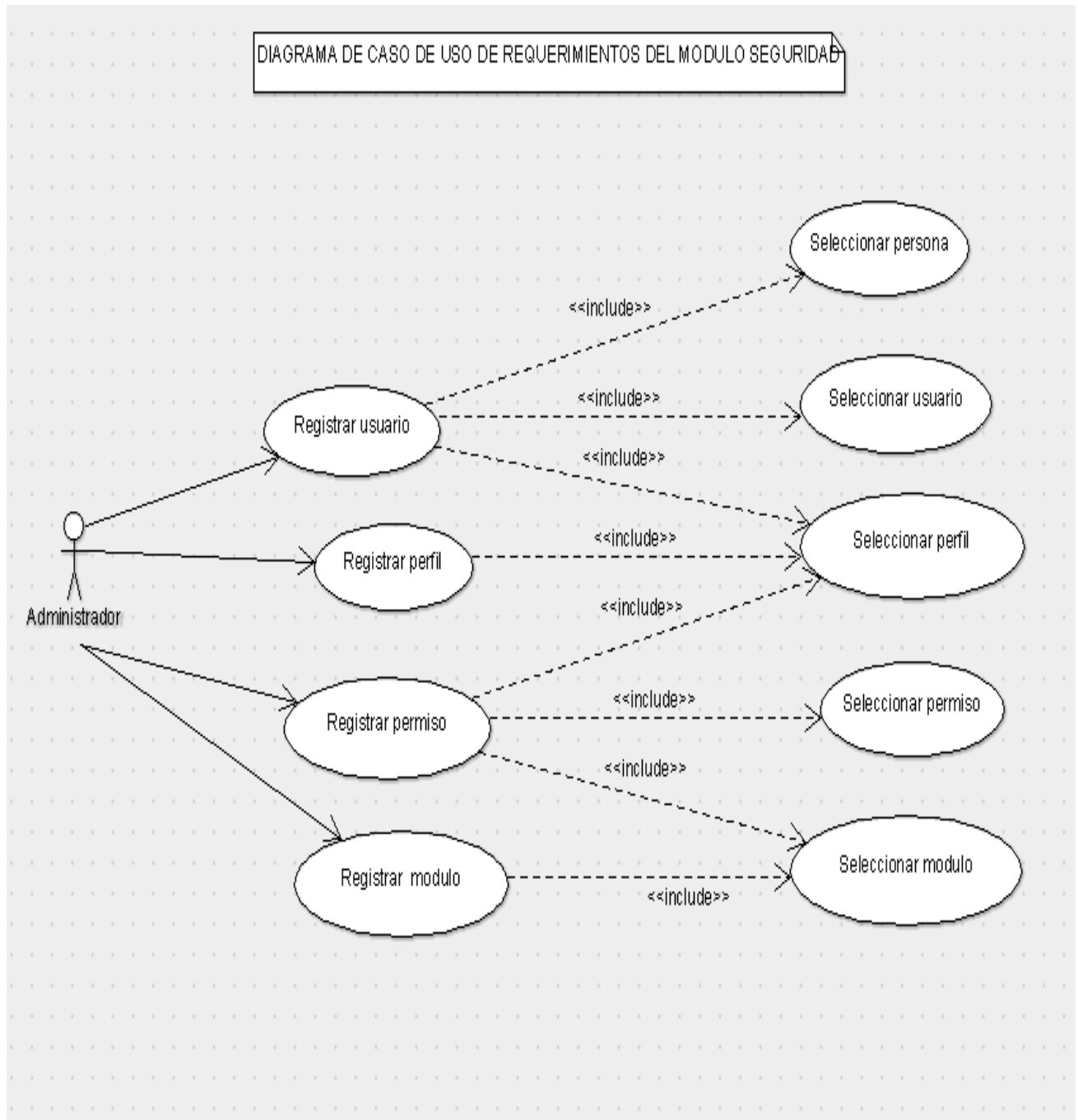
**Figura 13. Diagrama de dominio para el sistema web**

3. DIAGRAMA DE CASO DE USO DE NEGOCIO



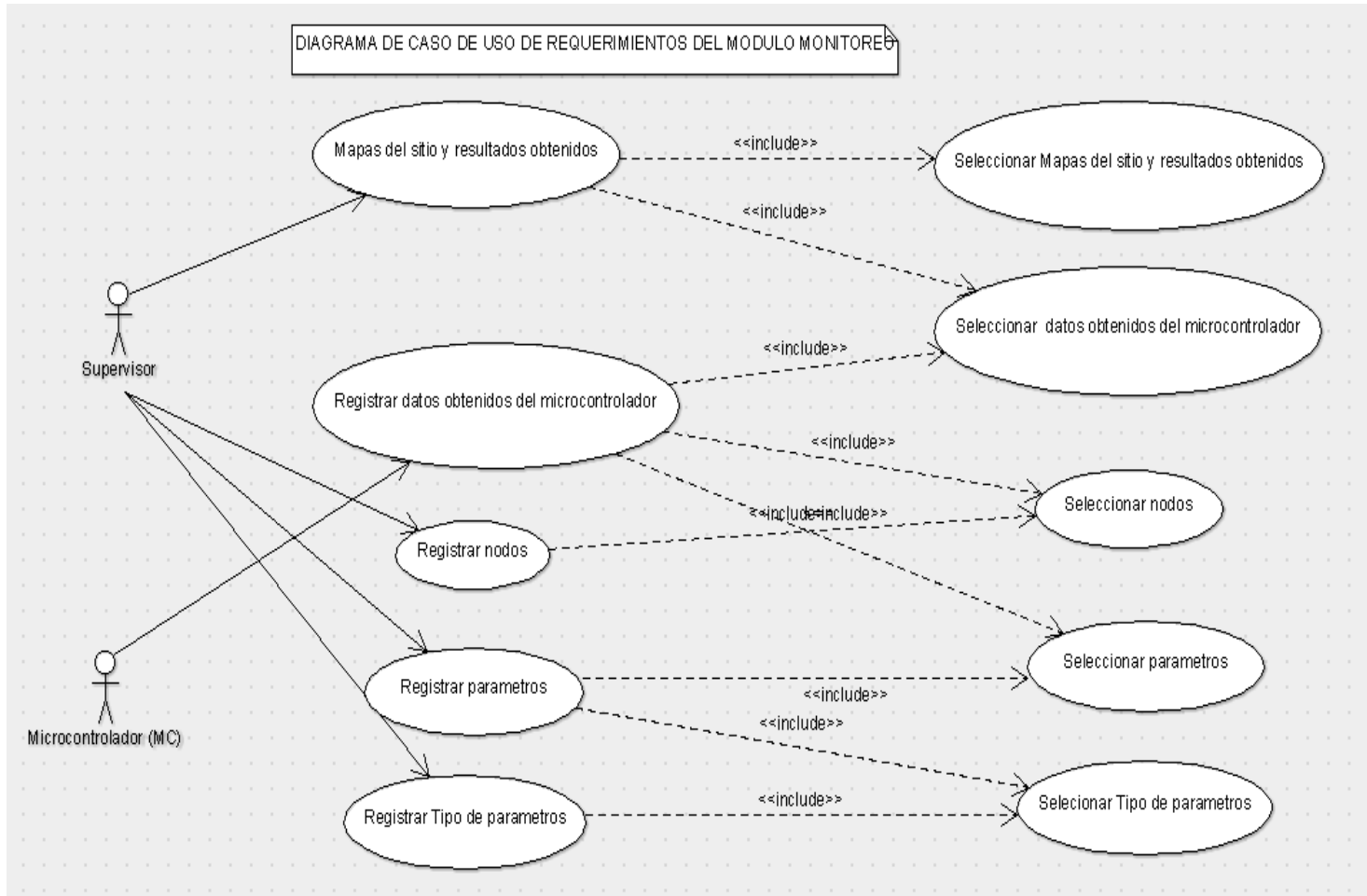
**Figura 14. Diagrama de caso de uso de negocio.**

4. DIAGRAMA DE CASO DE USO DE REQUERIMIENTO  
a) DECUR DEL MODULO SEGURIDAD



**Figura 15. Diagrama de caso de uso de requerimientos del módulo de seguridad.**

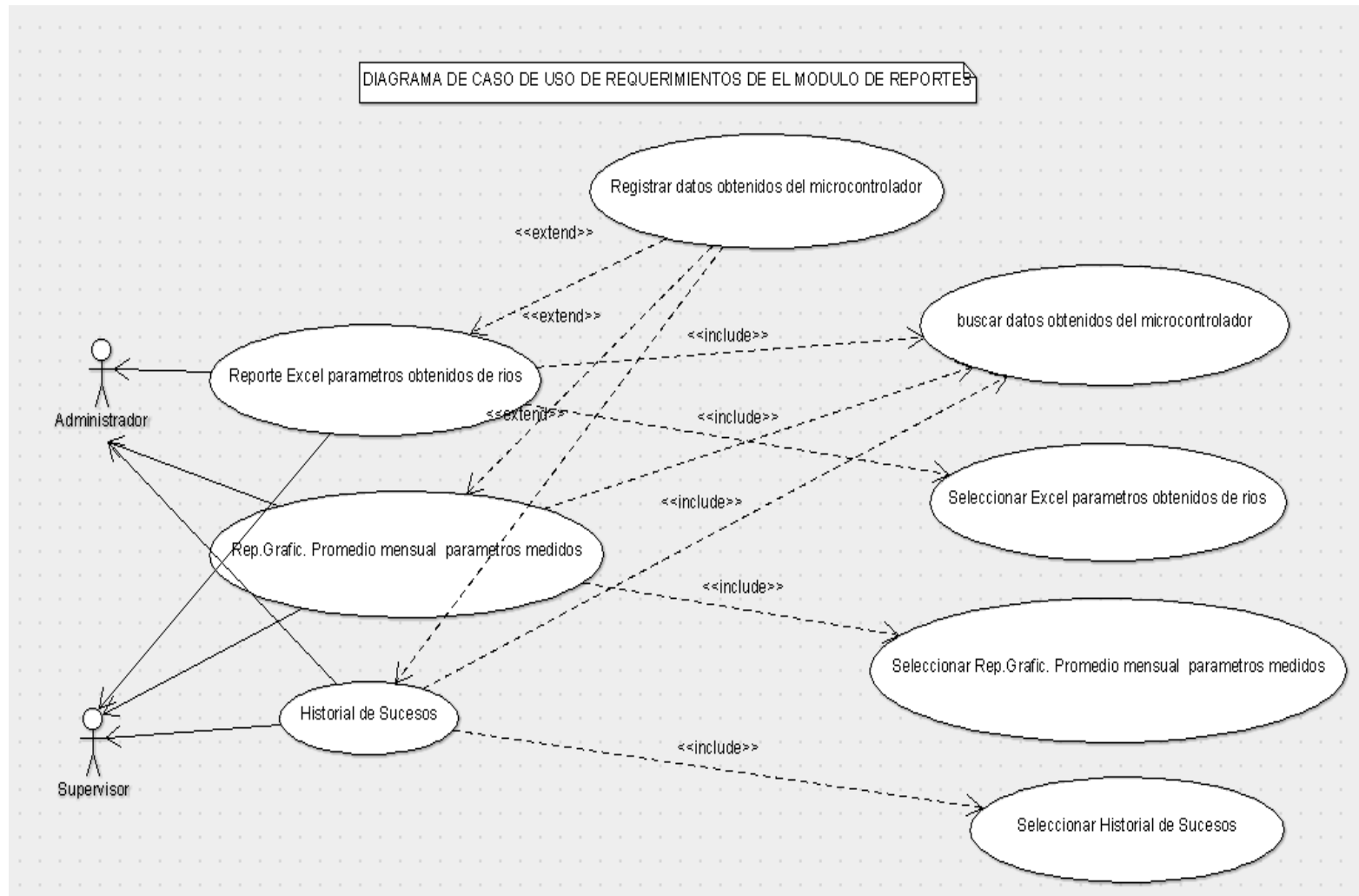
b) DECUR DEL MÓDULO MONITOREO



**Figura 16. Diagrama de caso de uso de requerimientos del modulo de monitoreo.**



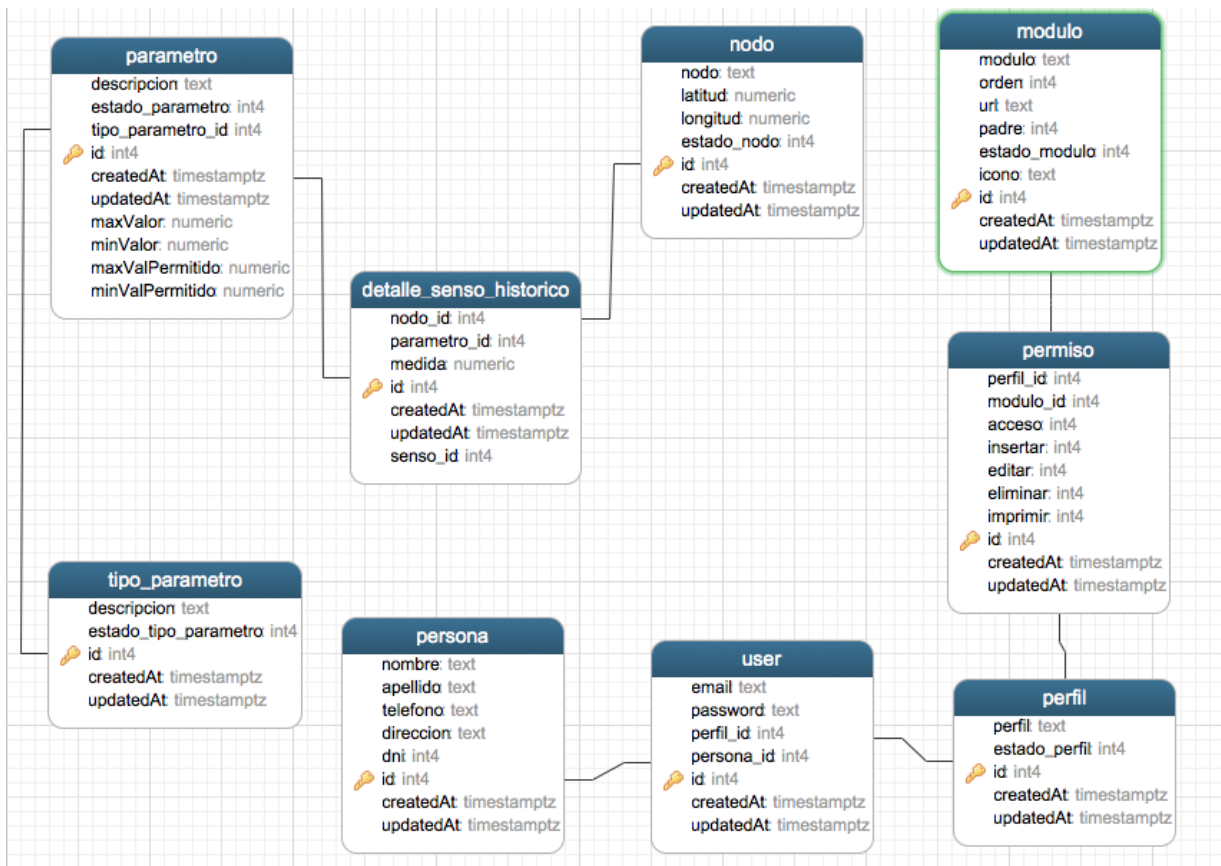
c) DECUR DEL MODULO DE REPORTES



**Figura 17. Diagrama de caso de uso de requerimientos del módulo de reportes.**

Para el correcto funcionamiento del sistema y su almacenamiento de las medidas censadas, se diseñó la base de datos escalable; de tal manera que si existen más puntos de monitoreo se articule fácilmente con el sistema, solo bastaría en crear un nodo sensor por medio del sistema y un circuito implementado que se ubica en un punto nuevo de la trayectoria del río.

La base de datos, también soporta la nueva inserción de nuevos parámetros y tipos de parámetros a medir para tal intención se necesitaría una actualización al circuito electrónico con sus respectivos sensores agregados.



**Figura 18. Esquema de la base de datos para el sistema web .**

Resultado del Sistema web de monitoreo de los parámetros básicos de la calidad del agua. La solución web de monitoreo muestra puntos o nodos sensores de monitoreo a lo largo del río y sus respectivas medidas en el tiempo.

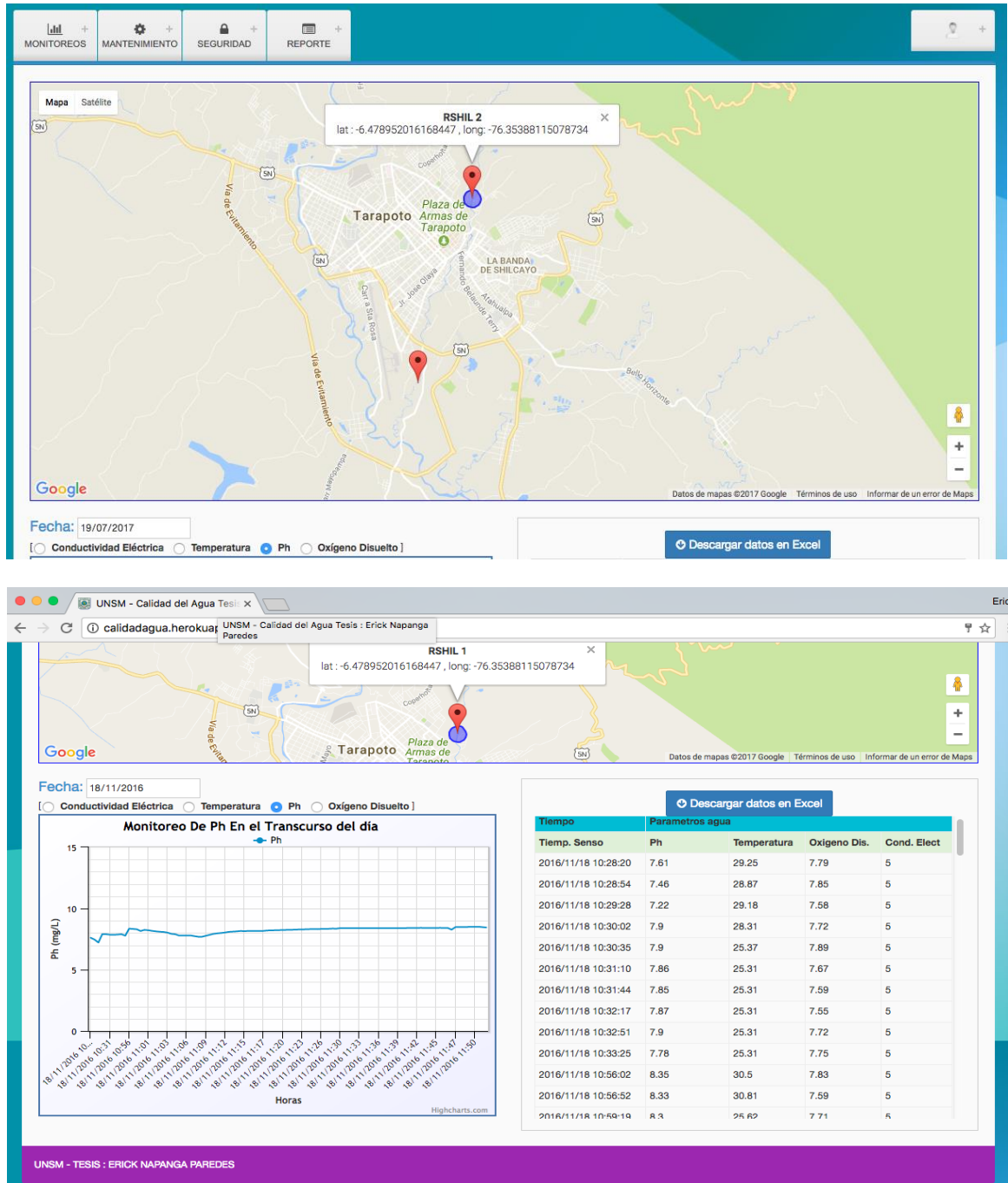
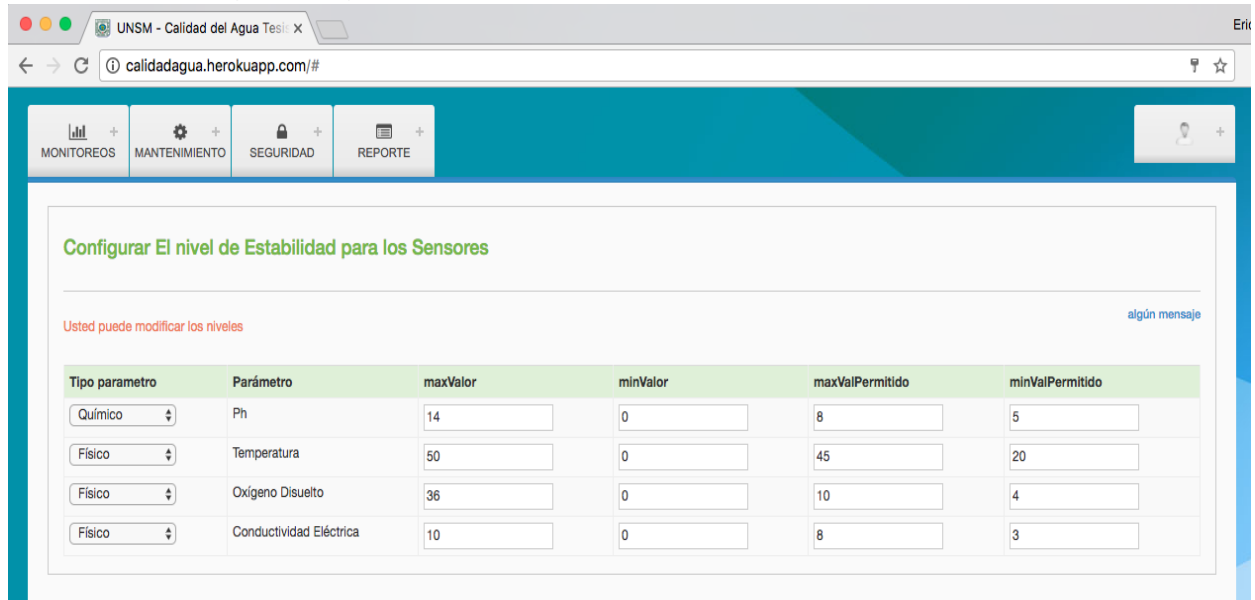


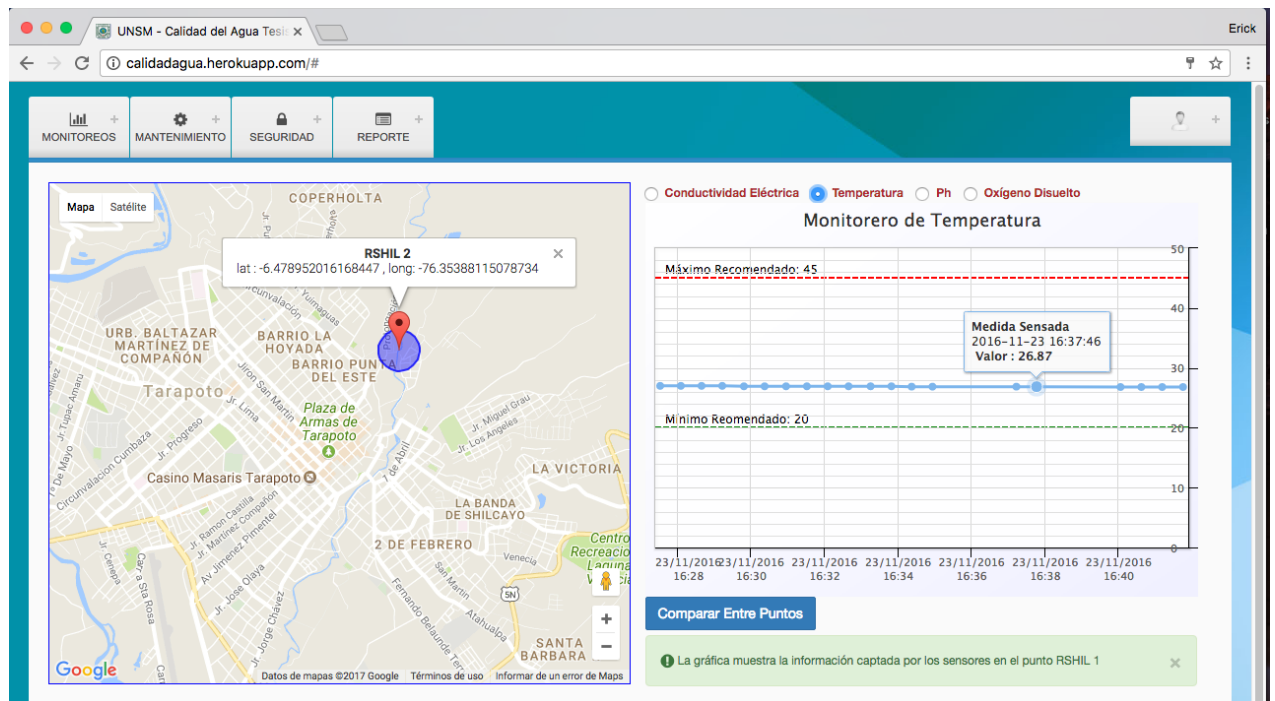
Figura 19. Sistema web de monitoreo

El sistema permite emitir una alarma si se sobrepasa un límite permisible en un rango configurable.



**Figura 20. Interfaz de la configuración del rango de estabilidad**

En la imagen inferior se muestran 3 líneas, la roja punteada muestra el límite máximo configurado y la verde la mínimo valor permisible configurado y la azul la información captada del nodo sensor seleccionado.



**Figura 21. Monitoreo de los parámetros básicos entre un rango de estabilidad**

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

La investigación que presento, guarda similitud con labor que realiza la Autoridad Nacional del Agua en el monitoreo del agua en el río, especificando uno de sus labores del ANA es de evaluar el estado del agua superficial de las cuencas y sus ríos, ANA (2016).

La actividad del recojo de muestras y censos de la Autoridad Nacional del Agua es de manera manual y presencial, en la investigación que se realizó recolecta dichas medidas de forma automática y de mayor frecuencia ya que posee un diseño de circuito electrónico y un software de monitoreo.

En la investigación Ocampo.(2015).“Fortalecimiento de Infraestructura para procesamiento de información sobre recursos naturales y ambiente amazónico” guarda una similitud con mi proyecto de tesis por que busca monitorear la calidad del agua con una red de sensores en la cual obtuvieron datos sobre parámetro de pH, temperatura y transparencia en el caso de mi investigación utilicé los parámetros de pH, temperatura y Oxígeno Disuelto que son parámetros básicos de monitoreo de la calidad del recurso hídrico indicados por la Autoridad Nacional del Agua, en la investigación de Ocampo realizó dicho monitoreo en un lago la cual difiere en mi investigación por su monitoreo en diferentes puntos del tramo de un río. Para el software de monitoreo de Ocampo utilizó un software de escritorio de red local; en mi investigación realizada se diseñó un software web con muestras en tiempo real subida a un servidor que facilita el acceso a dicho monitoreo desde cualquier punto con un acceso a internet.

En la investigación Terleira.(2010).:”Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la bocatoma y el asentamiento humano villa autónoma” guarda relación con la investigación realizada por el muestreo del parámetro de pH en el mismo río pero difiere en otros parámetros basados en bacterias coliformes o fecales; y su investigación extrae datos de forma manual.

En mi investigación analizado los resultados demuestra que el sistema propuesto tiene una desviación estándar de 0.260121403, 0.89322886, 0.05424580 de pH, temperatura, Oxígeno disuelto respectivamente lo cual demuestra que las medidas obtenidas por medio del sistema son muy precisas en el primer punto de muestreo RSHIL1 como también tiene efecto en el segundo punto o nodo de muestreo RSHIL2.

En el sistema implementado que aumenta la frecuencia, disminuye la latencia de obtener los datos y un análisis verificando su exactitud de la información brindada, se puede apreciar que el problema del monitoreo de las aguas del río Shilcayo se ve mejorada.

La diferencia de los valores censados por el sistema y los valores del ANA son muy similares el cual representa la tabla N° 12.

## **CAPÍTULO IV.**

## VI. CONCLUSIONES

En base a mis objetivos, tras haberse ejecutado el proyecto de investigación; concluye que el sistema propuesto, si mejoraría el monitoreo de los parámetros básicos de calidad del agua por que se cumplió los siguientes objetivos:

- Se determinó los parámetros físicos y químicos básicos de la calidad del agua recuperados de la Autoridad Nacional del Agua.
- Se construyó e implementó la red de sensores para optimizar la medición los parámetros del agua (anexo N° 03) .
- Se diseñó e implementó el sistema de información con el uso de tecnología nodeJS para la actualización de la información en tiempo real ver anexo N° 09 y web <http://calidadagua.herokuapp.com/>.
- Se Analizó las medidas de los parámetros físico y químicos del agua recogidas de forma periódica y continua por el sistema del río Shilcayo en 2 punto RSHIL1 Y RSHIL2.

Al replicarse o mejorarse este proyecto; se tendría una gran cantidad considerable de datos históricos, que sirvieran para investigaciones posteriores con respecto a aguas que se requieran una lectura sus parámetros.



## VII. RECOMENDACIONES

Para optimizar y garantizar la confiabilidad el funcionamiento del sistema se recomienda:

- Personal capacitado en comunicación y articulación de microcontroladores e integrados electrónicos.
- Programador de software y sistemas embebidos, en el caso de este proyecto se utilizó el IDE Arduino de lenguaje propio que esta basado en lenguajes como C++ y Processing , para la plataforma web desarrollada en node.js se necesita conocimientos en ECMAScript, javaScript y la base de datos en el caso de este proyecto está en PostrgeSQL.
- Personal con conocimiento en circuitos electrónicos
- Acondicionar un ambiente adecuado donde se pueda funcionar con normalidad ante cual cualquier percance del clima como lluvias.
- conectividad a internet vía GRPS en los puntos de donde se sacarán los muestreos
- el clima puede influir negativamente en el desarrollo de las actividades del proyecto.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Iagua.(2014).“Brazil lanza la red nacional de monitoreo de la calidad de agua”.Recuperado el 25 de febrero del 2016, de :  
<http://www.iagua.es/noticias/brasil/14/03/25/brasil-lanza-la-red-nacional-de-monitoreo-de-la-calidad-del-agua-47365>.
2. wordpress(2008).”Definición de monitoreo”. Recuperado el 31 de Mayo de 2015, de : <http://definicion.de/monitoreo/>
3. Safiro,M.(2016).”Definición de webService”. Recuperado el 22 de Febrero 2016 de :  
<https://msaffirio.wordpress.com/2006/02/05/%C2%BFque-son-los-web-services/>
4. IEEE (“Institute of Electrical and Electronics Engineers”).(2007).Estándar IEEE 1451 para la red de sensores.Recuperado el 01 de Febrero del 2016, de :<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11904/fichero/1-CAPITULO1.pdf>
5. Linux Foundation.(2016).Funcionamiento de node js .Recuperado el 01 de Enero del 2016, de :<https://nodejs.org/en/docs/>
6. Linux Foundation.(2016).Caractreísticas de node js(2015).Recuperado el 15 de Marzo del 2016 de:  
<http://www.desarrolloweb.com/articulos/caracteristicas-nodejs.html>
7. MENDOZA,H.(2013).“vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en zonas rurales de la provincia de moyobamba-2012”.recuperado el 01 de febrero del 2016, de :  
<http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/351>
8. Ocampo,I.(2015).“Fortalecimiento de Infraestructura para procesamiento de información sobre recursos naturales y ambiente amazónico”.Recuperado el 25 de Diciembre del 2015, de :  
<http://www.iiap.org.pe/varionoti406.aspx>
9. Saldarriaga,G.,Hernández,X.,Prieto,C.,Jurado,M.,Gacharná,S.,Páez, D.(2013). “Localización de puntos de monitoreo de calidad de agua en sistemas de distribución”. Recuperado el 24 de Junio de 2014, de :  
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222014000200003](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222014000200003)

10. Pico, P. infraestructura polivalente basada en sensores inalámbricos aplicada a la monitorización medioambiental georreferenciada .Recuperado el 23 de Abril del 2013,de :[http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/7560/5/TFM\\_Pablo\\_Pico\\_2012.pdf](http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/7560/5/TFM_Pablo_Pico_2012.pdf)
11. Terleira, E.(2010). "Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río shilcayo ubicada entre la bocatoma y el asentamiento humano villa autónoma". Recuperado el 01 de febrero del 2016, de <http://tesis.unsm.edu.pe/jspui/handle/11458/327>
12. Web en tiempo real(2016).Recuperado el 20 de Marzo del 2016 de <http://socket.io/>
13. Autoridad Nacional del agua.(2017).Labores de la Autoridad Nacional del agua.Recuperado el 20 de Enero 2017 <http://www.ana.gob.pe/nosotros/la-autoridad/nosotros>.
14. Castro, M.(2003). El proyecto de investigación y su esquema de elaboración. 2da.ed. Editorial: Uyapal.
15. Tamayo, Mario. (2003). El proceso de la investigación científica. 4ta.ed. Editorial Limusa S.A. México.

## IX. ANEXOS

### ANEXO 01

#### Vista a los puntos de monitoreo con miembros del ANA ALA Tarapoto

1. Punto de monitoreo RSHIL1 del río Shilcayo, ubicado aguas arriba del puente de villa autónoma. Ése es el punto uno donde se colocará un circuito electrónico con sensores.



2. Punto de monitoreo RSHIL2 del río Shilcayo, ubicado aguas arriba de la unión con el río Cumbaza.



## ANEXO 02

Localización de los puntos RSHIL1 y RSHIL2 designados por la Autoridad Nacional del Agua para sacar muestreos.

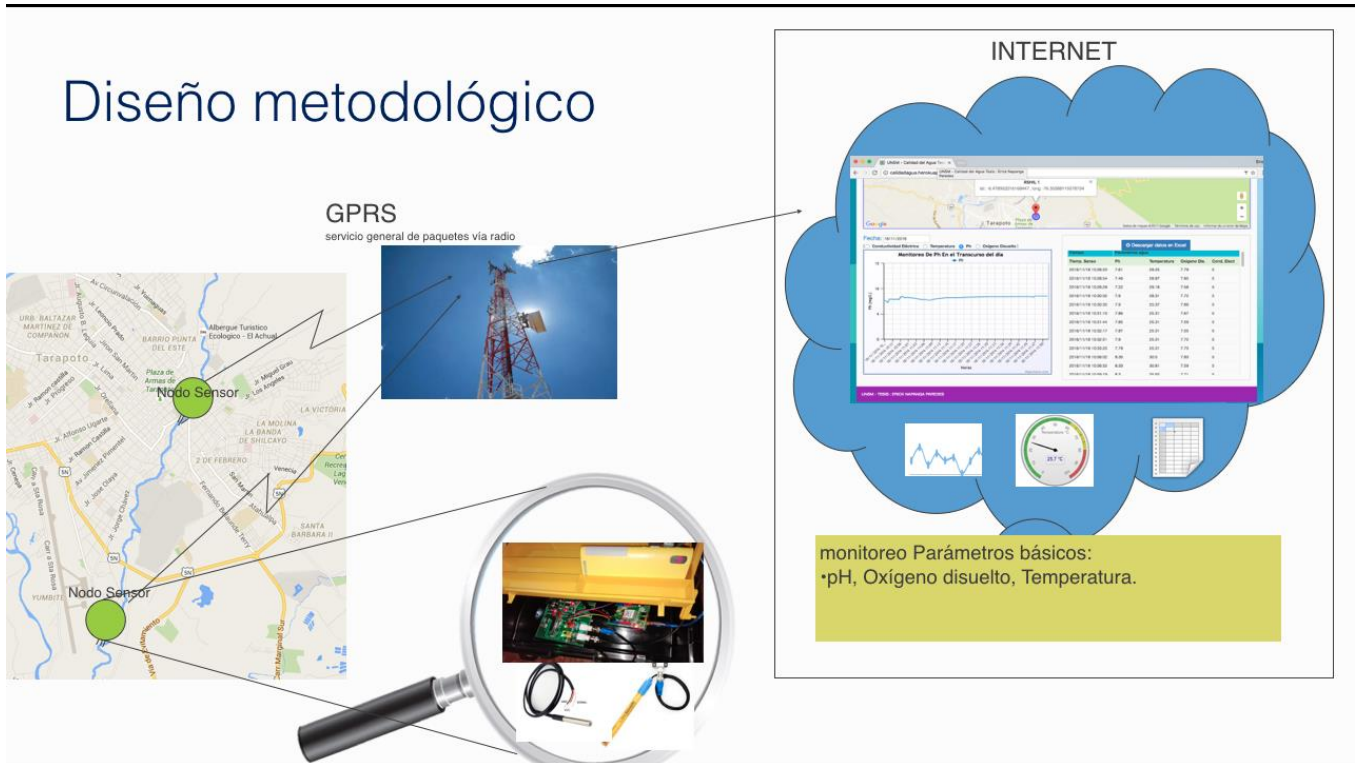
INFORME DE MONITOREO PARTICIPATIVO DE LA CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL DE LA CUENCA DEL RÍO MAYO			
		ANA AAA - H SDGCRH	FOLIO N° <b>010</b>
6	RYura1	Río Yuracyacu, aguas abajo del sector Ucrania.	247454 9342761
7	RYura2	En río Yuracyacu, aguas arriba de la confluencia del río Yuracyacu con el río Mayo.	253482 9344639
8	RMayo2	En río Mayo aguas abajo del puente Yuracyacu.	254550 9345061
9	RTloy1	En río Tioyacu aguas abajo de la localidad de Segunda Jerusalén.	248807 9336645
10	RTonch1	Río Tonchima, aguas arriba del vertimiento de agua residual del distrito de Rioja.	262200 9330889
11	RTonch2	En el río Tonchima, aguas arriba de la confluencia con el río Mayo.	263002 9339658
12	RMayo3	En Río Mayo, aguas abajo de la confluencia del río Tonchima.	263216 9343209
13	RMayo4	En río Mayo, aguas arriba del distrito de Moyobamba.	280700 9336364
14	RGera1	En río Gera, aguas arriba de la confluencia del río Gera con el río Mayo.	292507 9325937
15	RMayo5	En Río Mayo, aguas abajo de la confluencia con el río Gera.	292820 9325708
<b>AMBITO DE ALA TARAPOTO</b>			
16	RMayo6	Río Mayo, aguas abajo de la localidad de Cufumbucque.	338504 9276919
17	RCumb1	Río Cumbaza, aguas arriba de la ciudad de Tarapoto.	347020 9286213
18	RCumb2	Río Cumbaza, aguas abajo de la localidad de Santa Rosa de Cumbaza –Tarapoto.	348057 9278261
19	RSHil1	Río Shilcayo, aguas arriba de la localidad de Villa Autónoma – Tarapoto.	350704 9285712
20	RSHil2	Río Shilcayo, aguas arriba de la unión con el río Cumbaza.	349134 9277981
21	RCumb3	Río Cumbaza, aguas abajo de la unión con el río Shilcayo.	349177 9277218
22	RMayo7	Río Mayo, aguas arriba antes de la unión con el río Hualлага.	355684 9271701

Fuente: ALA Alto Mayo, ALA Tarapoto – SDGCRH.

10

## ANEXO 03

Diseño metodológico de trabajo como solución.



La imagen inferior representa el Circuito Electrónico nodo concentrador y nodo sensor.

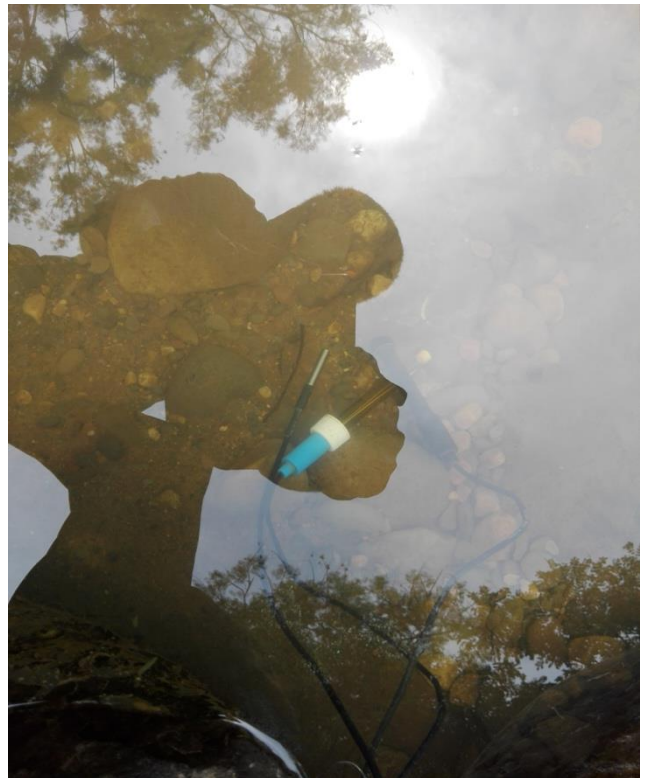


## ANEXO 04

Caja contenedora del circuito electrónico ubicada en el cause del Río Shilcayo en el punto RSHIL1 aguas arriba del puente de Villa Autónoma.



**Terminales de los sensores de agua.**



## ANEXO 05

Pines del microcontrolador ATmega328p usado en el arduino

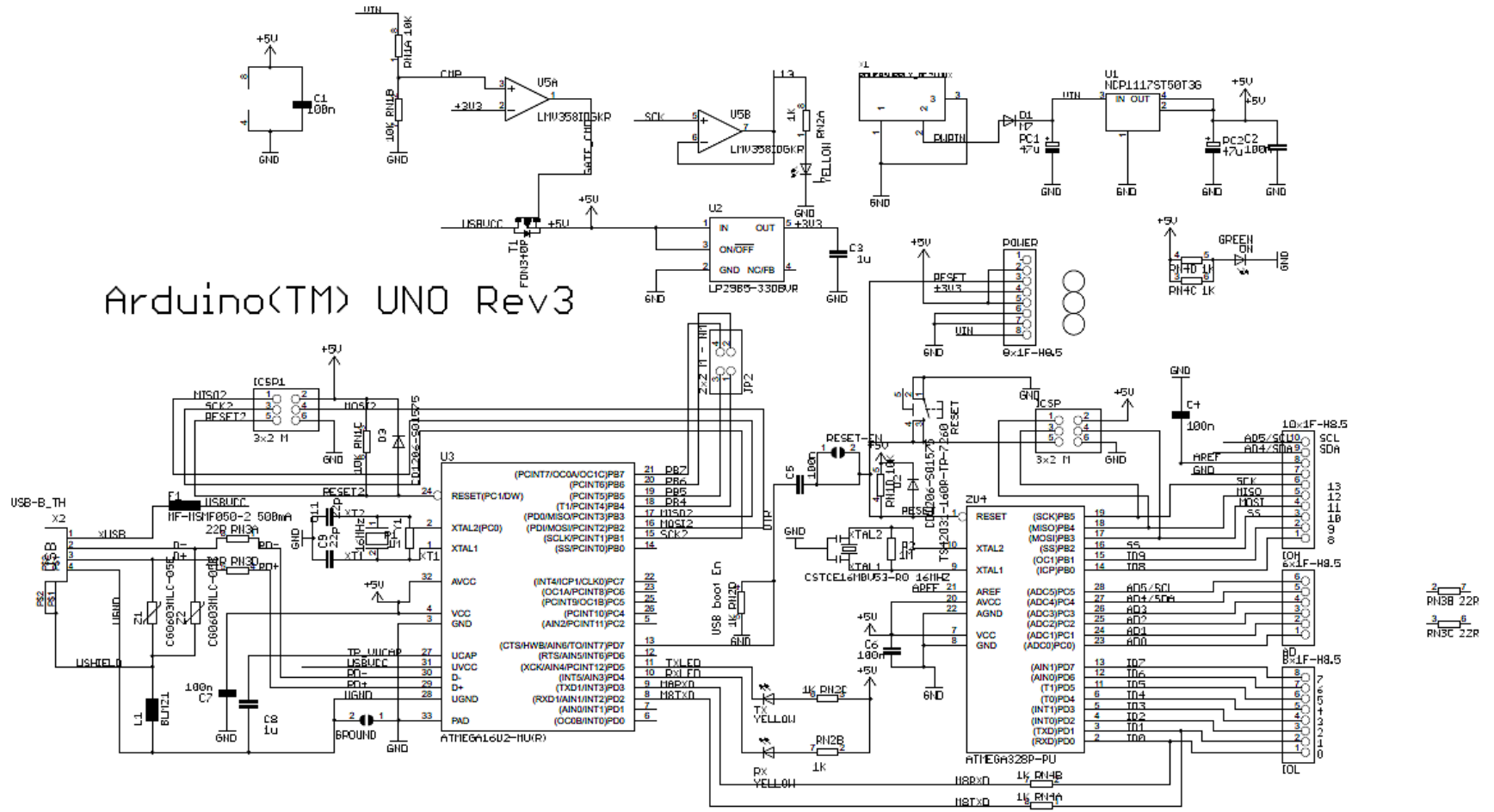
### Pines del ATmega328P

Función Arduino	(Microcontrolador)	Pin	Pin	Función (Microcontrolador)	Función Arduino
reset	(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)	entrada análoga 5
pin digital 0 (RX)	(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)	entrada análoga 4
pin digital 1 (TX)	(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)	entrada análoga 3
pin digital 2	(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)	entrada análoga 2
pin digital 3 (PWM)	(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)	entrada análoga 1
pin digital 4	(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)	entrada análoga 0
VCC	VCC	7	22	GND	GND
GND	GND	8	21	AREF	referencia análoga
crystal	(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC	VCC
crystal	(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)	pin digital 13
pin digital 5 (PWM)	(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)	pin digital 12
pin digital 6 (PWM)	(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)	pin digital 11 (PWM)
pin digital 7	(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)	pin digital 10 (PWM)
pin digital 8	(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)	pin digital 9 (PWM)





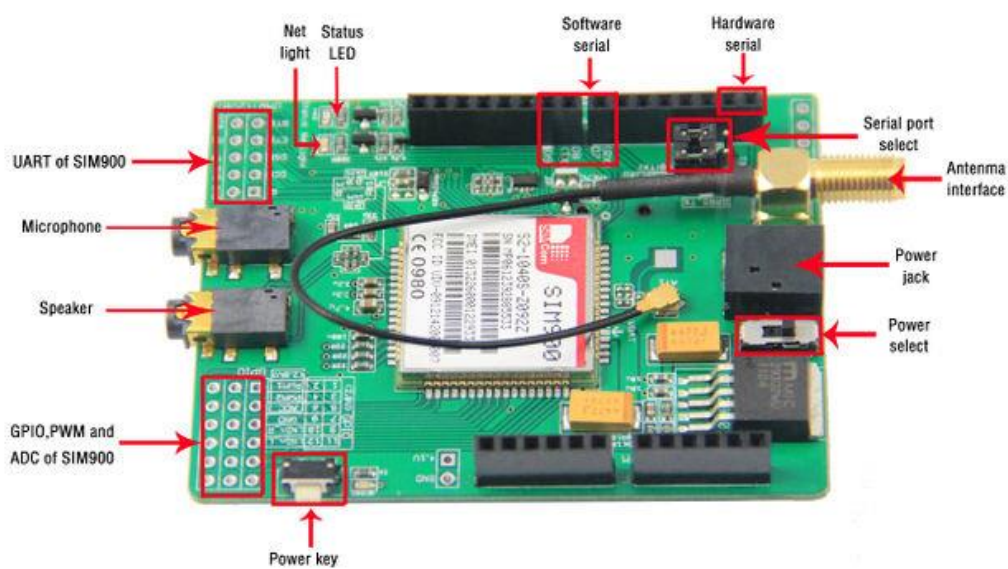
# Estructura del Arduino uno Rev3



Fuente: Arduino.cc

## ANEXO 06

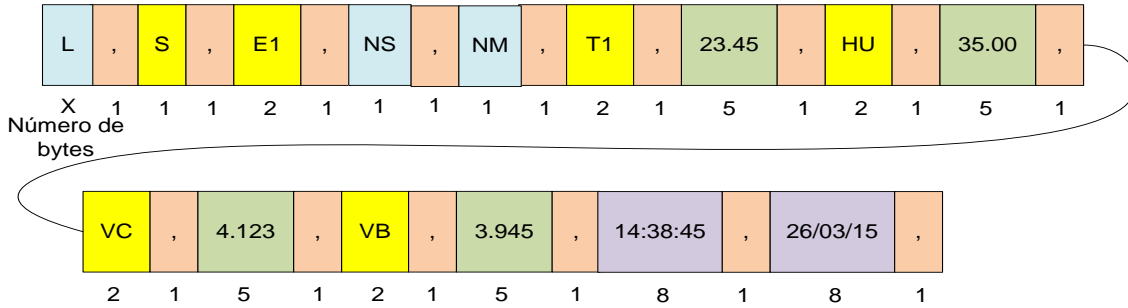
módulo gprs sim900 que se utilizó para el desarrollo de la tesis.



## ANEXO 07

### Ejemplo de una trama de datos:

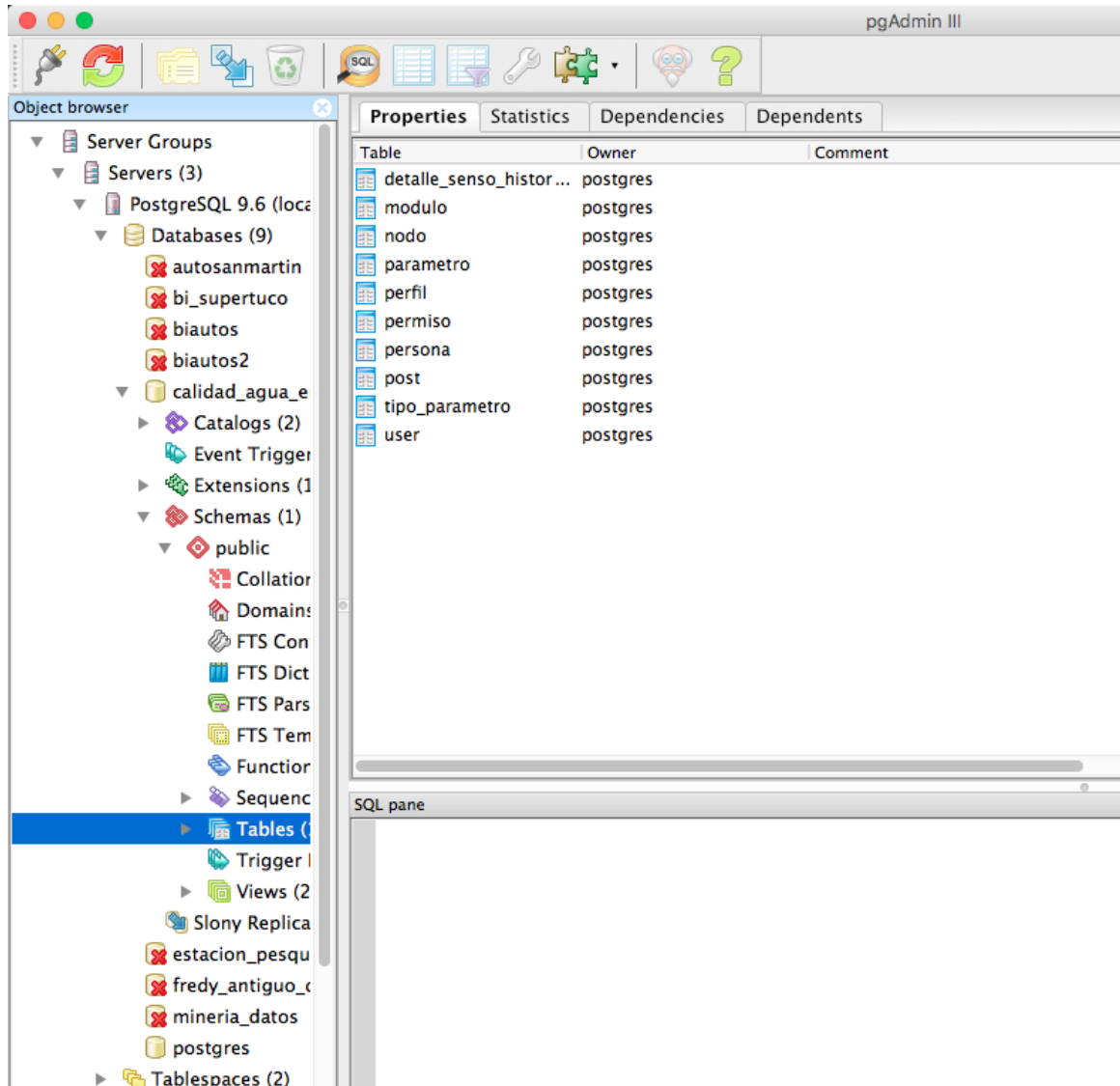
- datos=66,S,E1,5,1,T1,23.45,DO,7.88,PH,8.09,CE,213.4,16:44:30,11/11/11,
- El significado de cada campo luego del string “datos=” es el siguiente:



Denominación	Formato
Longitud de la cadena	L. Longitud. Formato ASCII. Considerando desde la primera coma hasta el final de la cadena, más 2
Tipo de envío	S / M. Formato ASCII
ID del equipo sensor	E1. Formato ASCII. Actualmente Puede Variar desde E0 hasta E9
Número de sensores	NS. Formato ASCII
Número de medidas	NM. Formato ASCII
ID de la temperatura	T1
Valor de la temperatura	25.45
ID del OXÍGENO DISUELTO	DO
Valor del Oxígeno disuelto	7.88
ID del Ph	PH
Valor del ph	8.09
ID de conductividad eléctrica	CE
Valor de la conductividad eléctrica	213.4
Hora	14:38:45. Actualmente son horas y fechas estáticas
Fecha	26/03/15

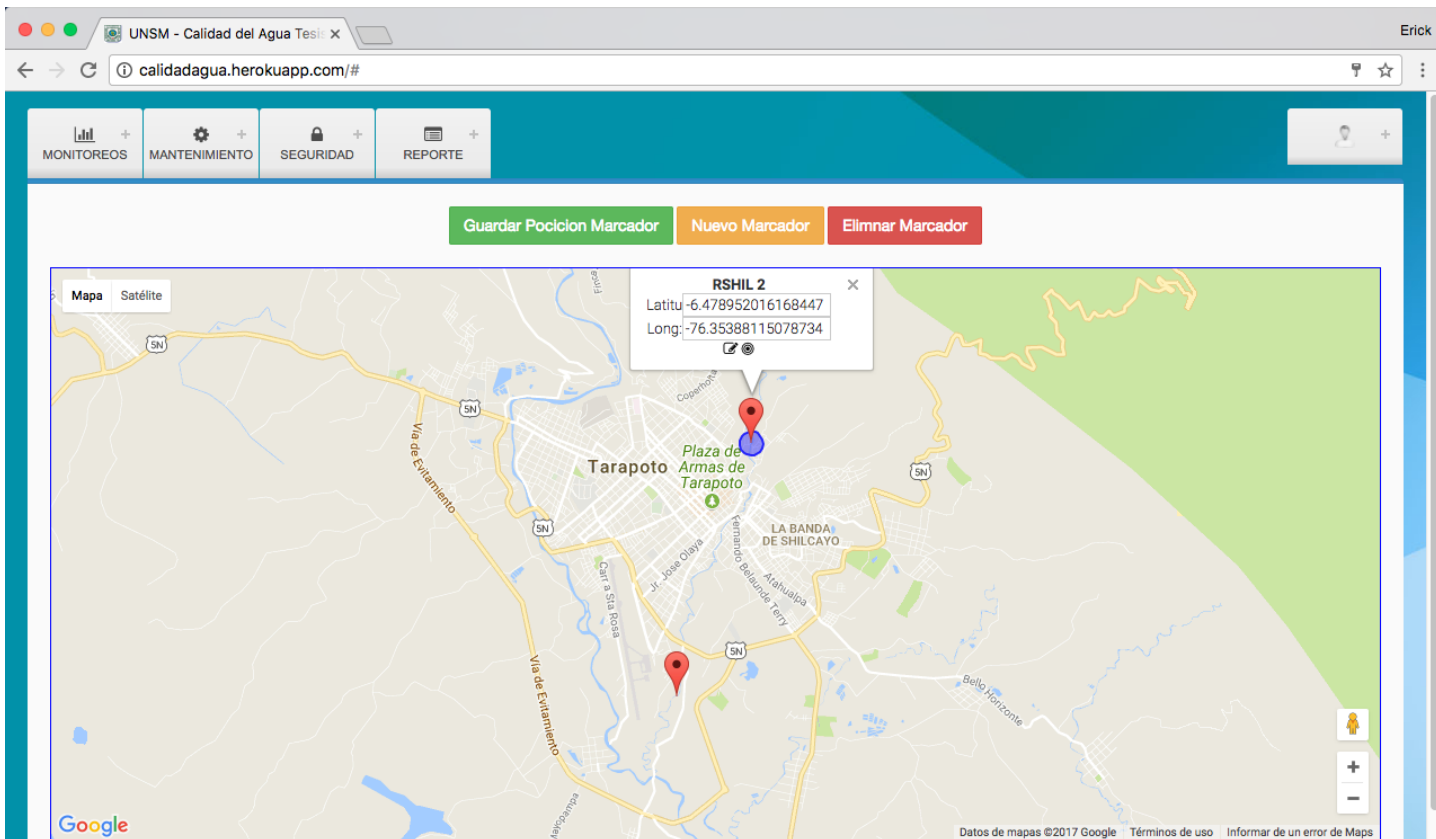
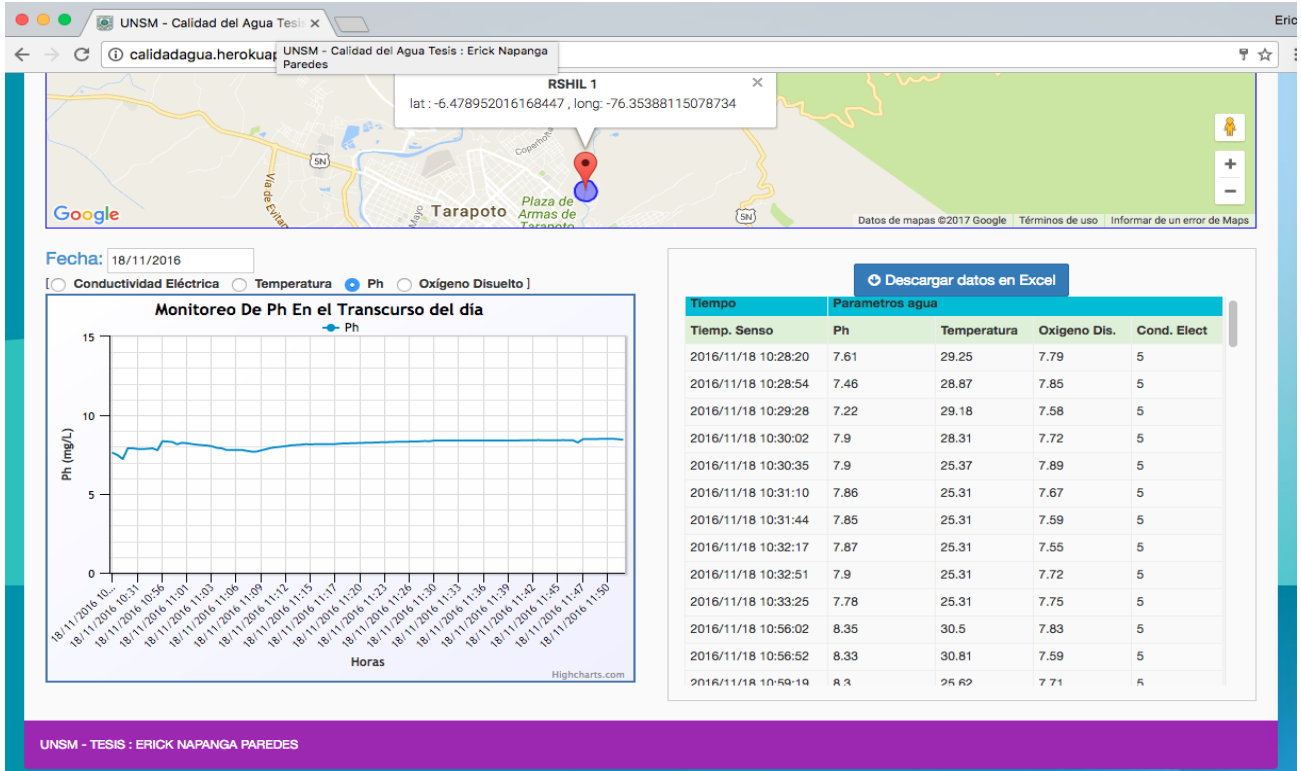
## ANEXO 08

Tablas de la Base de datos En PostgreSQL, al momento de la creación del software web.



# ANEXO 09

## Sistema web de monitoreo



## ANEXO 10

**Tabla 12: Datos obtenidos de los parámetros básicos a través de la red de sensores en el primer un punto RSHIL1.**

Fecha y tiempo del censo	pH		Temperatura		oxígeno disuelto	
	medida unidad de ph	diferencia^2 $(x_i - \bar{x})^2$	medida °C	diferencia^2 $(x_i - \bar{x})^2$	medida mg O <sub>2</sub> /L	diferencia^2 $(x_i - \bar{x})^2$
11/18/2016 15:28:20	7.61	0.343350925	29.25	9.645205261	7.79	0.005145303
11/18/2016 15:28:54	7.46	0.541639386	28.87	7.429293722	7.85	0.017352996
11/18/2016 15:29:28	7.22	0.952500925	29.18	9.21531103	7.58	0.01911838
11/18/2016 15:30:02	7.9	0.087593232	28.31	4.690139876	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 15:30:35	7.9	0.087593232	25.37	0.599582184	7.89	0.029491457
11/18/2016 15:31:10	7.86	0.112870155	25.31	0.696101415	7.67	0.002329919
11/18/2016 15:31:44	7.85	0.119689386	25.31	0.696101415	7.59	0.016452996
11/18/2016 15:32:17	7.87	0.106250925	25.31	0.696101415	7.55	0.028314534
11/18/2016 15:32:51	7.9	0.087593232	25.31	0.696101415	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 15:33:25	7.78	0.173024001	25.31	0.696101415	7.75	0.001006842
11/18/2016 15:56:02	8.35	0.023727848	30.5	18.97188795	7.83	0.012483765
11/18/2016 15:56:52	8.33	0.017966309	30.81	21.76850526	7.59	0.016452996
11/18/2016 15:59:19	8.3	0.010824001	25.62	0.274918722	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 15:59:52	8.16	0.001293232	25.62	0.274918722	7.59	0.016452996
11/18/2016 16:00:26	8.25	0.002920155	25.68	0.215599491	7.76	0.001741457
11/18/2016 16:01:00	8.22	0.000577848	25.68	0.215599491	7.86	0.020087611
11/18/2016 16:01:34	8.17	0.000674001	25.68	0.215599491	7.78	0.003810688
11/18/2016 16:02:08	8.13	0.004350925	25.68	0.215599491	7.68	0.001464534
11/18/2016 16:02:42	8.1	0.009208617	25.75	0.155493722	7.82	0.010349149
11/18/2016 16:03:16	8.08	0.013447078	25.75	0.155493722	7.81	0.008414534
11/18/2016 16:03:49	8.03	0.027543232	25.75	0.155493722	7.85	0.017352996
11/18/2016 16:04:24	7.93	0.07073554	25.75	0.155493722	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:04:57	7.9	0.087593232	25.68	0.215599491	7.77	0.002676072
11/18/2016 16:05:32	7.79	0.164804771	25.68	0.215599491	7.76	0.001741457
11/18/2016 16:06:05	7.8	0.15678554	25.75	0.155493722	7.57	0.021983765
11/18/2016 16:06:39	7.8	0.15678554	25.75	0.155493722	7.85	0.017352996
11/18/2016 16:07:13	7.8	0.15678554	25.68	0.215599491	7.79	0.005145303
11/18/2016 16:07:47	7.74	0.207900925	25.75	0.155493722	7.64	0.006126072
11/18/2016 16:08:21	7.69	0.255997078	25.75	0.155493722	7.63	0.007791457
11/18/2016 16:08:55	7.69	0.255997078	25.75	0.155493722	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:09:29	7.77	0.181443232	25.75	0.155493722	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:10:03	7.85	0.119689386	25.75	0.155493722	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:10:37	7.93	0.07073554	25.75	0.155493722	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:11:11	7.97	0.051058617	25.75	0.155493722	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:11:44	8	0.038400925	25.75	0.155493722	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:12:18	8.04	0.024324001	25.81	0.111774491	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:12:52	8.09	0.011227848	25.75	0.155493722	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:13:26	8.11	0.007389386	25.81	0.111774491	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:14:00	8.13	0.004350925	25.81	0.111774491	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:14:34	8.16	0.001293232	25.81	0.111774491	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:15:08	8.15	0.002112463	25.81	0.111774491	7.71	6.83802E-05

11/18/2016 16:15:41	8.16	0.001293232	25.81	0.111774491	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:16:16	8.16	0.001293232	25.87	0.075255261	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:16:49	8.17	0.000674001	25.87	0.075255261	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:17:24	8.17	0.000674001	25.87	0.075255261	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:17:57	8.17	0.000674001	25.87	0.075255261	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:18:31	8.2	1.63092E-05	25.87	0.075255261	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:19:05	8.21	0.000197078	25.87	0.075255261	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:19:39	8.22	0.000577848	25.87	0.075255261	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:20:13	8.23	0.001158617	25.93	0.04593603	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:20:47	8.24	0.001939386	25.93	0.04593603	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:21:21	8.25	0.002920155	25.93	0.04593603	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:21:55	8.25	0.002920155	25.87	0.075255261	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:22:28	8.27	0.005481694	26	0.020830261	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:23:03	8.28	0.007062463	26	0.020830261	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:23:36	8.28	0.007062463	26	0.020830261	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:24:13	8.3	0.010824001	26.06	0.007111103	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:24:44	8.31	0.013004771	26.06	0.007111103	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:25:19	8.32	0.01538554	26.06	0.007111103	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:25:52	8.31	0.013004771	26.06	0.007111103	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:26:26	8.33	0.017966309	26.06	0.007111103	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:27:00	8.34	0.020747078	26.06	0.007111103	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:27:34	8.34	0.020747078	26.06	0.007111103	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:28:08	8.36	0.026908617	26.12	0.000591799	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:28:41	8.35	0.023727848	26.06	0.007111103	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:30:58	8.4	0.041631694	26.12	0.000591799	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:31:32	8.39	0.037650925	26.12	0.000591799	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:32:05	8.39	0.037650925	26.12	0.000591799	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:32:39	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:33:13	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:33:47	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:34:20	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:34:55	8.39	0.037650925	26.18	0.001272568	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:35:29	8.39	0.037650925	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:36:03	8.39	0.037650925	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:36:36	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:37:11	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:37:44	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:38:18	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:38:52	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:39:26	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:40:00	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:40:34	8.4	0.041631694	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:41:07	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:41:42	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:42:15	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:42:50	8.42	0.050193232	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:43:23	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:43:57	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:44:31	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:45:05	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:45:39	8.42	0.050193232	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:46:13	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765

11/18/2016 16:46:47	8.41	0.045812463	26.18	0.001272568	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:47:21	8.27	0.005481694	25.56	0.341437953	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:47:55	8.48	0.080677848	26.18	0.001272568	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:48:29	8.49	0.086458617	26.25	0.011166799	7.72	2.99556E-06
11/18/2016 16:49:03	8.48	0.080677848	26.18	0.001272568	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:49:37	8.49	0.086458617	26.25	0.011166799	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:50:10	8.51	0.098620155	26.25	0.011166799	7.7	0.000333765
11/18/2016 16:50:44	8.51	0.098620155	26.25	0.011166799	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:51:18	8.51	0.098620155	26.25	0.011166799	7.73	0.000137611
11/18/2016 16:51:52	8.48	0.080677848	26.25	0.011166799	7.71	6.83802E-05
11/18/2016 16:52:26	8.45	0.06453554	26.25	0.011166799	7.73	0.000137611
$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$		<b>6.969303846</b>		<b>82.17935288</b>		<b>0.303088462</b>

**Tabla 13: Datos obtenidos de los parámetros básicos a través de la red de sensores en el segundo punto RSHIL2.**

Fecha y tiempo del censo	PH		TEMPERATURA		OXÍGENO DISUELT	
	Medida unidad de pH	diferencia^2 $(x_i - \bar{x})^2$	Medida °C	diferencia^2 $(x_i - \bar{x})^2$	Medida mg O <sub>2</sub> /L	diferencia^2 $(x_i - \bar{x})^2$
12/1/2016 20:29:29	6.82	0.034127701	35	22.9743626	3.12	0.059638781
12/1/2016 20:30:03	6.91	0.008975069	35.12	24.1391205	3.5	0.018438781
12/1/2016 20:30:37	7.02	0.000232964	34.75	20.64028366	3.42	0.003112465
12/1/2016 20:31:12	7.1	0.009075069	34.06	14.84682576	3.39	0.000665097
12/1/2016 20:31:46	7.04	0.00124349	29.56	0.418404709	3.38	0.000249307
12/1/2016 20:32:20	7.03	0.000638227	29.25	0.915546814	3.37	3.3518E-05
12/1/2016 20:32:55	7.1	0.009075069	29.18	1.054404709	3.29	0.005507202
12/1/2016 20:33:28	7.19	0.034322438	29.18	1.054404709	3.35	0.000201939
12/1/2016 20:34:04	7.07	0.00425928	29.18	1.054404709	3.36	1.77285E-05
12/1/2016 20:34:37	6.92	0.007180332	28.37	3.37398892	3.38	0.000249307
12/1/2016 20:40:01	6.96	0.002001385	27.81	5.744852078	3.37	3.3518E-05
12/1/2016 20:40:35	6.96	0.002001385	27.87	5.460831025	3.36	1.77285E-05
12/1/2016 20:41:10	6.97	0.001206648	29.37	0.700304709	3.34	0.00058615
12/1/2016 20:41:44	6.98	0.000611911	29.37	0.700304709	3.37	3.3518E-05
12/1/2016 20:42:18	6.99	0.000217175	29.37	0.700304709	3.5	0.018438781
12/1/2016 20:42:52	7	2.24377E-05	29.31	0.804325762	3.4	0.001280886
12/1/2016 20:43:26	7.05	0.002048753	29.37	0.700304709	3.29	0.005507202
12/1/2016 20:44:00	7	2.24377E-05	29.31	0.804325762	3.36	1.77285E-05
12/1/2016 20:44:34	6.98	0.000611911	28.5	2.913309972	3.37	3.3518E-05



## ANEXO 11

	<b>PERÚ</b>	Ministerio de Agricultura	Autoridad Nacional del Agua
---	-------------	------------------------------	--------------------------------

### **Parámetros de calidad del agua e indicadores de contaminación**

Betty Chung Tong  
Responsable  
Área de Gestión de la Calidad del Agua  
y Control de Vertimientos  
DCPRH

PRIMER TALLER DE CALIDAD DEL AGUA  
Organizado por ANA  
7,8 y 9 de abril del 2010

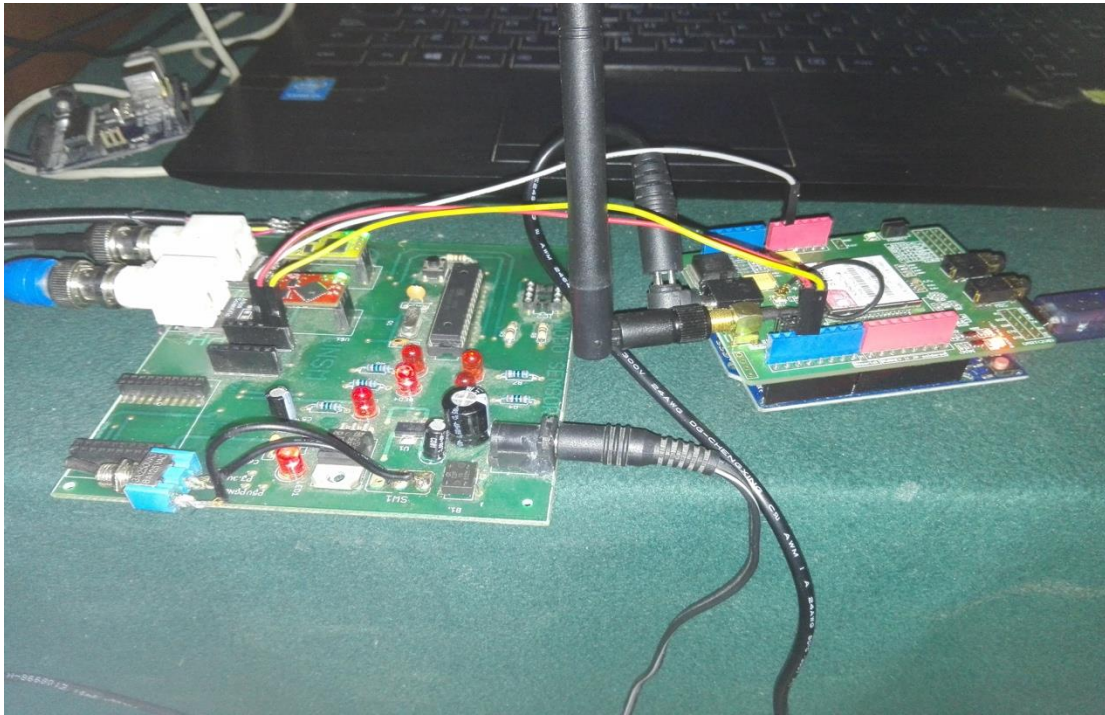
### **Parámetros básicos de monitoreo de la calidad del recurso hídrico (a)**

- **Coliformes termotolerantes**
- **pH**
- **Temperatura ,°C**
- **DBO5 (Demanda Bioquímica de Oxígeno)**
- **SST (Sólidos Suspendidos Totales)**
- **Oxígeno disuelto**
- **DQO (Demanda Química de Oxígeno)**

- 1
- 2
- 3

## ANEXO 12

Testeos al sistema de red de sensores y sistema web



- 4

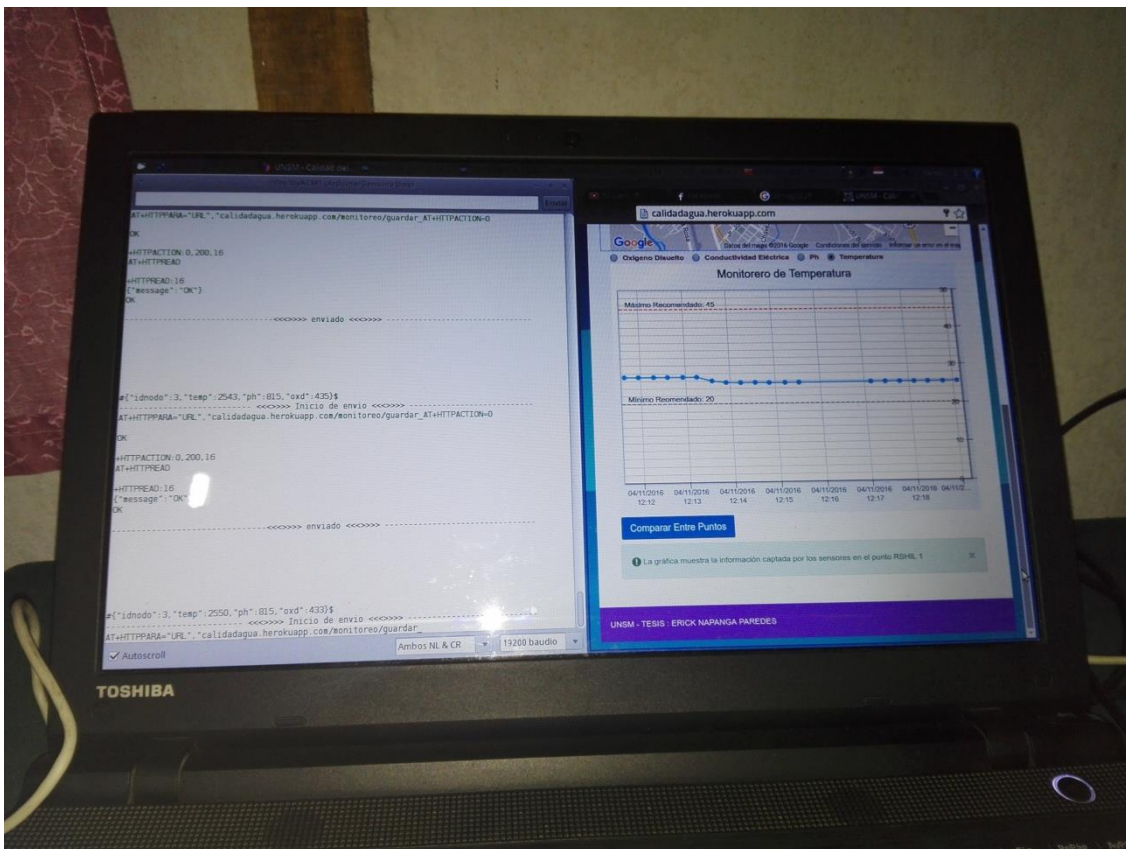


Figura 10. Resultado de los parámetros básicos del agua superficial en la cuenca del río Mayo.

FECHA(S) Y HORA DE MONITOREO:		ECA-Agua: Categoría 4 (Rios selva)	21/10/2015	21/10/2015	21/10/2015	21/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	22/10/2015	
			08:31	11:25	12:30	13:30	05:40	07:10	07:50	15:10	07:45	10:55	12:20	12:45	15:10	15:55
Parámetros	Código del punto de monitoreo	Unidad	RMayo2	RTonch 2	RTonch 1	RMayo4	RMayo3	RGera1	RMayo5	RMayo7	RMayo6	RCumb1	RCumb2	RCumb3	RShil1	RShil2
<b>METROS FISICOS</b>																
Oxígeno Disuelto	mg O <sub>2</sub> /L	≥5	6.66	6.06	7.38	5.21	5.97	8.47	7.64	7.35	7.62	6.69	3.57	3.73	6.68	3.37
pH	Unidad de pH	6.5-8.5	7.81	7.88	8.02	7.55	7.81	8.47	7.84	8.11	8.15	7.69	7.59	7.48	8.13	6.98
Temperatura	°Celsius	-	22.12	24.82	24.42	22.78	22.77	23.02	23.25	25.48	27.15	27.09	31.77	32.12	27.14	31.74
Conductividad Eléctrica	µs/cm	-	238.50	281.70	287.40	217.20	277.80	1917.00	245.30	422.00	255.32	496.00	520.10	274.00	160.00	818.20
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O <sub>2</sub> /L	<10	5	3	ND(<3)	ND(<3)	5	4	6	ND(<3)	6	6	8	8	ND(<3)	220
Demanda Química de Oxígeno	mg O <sub>2</sub> /L	-	16	20	ND(<6)	12	16	16	16	32	52	16	20	24	16	581
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	43	25	20	91	36	18	79	137	284	4	30	100	11	173

