

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRAL
PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA Y
ANUNCIO DE RIESGOS DE INUNDACIONES**

En Asocio con Protección Civil de San Miguel y
Alcaldía Municipal de San Miguel

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
LIC. ROBERTO CARLOS GAITÁN QUINTANILLA

DOCENTE CO INVESTIGADOR:
TÉC. FERMÍN OSORIO GÓMEZ.

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

ENERO 2019

INFORME FINAL DE INVESTIGACIÓN

**DESARROLLO DE UN SISTEMA INTEGRAL
PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA Y
ANUNCIO DE RIESGOS DE INUNDACIONES**

En Asocio con Protección Civil de San Miguel y
Alcaldía Municipal de San Miguel

DOCENTE INVESTIGADOR PRINCIPAL:
LIC. ROBERTO CARLOS GAITÁN QUINTANILLA

DOCENTE CO INVESTIGADOR:
TÉC. FERMÍN OSORIO GÓMEZ.

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA
CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

ENERO 2019

Rectora

Licda. MEd. Elsy Escolar SantoDomingo

Vicerrector Académico

Ing. Carlos Alberto Arriola Martínez

Vicerrectora Técnica Administrativa

Inga. Frineé Violeta Castillo

Dirección de Investigación y Proyección Social

Ing. Mario W. Montes Arias, Director

Ing. David Emmanuel Ágreda Trujillo

Inga. Ingrid Janeth Ulloa de Posada

Sra. Edith Aracely Cardoza de González

Director Centro Regional San Miguel

Lic. Mario Alsides Vásquez Cruz

681.76

G144d

SV

Gaitán Quintanilla, Roberto Carlos, 1976 -

Desarrollo de un sistema integral para la detección temprana y anuncio de riesgos de inundaciones / Roberto Carlos Gaitán Quintanilla, Fermín Osorio Gómez, coaut. -- 1ª ed. -- Santa Tecla, La Libertad, El Salv. : ITCA Editores, 2019. 56 p. : il ; 28 cm.

Datos publicados también en forma digital

ISBN : 978-99961-39-07-9 (Impreso)

ISBN : 978-99961-39-08-6 (E-Book)

1. Ingeniería hidráulica - Aparatos e instrumentos. 2. Prevención de daños por inundaciones. 3. Control de inundaciones. I. Osorio Gómez, Fermín, coaut. II. Título.

Autor

Lic. Roberto Carlos Gaitán Quintanilla

Co Autor

Téc. Fermín Osorio Gómez

Tiraje: 13 ejemplares

Año 2019

Este documento técnico es una publicación de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE; tiene el propósito de difundir la Ciencia, la Tecnología y la Innovación CTI, entre la comunidad académica, el sector empresarial y la sociedad, como un aporte al desarrollo del país. Para referirse al contenido debe citar el nombre del autor y el título del documento. El contenido de este Informe es responsabilidad de los autores.



Atribución-No Comercial
Compartir Igual
4.0 Internacional

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons. No se permite el uso comercial de la obra original ni de las posibles obras derivadas, cuya distribución debe hacerse mediante una licencia igual que la sujeta a la obra original.

Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE
Km 11.5 carretera a Santa Tecla, La Libertad, El Salvador, Centro América
Sitio Web: www.itca.edu.sv
TEL: (503)2132-7423

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	4
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
2.1.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2.	ANTECEDENTES	5
2.3.	JUSTIFICACIÓN	10
3.	OBJETIVOS	11
3.1.	OBJETIVO GENERAL	11
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
4.	HIPÓTESIS	12
5.	MARCO TEÓRICO	12
5.1.	¿QUÉ ES UN SAT?	12
5.2.	SENSORES DE NIVEL DE AGUA O NIVEL DE CRECIMIENTO DEL RÍO	13
6.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	15
6.1.	MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA	15
7.	RESULTADOS	16
7.1.	ESTACIÓN HIDROMÉTRICA	17
7.2.	SOFTWARE	24
8.	CONCLUSIONES	27
9.	RECOMENDACIONES	27
10.	GLOSARIO	28
11.	BIBLIOGRAFÍA	29
12.	ANEXOS	30
12.1.	ANEXO 1: MANUAL DE CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN REMOTA	30
12.2.	ANEXO 2: MANUAL DE MONITOREO EN LA NUBE	41
12.3.	ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO	51

1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto de investigación fue realizado por docentes investigadores en colaboración con los estudiantes de las carreras técnicas en ingeniería de Eléctrica y Sistemas Informáticos.

El objetivo del proyecto fue el de diseñar y construir un sistema capaz de emitir una alerta temprana ante las crecidas del río Grande de San Miguel en temporadas de lluvia, para evitar los riesgos de inundación y daños a las familias asentadas en la rivera de éste. Para ello fue necesario analizar las diversas tecnologías emergentes disponibles en el mercado que se pudieran integrar para los fines específicos del proyecto.

Para los propósitos anteriores se hizo un planteamiento del problema, en el cual se definió la necesidad que tienen las comunidades de ser alertadas de forma temprana sobre los riesgos de inundaciones, para salvaguardar sus vidas y sus posesiones. En los antecedentes, se expone el alto grado de vulnerabilidad que tienen estas comunidades ante las crecidas del río Grande de San Miguel y cómo han sido afectadas históricamente. En la hipótesis, se buscó comprobar si era posible diseñar un sistema digital que pudiera alertar de forma oportuna de los riesgos de inundaciones. Lo anterior, condujo a que la metodología se centrara en la búsqueda de tecnología que ya se usa para solucionar diferentes problemas de la humanidad, para combinarlas en la solución del problema planteado en el proyecto. Como resultado de lo anterior fue posible identificar, adquirir y experimentar con un prototipo construido con los equipos tecnológicos investigados. Lo anterior permitió comprobar que el prototipo, una vez programado, puede detectar los cambios en los niveles de líquidos en relación con la presión atmosférica y poder comunicar a varios dispositivos móviles esos cambios, proporcionando información oportuna que sirva de base para la toma de decisiones de las autoridades y los propios habitantes de las comunidades.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El cambio climático es un fenómeno que afecta a la humanidad y que ocasiona estragos día a día. En el Salvador este fenómeno es una realidad que sufren las comunidades más vulnerables. Por ejemplo, entre noviembre de 2009 y octubre de 2011 El Salvador sufrió cinco fenómenos climáticos extremos: cuatro tormentas tropicales a saber: Ida, Agatha, Alex y Mathew, y la depresión tropical 12E. Los daños materiales causados por estos fenómenos fueron enormes, generando cifras que se cuentan en millones de dólares.

En un artículo publicado por *National Geographic*, se especifica que:

Existen pocos lugares sobre la faz de la Tierra en los que el ser humano no tenga que preocuparse por las inundaciones. Cualquier lugar con precipitaciones es vulnerable, aunque la lluvia no es el único impulsor de las inundaciones. Éstas ocurren cuando el agua se desborda o inunda tierra generalmente seca. Este fenómeno puede suceder en una gran cantidad de formas. La más habitual es aquella en las que los ríos o arroyos desbordan sus riberas. Las lluvias excesivas, las presas o diques desbordados, la fusión rápida de glaciares montañosos e incluso los diques construidos por

castores en ubicaciones no propicias, pueden bloquear los cauces e inundar los terrenos adyacentes, que reciben el nombre de planicies aluviales o vegas de inundación”¹

El agua en movimiento posee un formidable poder de destrucción. Cuando un río desborda sus riberas o el mar se adentra en tierra firme, las estructuras endebles tienen poca probabilidad de resistir los embates del agua. El agua puede levantar y transportar puentes, casas, árboles y coches como hojas. La fuerza erosiva del torrente de agua puede arrastrar la tierra bajo los cimientos de las edificaciones haciendo que se quiebren y derrumben.

En el departamento de San Miguel el invierno es una causa de preocupación para algunas comunidades, especialmente aquellas que atraviesa el río Grande de San Miguel, ya que existe el riesgo latente de inundación. Entre algunas de ellas están el cantón La Canoa, colonia Río Grande, cantón El Brazo, entre otros.

El río Grande de San Miguel nace cerca del cantón Joya Grande, a una elevación de 600 msnm, con el nombre de Agua Zarca y drena directamente a la Bahía de Jiquilisco, en el Océano Pacífico. La sub cuenca tiene una longitud del cauce más largo de 137km, con pendiente media del 12.5%, y elevación media de 279.6 msnm.

A raíz de eso se presenta la siguiente interrogante:

¿Será posible identificar e integrar tecnologías emergentes diversas que permita el desarrollo de un novedoso sistema digital inteligente como herramienta para la detección temprana y anuncio oportuno de alto riesgo de inundaciones, que permita la evacuación y resguardo de las vidas humanas que viven a orillas del río Grande de San Miguel?

2.2. ANTECEDENTES

En la actualidad, el ente rector de la gestión de riesgo en El Salvador es la Dirección General de Protección Civil. Esta institución únicamente cuenta con un sistema de alerta comunitario, con poco uso de tecnologías, el cual está comprendido en procesos manuales. Para ello han instalado en un punto estratégico elevado del río a una persona encargada, quien tienen la función de ir a revisar la crecida del río mediante la observación de los niveles establecidos para dar una alerta. Esta persona hace una llamada telefónica a Protección Civil para informar cuando las crecidas alcanzan esos niveles.

ITCA-FEPADE Centro Regional San Miguel, institución educativa que vincula la educación, proyección social y la investigación, ha realizado un análisis sistemático y ha documentado las crecidas del río Grande de San Miguel, tomando como base el paso del río por el puente Urbina de la ciudad de San Miguel. También se han identificado las comunidades afectadas por los desbordamientos del Río, además de la adquisición de herramientas tecnológicas capaces de medir presión, humedad entre otras variables climáticas que permitirán tener información actualizada y oportuna respecto a las variaciones del río Grande de San Miguel durante las temporadas de lluvia.

Entre estas tecnologías emergentes están:

¹ Disponible en <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/desastres-naturales/floods-profile>

SOFTWARE:

HOBOWare®

Potente, intuitivo y único: utilizado para poner los datos o lecturas en uso productivo, permite trazar o exportar datos a hojas de cálculo y realizar así un análisis más intuitivo. HOBOWare® Pro es fácil de configurar y su interfaz intuitiva, de apuntar y hacer clic, hace que sea más fácil de ejecutar. Esta aplicación de registro de datos es compatible con todos los registradores de datos HOBO y nodos de datos inalámbricos



Figura 1: HOBOWare Pro, pantalla de inicio

GPRS RTU SOFTWARE

CWT5111 GPRS RTU habilita varios tipos de dispositivos con I / O y AD y protocolos estándar para comunicarse a través de la red GSM / GPRS e Internet de manera fácil y gratuita. Puede construir un túnel de datos GPRS sin problemas entre el extremo host y el extremo remoto, asegurando una comunicación eficiente para la transmisión de datos y la administración remota de dispositivos. CWT5111 es una solución ideal para automatización de fábrica, monitoreo ambiental y administración remota de dispositivos para la industria M2M.

Hay un chip microprocesador incorporado que se ejecuta en un sistema operativo en tiempo real. Da respuesta inmediata a cualquier cambio en las condiciones tanto de entrada como de salida. Un módem GSM está integrado en la RTU, el usuario tiene que suscribirse a una tarjeta SIM para la RTU. La RTU se puede instalar en cualquier ubicación con cobertura GSM.

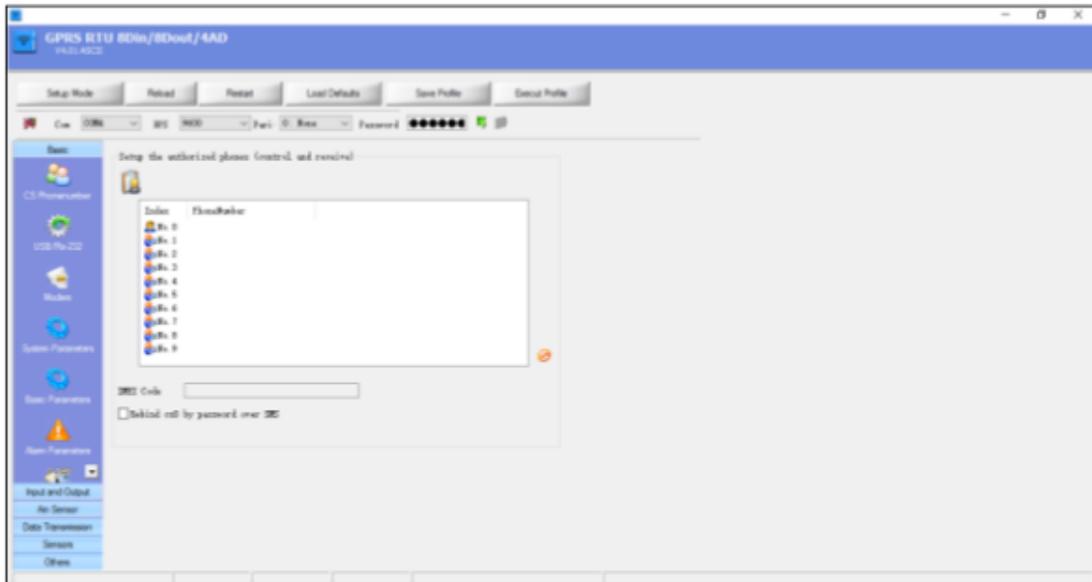


Figura 2: GPRSTU Software

HARDWARE

GLT500 sensor de nivel del depósito de agua tiene la estructura y aplicaciones especiales con alta precisión, pequeño volumen, estabilidad, más resistencia a la abrasión, aceite, ácido y álcali. Es ampliamente utilizado en las aguas residuales, tratamiento de ríos y lagos, así como los canales, grandes ríos, embalses y vigilancia costera.

CWT5111 GSM/GPRS RTU, GSM/GPRS Controller, GPRS Data Logger



Figura 3: CWT5111 Data Logger

Dispositivo encargado de transmitir y recibir señales del sensor a dispositivos electrónicos remotos.

UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El área de estudio, la sub cuenca del río Grande de San Miguel, se ubica en la Zona Oriental de El Salvador. El área de drenaje es de 2250 km², abarcando cerca del 18% de la totalidad del país, y comprende parte de los municipios de Ciudad Barrios, Sesorí, Chapeltique, Lolotique, Moncagua, Nueva Guadalupe, Chinameca, Quelepa, San Miguel, Comacarán, Uluazapa, Chirilagua, El Tránsito, San Rafael Oriente, y San Jorge en el Departamento de San Miguel; Cacaopera, Gualococti, Osicala, San Simón, Delicias de Concepción, Yoloaiquín, Chilanga, Lolotiquillo, Sociedad, Jocoro, San Francisco Gotera, Sensembra, Yamabal, San Carlos, El Divisadero y Guatajiagua en el Departamento de Morazán; Jucuapa, California, Santa Elena, San Dionisio, Usulután, Santa María, Ereguayquín, Concepción Batres y Jucuarán en el Departamento de Usulután; y La Unión, Intipucá, El Carmen, San Alejo, Yayantique y Yucuaiquín en el Departamento de La Unión.

Geográficamente la región se ubica entre las coordenadas 13°13' y 13°48' de latitud norte y, 87°57' y 88°25' de longitud oeste. La figura 1.1 muestra los cuadrantes a escala 1: 25,000 que abarcan la región en estudio, y en la tabla 1.1 se presentan los nombres de dichos cuadrantes junto a el número de la hoja y las abreviaturas utilizadas.

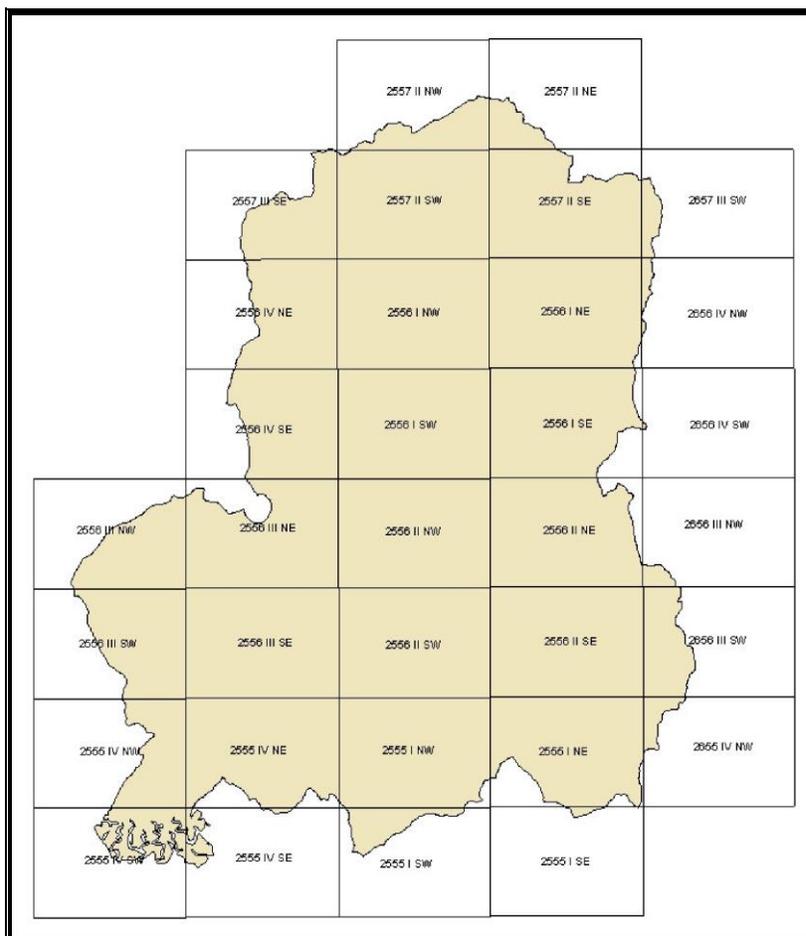


Fig. 4 Cuadrantes a escala 1:25,000 que cubren la zona de estudio. Fuente: CNR

Nombre del cuadrante	Número de la hoja	Abreviatura
Laguna de Olomega	2555 I NE	LDO
Jucuarán	2555 I NW	JCR
Intipucá	2555 I SE	INT
Chirilagua	2555 I SW	CHR
Moropala	2555 IV NE	MOR
San Dionisio	2555 IV NW	SDI
El Espino	2555 IV SE	EES
Bahía de Jiquilisco	2555 IV SW	BDJ
Jocoro	2556 I NE	JOC

Tabla 1. Cuadrantes a escala 1:25,000 que cubren la zona de estudio. Fuente: CNR

La región tiene una extensa red de comunicación entre la que se encuentra la CA-1 o carretera Panamericana que la cruza por el centro, la CA-2, carretera del Litoral al sur, la CA-7 o Ruta Militar que enlaza la ciudad de San Miguel con Santa Rosa de Lima y San Francisco Gotera.

Existe una cobertura vegetal moderada en la mayoría de la cuenca, y la agricultura se practica principalmente en la parte baja de la cuenca mediante la siembra de cañales en su mayoría. Se considera que la producción de sedimentos en la cuenca es bastante alta debido a la poca cobertura vegetal y al tipo de suelo existente en el área².

² Magaña, M. Sonia & Saguer, G. Ricardo. (2005). ubicación geográfica. En Estudio hidrológico de la subcuenca del río grande de San miguel(pp6-16). El Salvador: UCA editores.

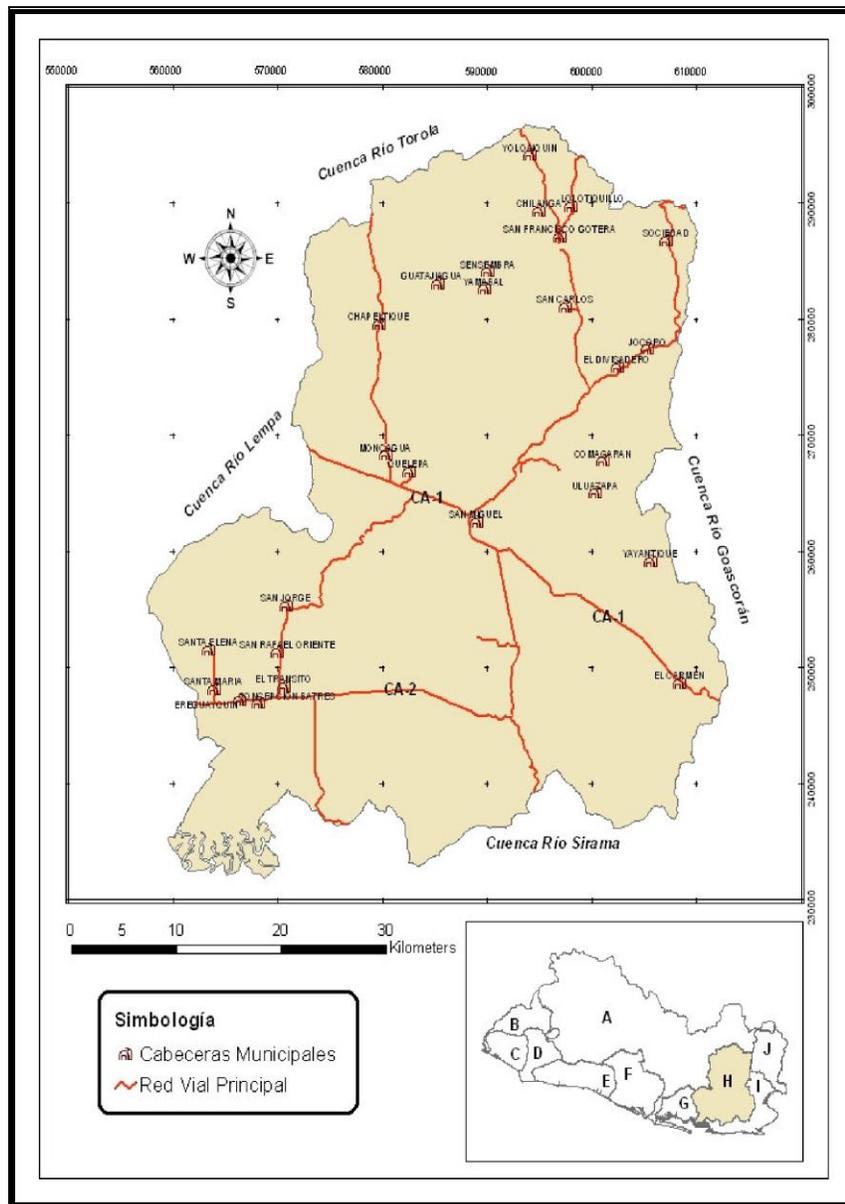


Fig. 5 Ubicación geográfica y límites de la zona de estudio

2.3. JUSTIFICACIÓN

La Región Centroamericana con frecuencia sufre alteraciones climáticas que se traducen en escasez o exceso de lluvias provenientes ya sea del mar Caribe o del Océano Pacífico. Dichas alteraciones climáticas son influenciadas por los fenómenos de la niña o el niño en la época de invierno, cuyo efecto genera inundaciones en las partes bajas de los márgenes de los ríos y otros cuerpos de agua, así como también en la zona costera.

Existen entidades gubernamentales cuya razón de ser está enfocada al tratamiento de eventualidades, sean estas causadas por sismos, erupciones volcánicas o inundaciones, ya que El Salvador no está exento a la ocurrencia de estos fenómenos. Son las Alcaldías Municipales o Protección Civil las

entidades que en primera instancia ofrecen ayuda a las comunidades en las cuales se suscitan dichas adversidades. Estas instituciones se apoyan del sistema SATCA web (Sistema de Alerta Temprana para Centro América), proyecto de gestión de riesgo y alerta temprana impulsado por el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas³, el cual presenta información gráfica y en tiempo real del clima en la región centroamericana y El Caribe, así como también de eventos como terremotos o erupciones volcánicas. Otro de los sistemas para el monitoreo es proporcionado por la SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales) específicamente para El Salvador a través del Sistema de Referencia Territorial (SRT)⁴, que comparte la información entre las entidades pertinentes. En el caso de inundaciones y a pesar de que el acceso a dichos portales web antes mencionados es público, las comunidades en las cuencas del río Grande de San Miguel tales como Cantón La Canoa, Colonia Río Grande, Colonia Jardines del Río, no cuentan con la tecnología o recursos necesarios para tener acceso a dicha información ya que a lo sumo poseen los servicios básicos de energía eléctrica. Utilizan medios de comunicación como teléfonos celulares, televisión o radio. Los dos últimos son medios en los que la información les llega cuando un evento de inundación ya es un hecho.

Por ello se ha identificado la necesidad de que estas comunidades puedan contar con un sistema que permita predecir con suficiente tiempo, la ocurrencia de riesgo de inundación, para prevenir a los pobladores a través de mensajes de texto en su celular sobre el nivel del río Grande en épocas de lluvia, de tal forma que sus habitantes, ya sea por sus propios medios o mediante el apoyo de las instituciones respectivas puedan evacuar sus pertenencias y a ellos mismos, y así minimizar el riesgo de pérdidas materiales y humanas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Integrar las tecnologías emergentes para el desarrollo del sistema digital inteligente que sirva como herramienta para la detección temprana y anuncio oportuno de alto riesgo de inundaciones.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir la fuente fotovoltaica para la estación hidrométrica.
- Instalar la estación hidrométrica en el puente Urbina de San Miguel.
- Realizar pruebas y seguimiento del funcionamiento de la estación hidrométrica.

³ Disponible en www.satcaweb.org

⁴ Disponible en www.snet.gob.sv/SRT/mail.swf

4. HIPÓTESIS

La integración de tecnologías emergentes para el desarrollo de un sistema digital inteligente servirá como herramienta para la detección temprana y anuncio de alto riesgo de inundaciones, proporcionando información oportuna para la evacuación y resguardo de las vidas en orillas del río Grande de San Miguel.

5. MARCO TEÓRICO

Las inundaciones son fenómenos naturales recurrentes, es decir, que suceden de manera repetida y que son parte del ciclo natural del clima. Estos eventos son causados por altas precipitaciones durante períodos prolongados (períodos de lluvias) que aumentan el caudal y cauce de ríos. La lluvia genera subsecuentes desbordes, deslizamientos, movimientos de masa, huaicos, aluviones, etc.

Quienes son más afectados por las inundaciones son las personas que viven cerca de ríos o en áreas de inundación de poca altura.

5.1. ¿QUÉ ES UN SAT?

Un sistema de alerta temprana es un conjunto de mecanismos (sensores) y acciones que están orientadas para advertir de forma oportuna a una población sobre un peligro causado por un desastre inminente o en desarrollo, de modo que las comunidades y las organizaciones amenazadas se preparen y actúen de forma organizada y con suficiente tiempo para realizar procedimientos previamente definidos y reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas humanas, materiales o daños de consideración.

Los SAT son procesos que funcionan todo el tiempo, ya que de esto depende su capacidad de informar con poco tiempo de anticipación sobre la inminencia de un peligro, y deben ser mejorados continuamente, aprendiendo de experiencias anteriores.

Tipos de Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones

El SAT Centralizado es un sistema que utiliza tecnología que requiere de conocimiento técnico experto en lo que se refiere a la observación y monitoreo del fenómeno y en la elaboración del pronóstico de crecida. La observación y monitoreo se basa en redes telemétricas de estaciones de lluvia y nivel de los ríos, que permiten pronósticos de crecida precisos y con anticipación. Se apoya en redes de observación global, como el radar, que permiten desarrollar modelos y pronósticos de tiempo y utiliza una base científica que requiere la participación de profesionales con conocimiento y entrenamiento avanzado para desarrollar modelos Hidrometeoro lógico en los cuales se basan los pronósticos de crecidas. Estos pronósticos permiten la difusión de avisos con antelación a las alertas, aumentando así el tiempo de preparación.

El SAT de inundaciones comunitario es un sistema sencillo que se caracteriza por el uso de equipo de bajo costo y de fácil manejo, operado por miembros de las comunidades, tanto en los componentes de observación y monitoreo del fenómeno como en la comunicación de la alerta. Están basados en la participación activa de voluntarios de las comunidades que viven en la cuenca donde se ha establecido el SAT. Los voluntarios cumplen funciones de trabajo en la respuesta, pero también participan en tareas de prevención con obras de mitigación de bajo costo y que no requieren de conocimiento técnico experto. El papel del voluntario en el control y monitoreo hidrometeorológico es de vital importancia en estos sistemas.

Componentes de los SAT's

Base de monitoreo de río: Esta base se compone de concreto reforzado, se ubica a orilla del río, la cual está diseñada para soportar fuertes crecidas. Cuenta con tres accesos de agua, con el objetivo que ésta se introduzca y marque los niveles de crecida del Río.

Sonda de inmersión para la medición de niveles de río: Este es el elemento que se introduce dentro de la base de monitoreo. La sonda cuenta con una serie de sensores de nivel a cada 14 cm. los cuales registran el aumento del caudal del Río, enviando la información por medio de una línea de transmisión a la vivienda del voluntario.

Estación Local de Monitoreo: Este equipo se en un lugar estratégico, el cual informa de manera gráfica y textual como se encuentra el comportamiento del río y el tipo de alerta en que se encuentra. La información que se almacena localmente y automáticamente envía en tiempo real la información a una oficina de monitoreo, utilizando tecnología GPRS. Ésta es registrada y, en un lapso de pocos segundos, es enviada a los voluntarios de las comunidades de la parte baja de la cuenca informando de la situación en que se encuentra el río aguas arriba.

5.2. SENSORES DE NIVEL DE AGUA O NIVEL DE CRECIMIENTO DEL RÍO

Un tipo de sonda que contiene una serie de terminales sensibles a la humedad y al agua y que al contacto con el agua emiten una señal de presencia de líquido a un circuito electrónico, existen dos tipos, aérea y por inmersión.

Por Inmersión: Estos pueden ser instalados dentro de la cuenca del Río, a una distancia prudente considerados con una regla graduada milimétricamente.



Fig. 6 Sensor por inmersión, utilizando regla telemétrica.

Aérea. Se instalan en la parte superior aérea, y toma lecturas con sistema de infrarrojos que permite determinar la altura del Río en un tiempo determinado.



Fig. 7 Estación SAT Centralizada aérea y Fuente de comunicación y alimentación eléctrica

¿Cómo se le puede dar sostenibilidad y alimentación eléctrica las 24 horas de cada día sin depender de las redes que en momentos de emergencias podrían ser no confiables?

Se instalará una pequeña sub estación fotovoltaica, capaz de dar alimentación eléctrica necesaria para mantener activo el sistema electrónico de control. La subestación contará con su respectivo dimensionamiento de banco de baterías ciclo profundo para garantizar su funcionamiento durante las 24 horas del día.

6. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el proyecto se construyó una estación hidrométrica electrónica inteligente, resultante de la integración de tecnologías emergentes las cuales están desarrolladas para cumplir con tareas específicas de las ciencias, pero que pueden ser aplicadas para medir temperatura, presión atmosférica, humedad, controles de nivel y comunicaciones, entre otras. El desarrollo de esta estación se hizo en 4 pasos:

- Construcción de base para la estación.
- Montaje y prueba de comunicación con el servidor
- Pruebas de enlace con la red de telefonía.
- Sostenibilidad, mantenimiento, aplicación y desarrollo útil después de finalizado el proyecto.

6.1. MATRIZ OPERACIONAL DE LA METODOLOGÍA

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A EJECUTAR	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
Pruebas de comunicación de la estación hidrométrica a través de mensajes de texto a celulares	<ol style="list-style-type: none">1. Conectar a través de la red celular, la planta transmisora a la web.2. Pruebas de enlace telefónico.3. Análisis de la cobertura celular.	<ol style="list-style-type: none">1. Comunicación a través de mensajes de texto a celulares.2. Estadísticas de frecuencia celular.	<p>Componentes y dispositivos electrónicos.</p> <p>Sensores de agua y estación transmisora.</p>
Construcción de la fuente fotovoltaica para la estación hidrométrica	<ol style="list-style-type: none">1. Adecuación del terreno2. Construcción del soporte mecánico.3. Montaje de mini sub estación.	<ol style="list-style-type: none">1. Fuente de energía eléctrica auto sostenible.	<p>Paneles solares.</p> <p>Inversores.</p> <p>Regulador de corriente.</p> <p>Baterías de ciclo profundo.</p> <p>Herrajes varios para la base de la estación.</p>

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES A EJECUTAR	RESULTADOS ESPERADOS	MATERIALES
Instalación de la estación hidrométrica en el puente Urbina de San Miguel.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Construcción de mini caseta para resguardo de paneles y componentes electrónicos. 2. Construcción de una base de concreto para la instalación de los sensores de nivel. 3. Instalación de la sonda sumergible con los sensores de nivel de líquido. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gabinete para el resguardo de componentes electrónicos. 2. Sonda de sensores empotrada a una base de concreto. 	Gabinete metálico NEMA3R 45x60. Sensores de control de nivel. Sensores ultrasónicos. Sonda de inmersión. Cemento. Arena. Hierro. Alambre.
Pruebas y Seguimiento del funcionamiento de la estación hidrométrica	<ol style="list-style-type: none"> 1. Control de nivel de agua. 2. Envío de señal a celular. 3. Capacidad de convertir pulsos electrónicos en mensajes de texto. 4. Auto sostenibilidad eléctrica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Que cuando el agua alcance un nivel específico, envíe mensajes de texto a contactos en las comunidades. 	

7. RESULTADOS

Al finalizar el proceso investigativo, se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Estación hidrométrica instalada en el puente Urbina, que incluye: sistema de generación de energía fotovoltaica, sensor de niveles GLT500, emisor de señal RTU CWT5111 Data Logger, software libre CWT5111 GPRS RTU y acceso a servidor en la web para el monitoreo remoto.
2. Manual de uso y configuración de la estación hidrométrica.

7.1. ESTACIÓN HIDROMÉTRICA

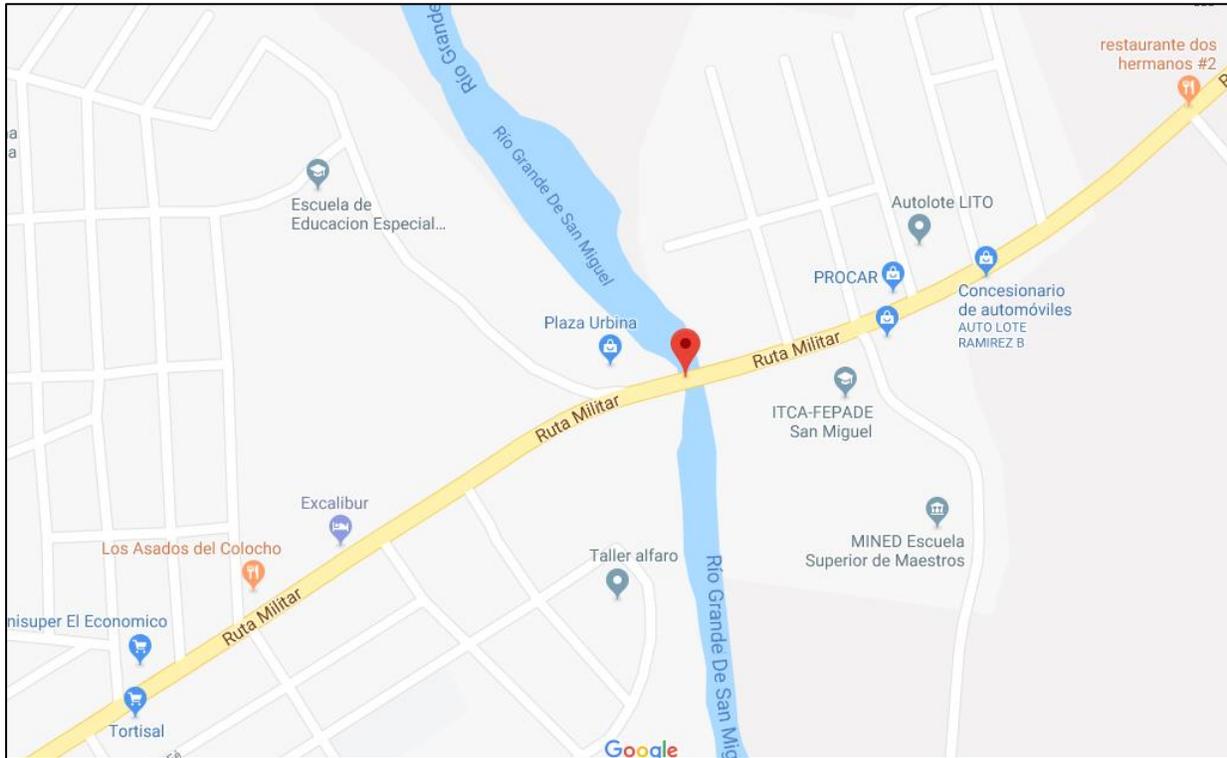


Figura 8: Ubicación geográfica del puente Urbina en San Miguel. 13.500065, -88.164859

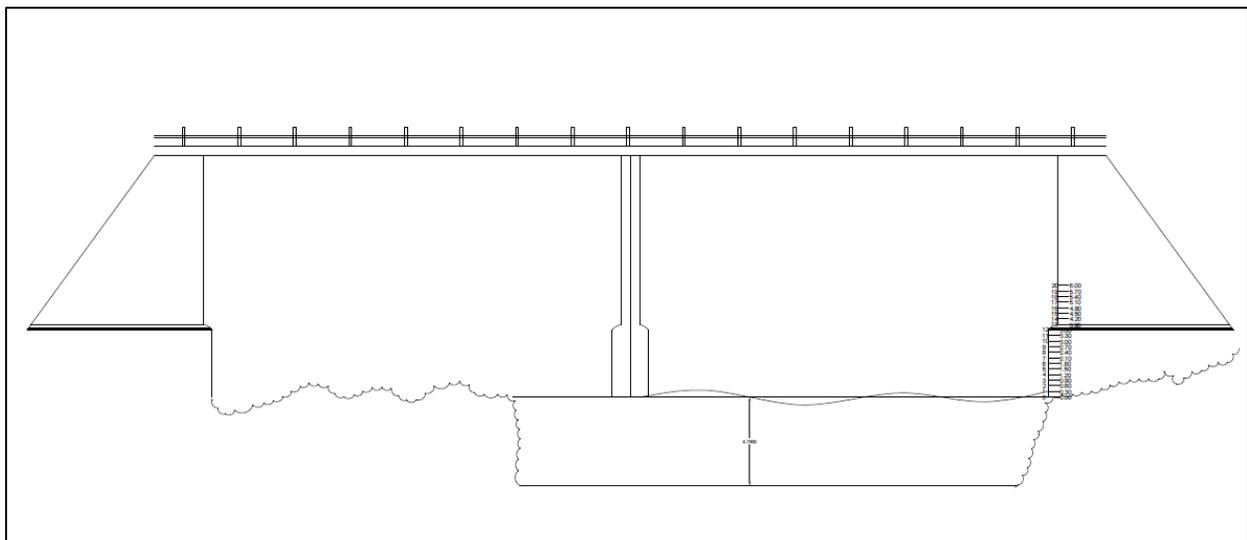


Figura 9: Diagrama del puente Urbina.

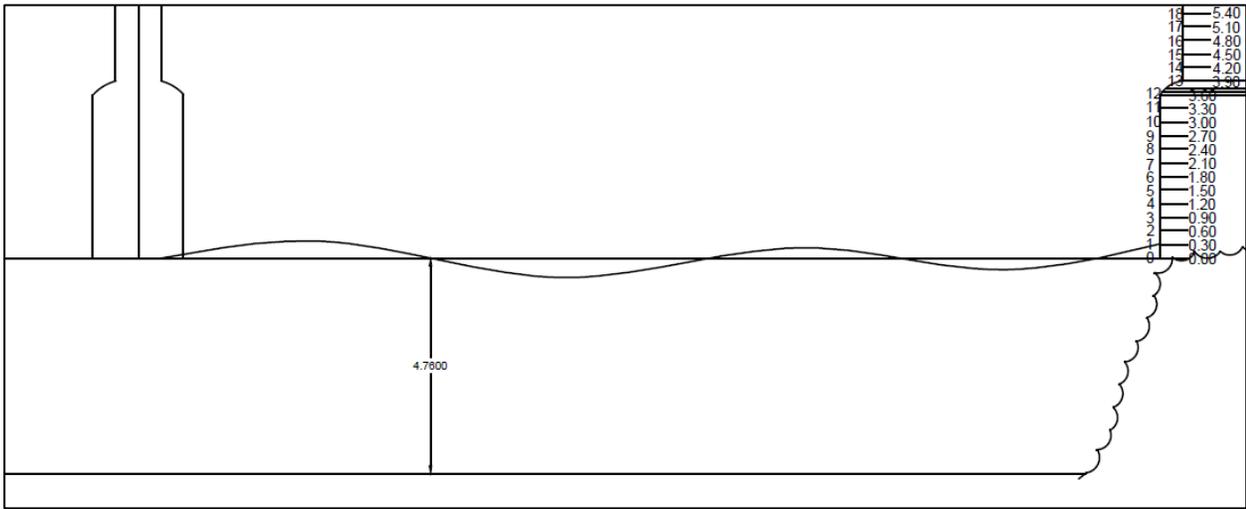


Figura 10 Profundidad del río Grande de San Miguel en verano (épocas de no lluvia 4.7mts)

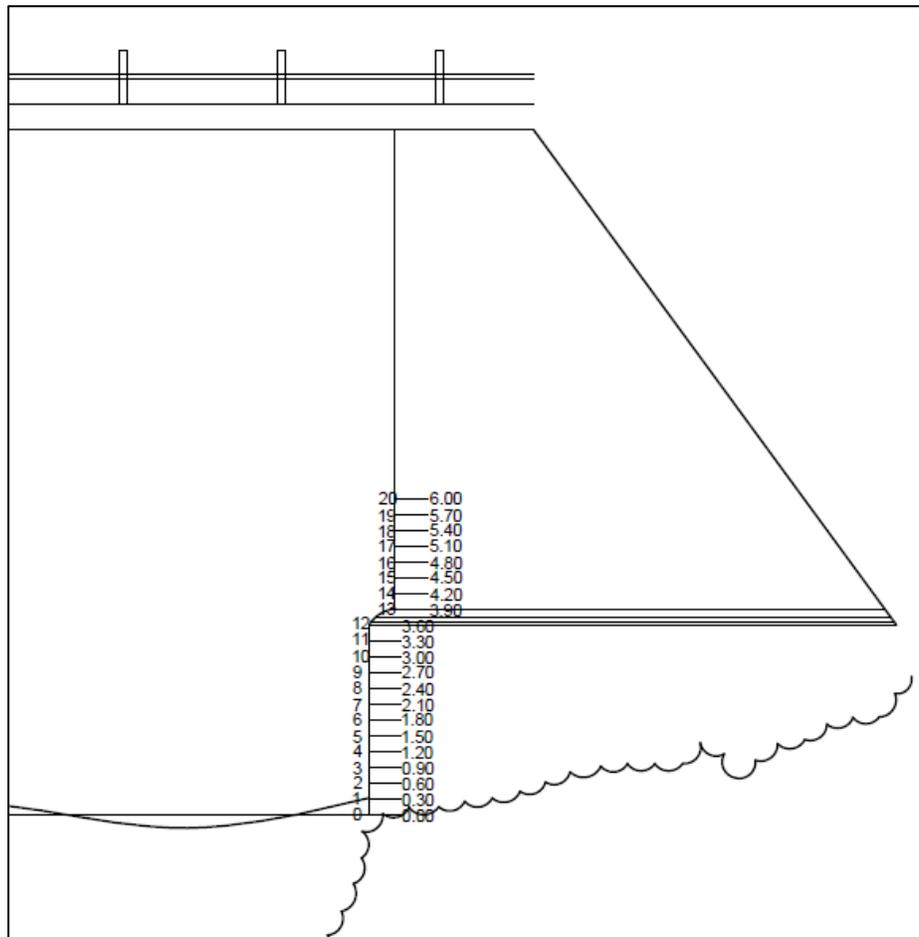


Figura 11: Escala de medición en un extremo del puente Urbina

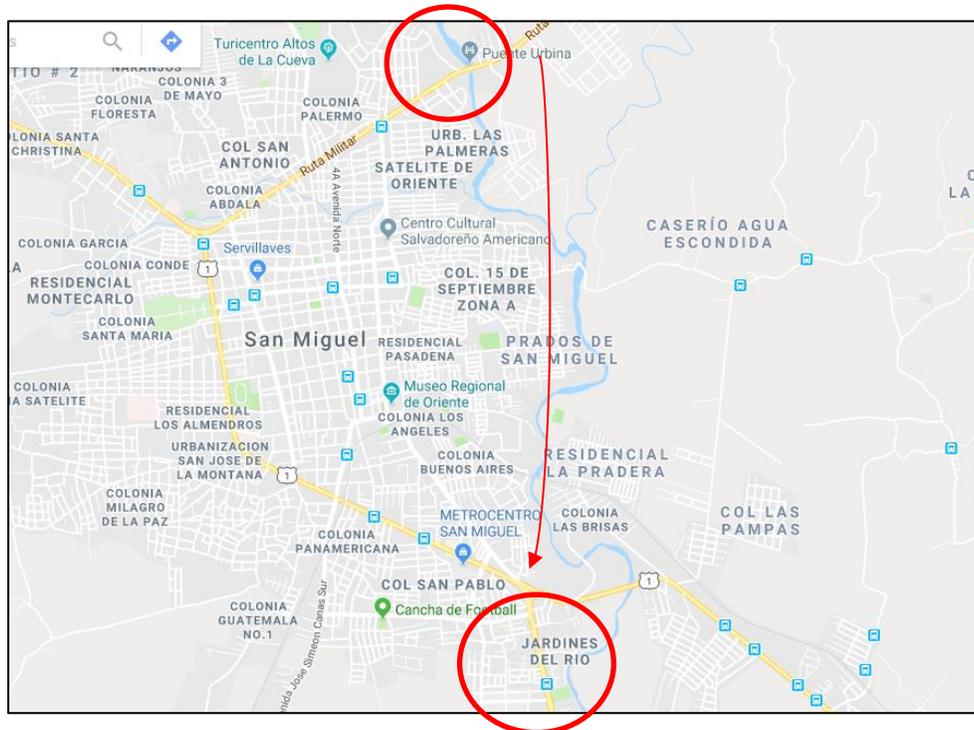


Figura 12: Recorrido del río Grande de San Miguel a través de las colonias de la ciudad de San Miguel, desde el puente Urbina pasando por la colonia Jardines del Río, una de las más afectadas.

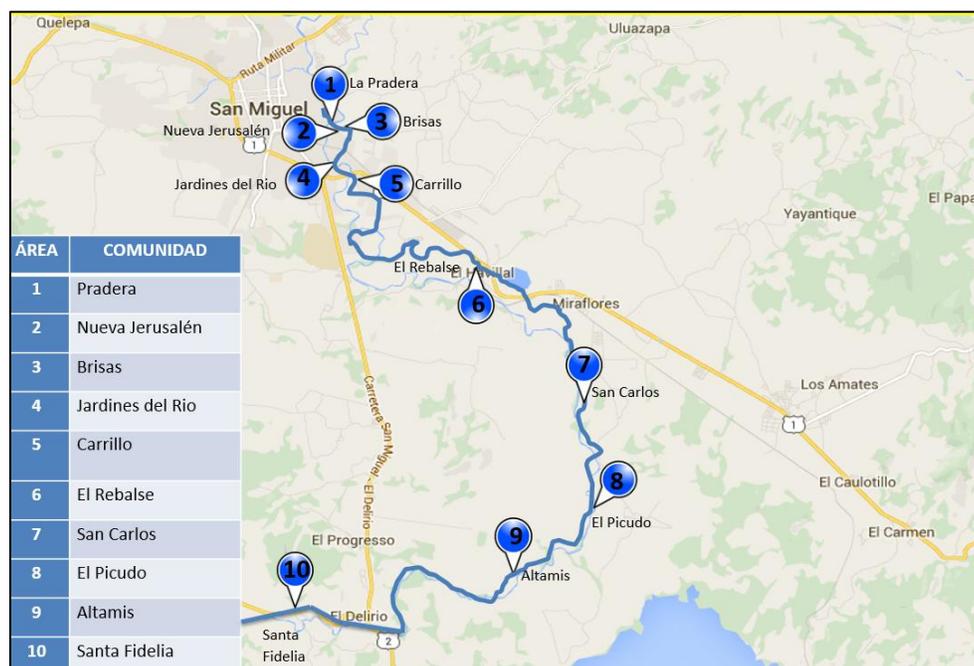


Figura 13: Puntos de desbordamiento del río Grande de San Miguel

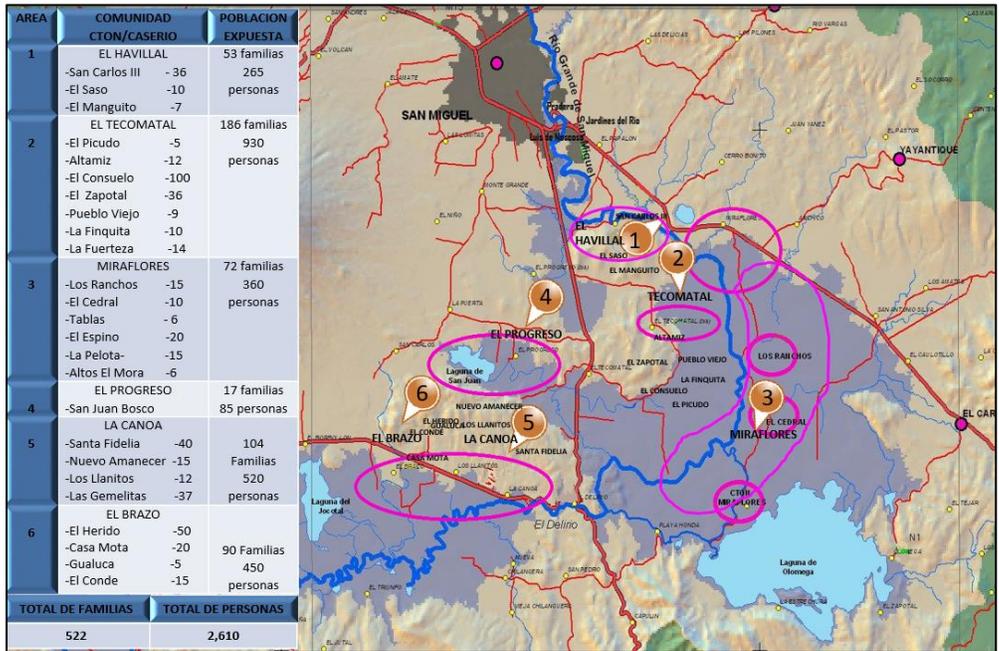


Figura 14: Mapa de riesgo de inundaciones en la zona rural

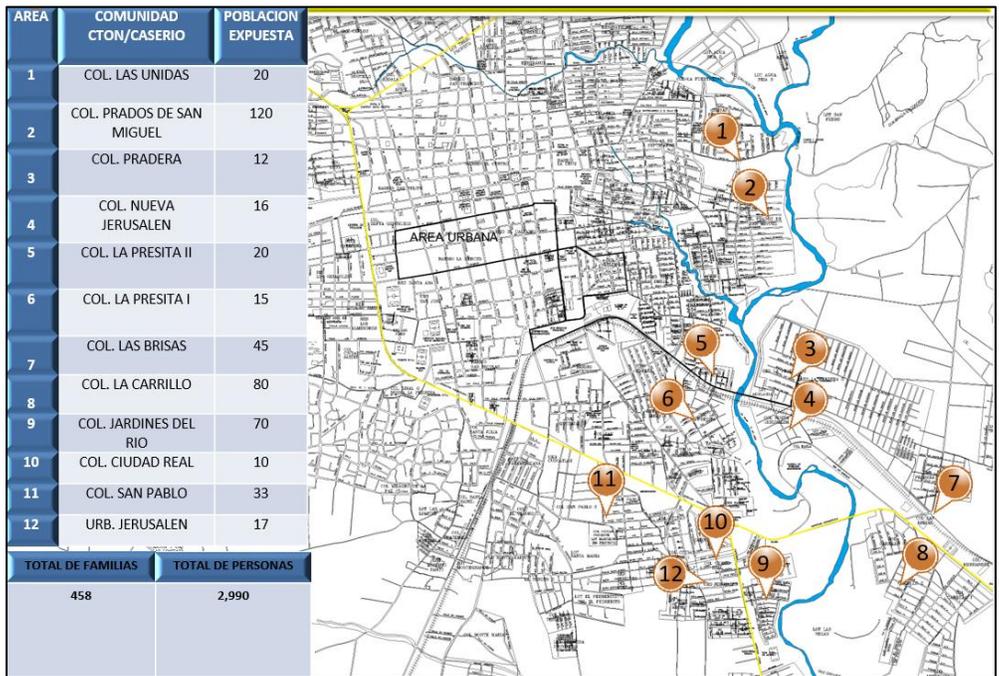
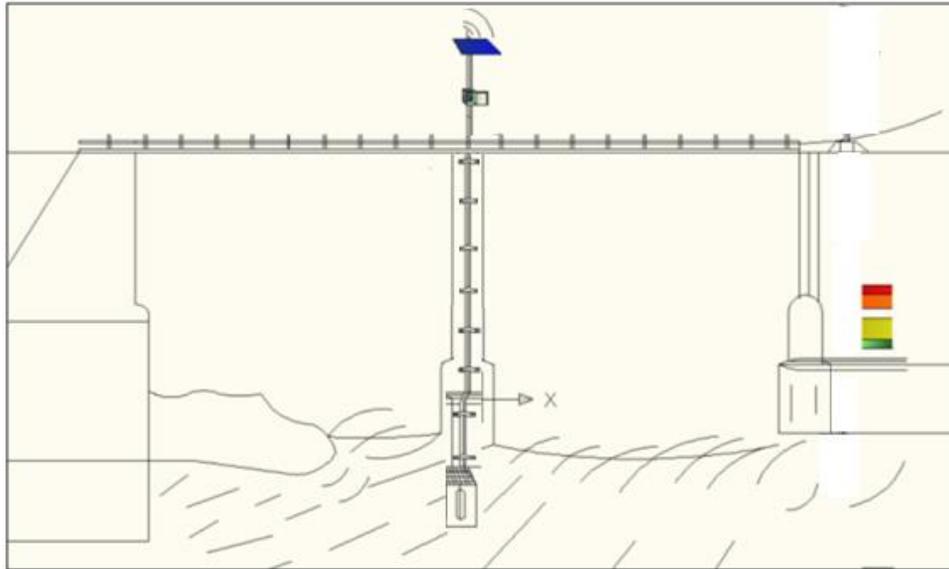
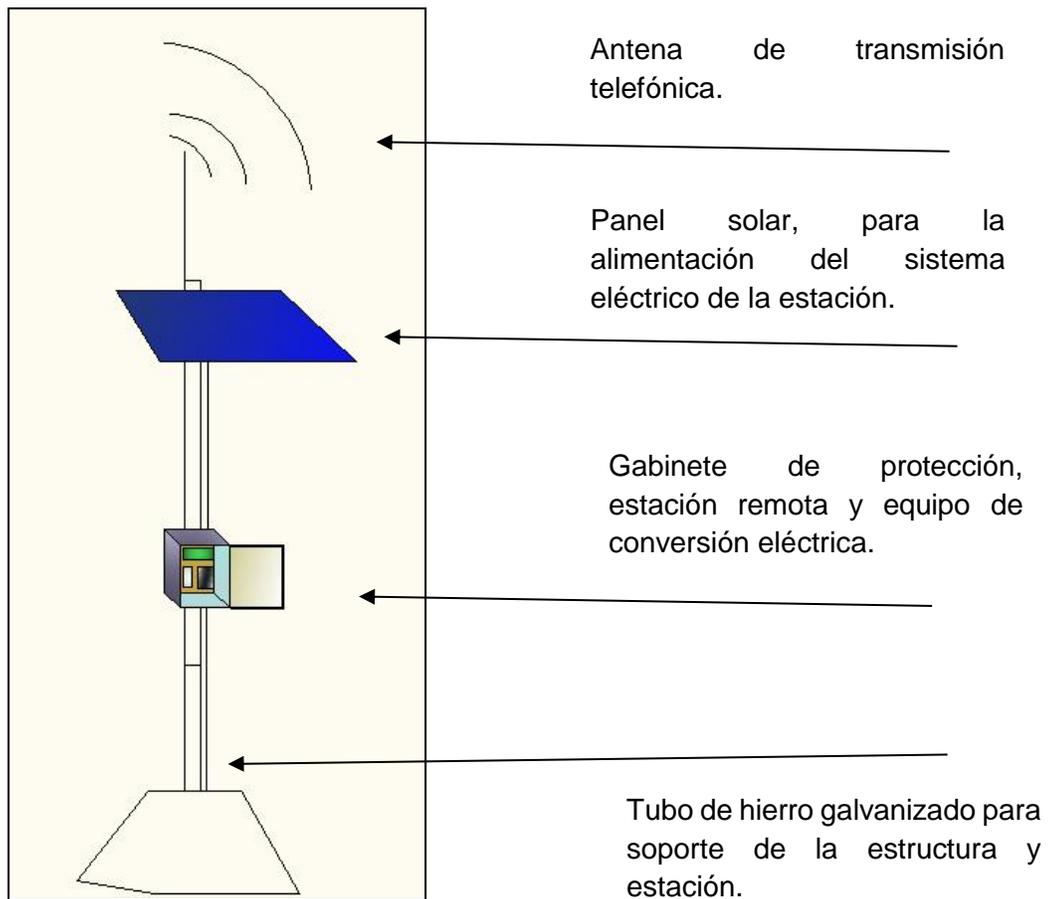


Figura 15: Mapa de riesgo de inundación en las colonias de la zona urbana.

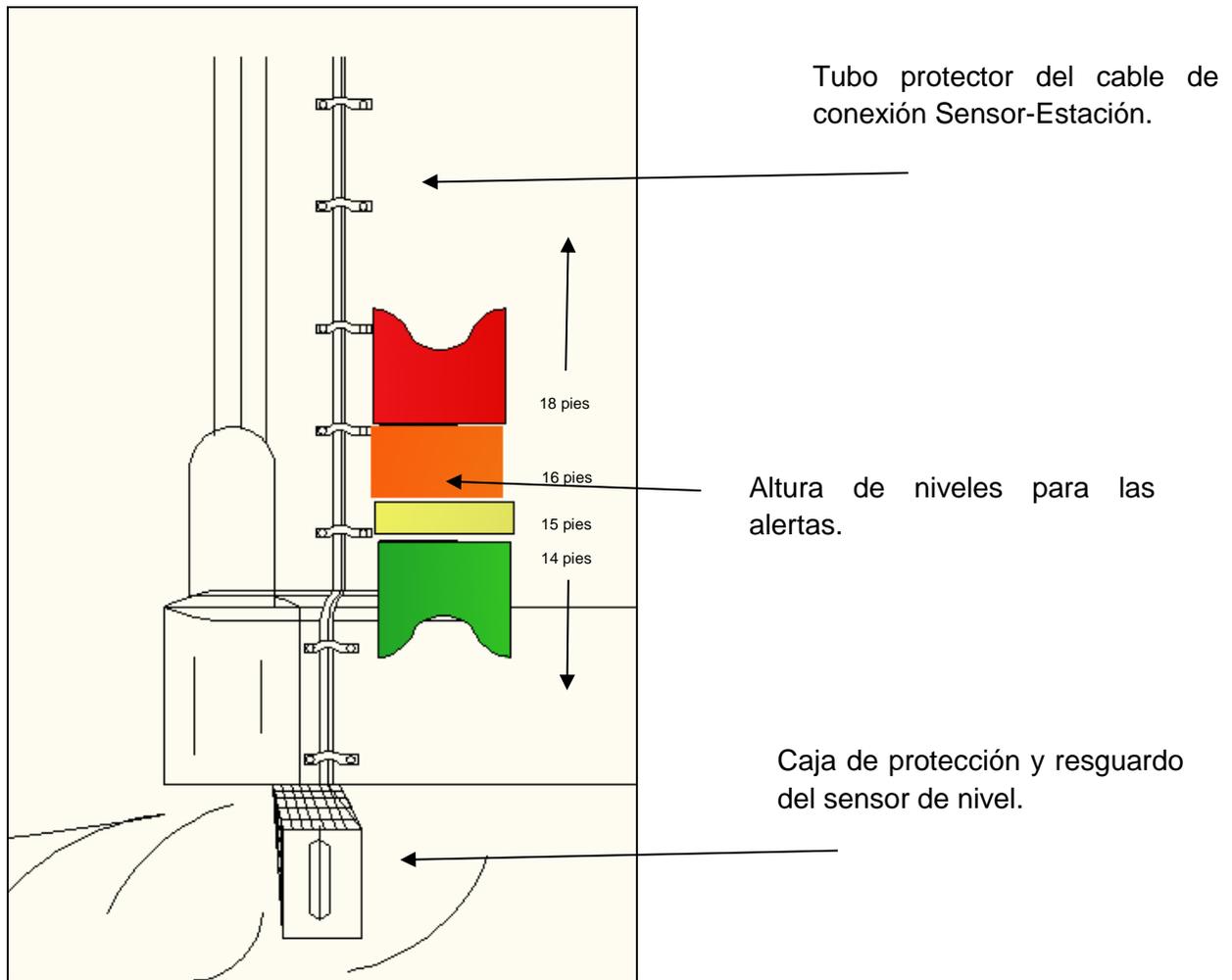
Vista en elevación del SAT instalado



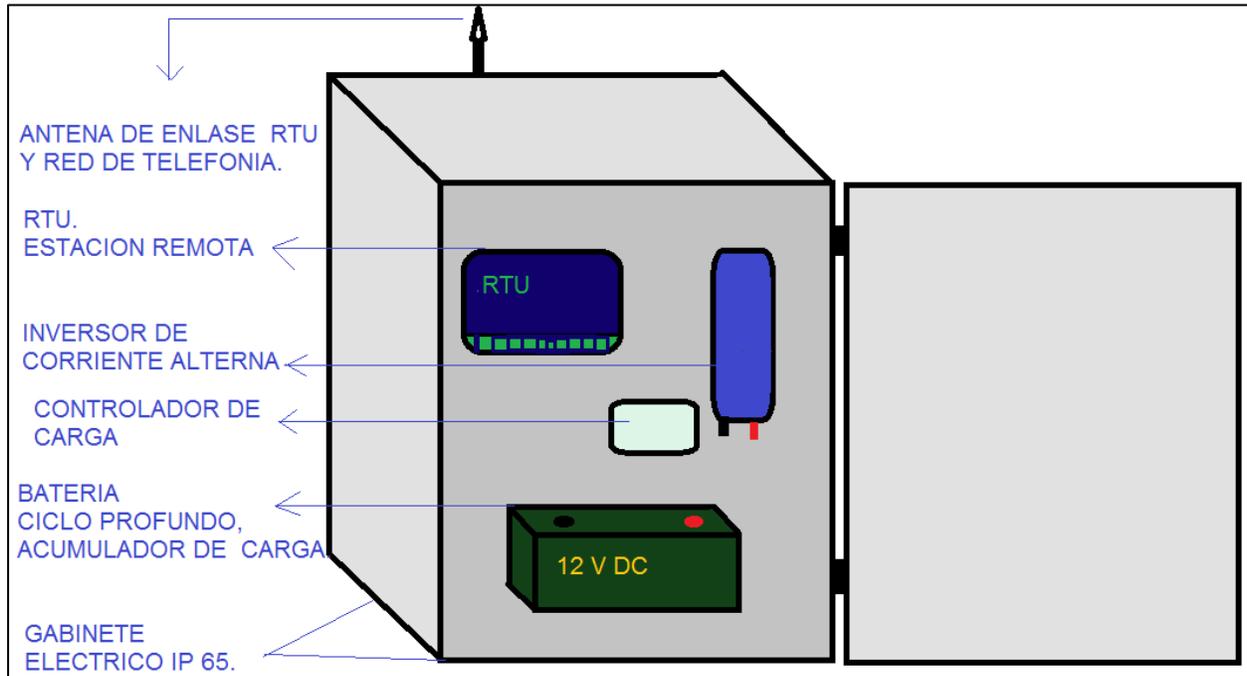
Vista en elevación del SAT instalado (detalles de la estación telemétrica)



Vista en elevación del SAT instalado (detalles de la ubicación de los sensores y alertas)



Caja de Control de la Estación Hidrométrica



DETALLES DE LA CAJA DE CONTROL

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
BATERÍA ACUMULADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA	<ul style="list-style-type: none"> • 12 Voltios DC • 60 A • Ciclo profundo • Más de 1000 ciclos al 75% de profundidad de descarga. • Más de 2500 según IEC61427. • Alta resistencia a ciclos repetitivos de descargas profundas 	Capacitado para mantener energizado el circuito electrónico de la sub estación aun durante 15 días sin sol y sin energía de la distribuidora eléctrica.
INVERSOR	<ul style="list-style-type: none"> • Inversor cargador 12VDC / 120 VAC • Onda pura. • 800 W • 66 A 	

DISPOSITIVO	CARACTERÍSTICAS	DESCRIPCIÓN
CONTROLADOR DE CARGA	<ul style="list-style-type: none"> Convertidor 12 VDC 25 A 240 W 	Controlador de carga, para la batería
ESTACIÓN REMOTA (RTU)	<ul style="list-style-type: none"> 12 VDC 4-20 mA Módulo GSM Antena de comunicación remota. 	Para recibir información del sensor y pasarlo a la web, y enlazar las señales de alerta y mensajes de información desde la estación a los móviles de los interesados.
GABINETE	<ul style="list-style-type: none"> Gabinete eléctrico. Metálico IP 65, Protegido contra fuertes impactos, partículas de polvo y chorros de agua en toda dirección. 	Para resguardo de equipos y artefactos eléctricos y electrónicos
PANEL SOLAR	<ul style="list-style-type: none"> 12 VDC 250 W 	De tipo policristalino para alimentación y carga de baterías.

7.2. SOFTWARE

La estación CWT5111 GPRS RTU permite además el monitoreo remoto a través del servidor web del fabricante www.all-m2m.com

The screenshot shows the ONSET web interface for monitoring the Itca San Miguel station. The page title is 'Monitoreo Itca San Miguel'. The interface includes a sidebar with navigation options: 'User manage', 'Model manage', 'Database', 'Device manage', and 'App Manage'. The main content area features a table with the following columns: 'Operation', 'State', 'Device ID', 'Device Name', 'Group', 'Template', and 'Create time'. The table contains one entry: '1 Realtime View | Edit | Edit template | Delete | command' with a state of 'Offline', Device ID 'MRZ0001', Device Name 'San Miguel', Group 'Water Level', Template 'Demosal', and Create time '2017-11-14 18:26:42'. The interface also includes a search bar, filters for 'Account', 'Template', 'Group', 'Company', and 'State', and a 'Page 1 of 1' indicator.

Figura 16: Panel de control en la web, de la estación CWT5111 GPRS RTU.

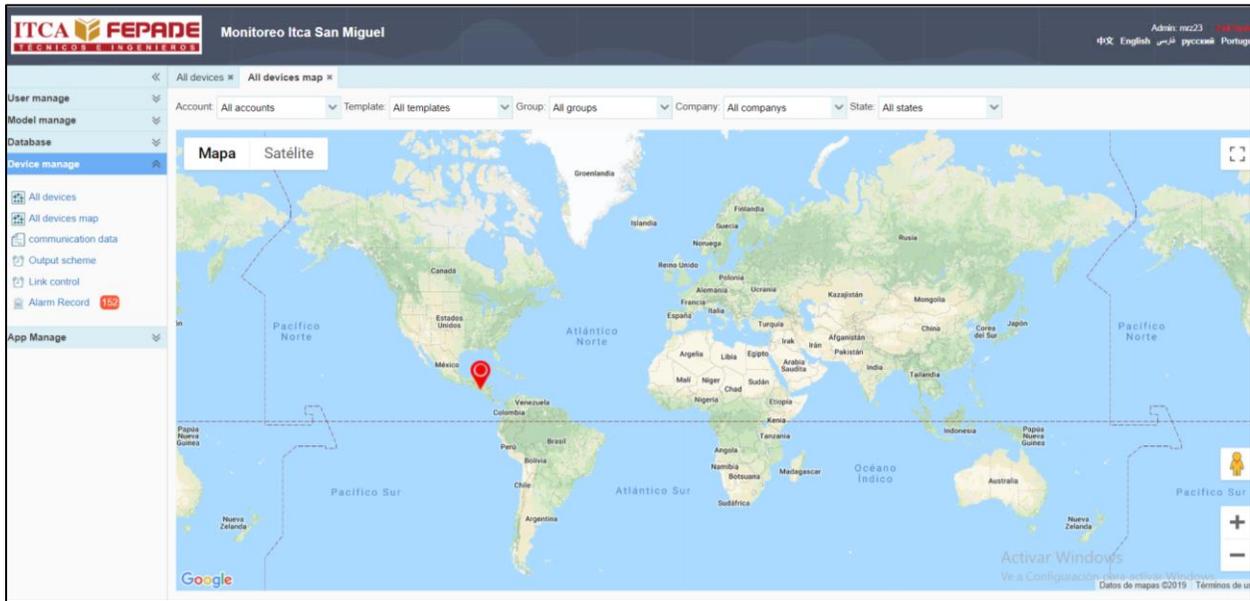


Figura 17: Mapa de control de la ubicación geográfica de cada estación instalada.

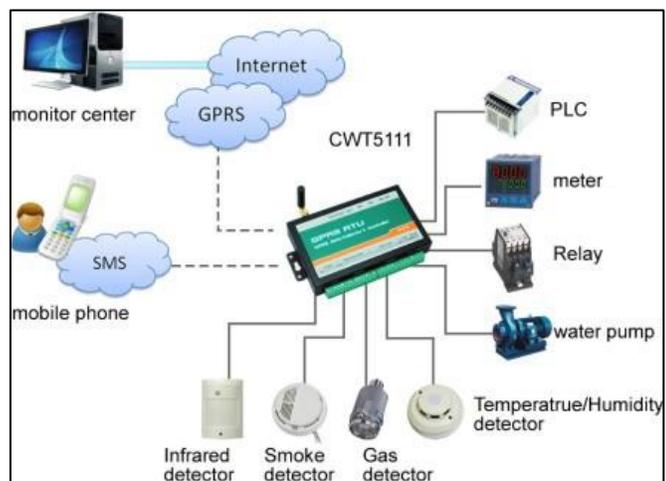


Figura 18: Sistema de monitoreo en tiempo real

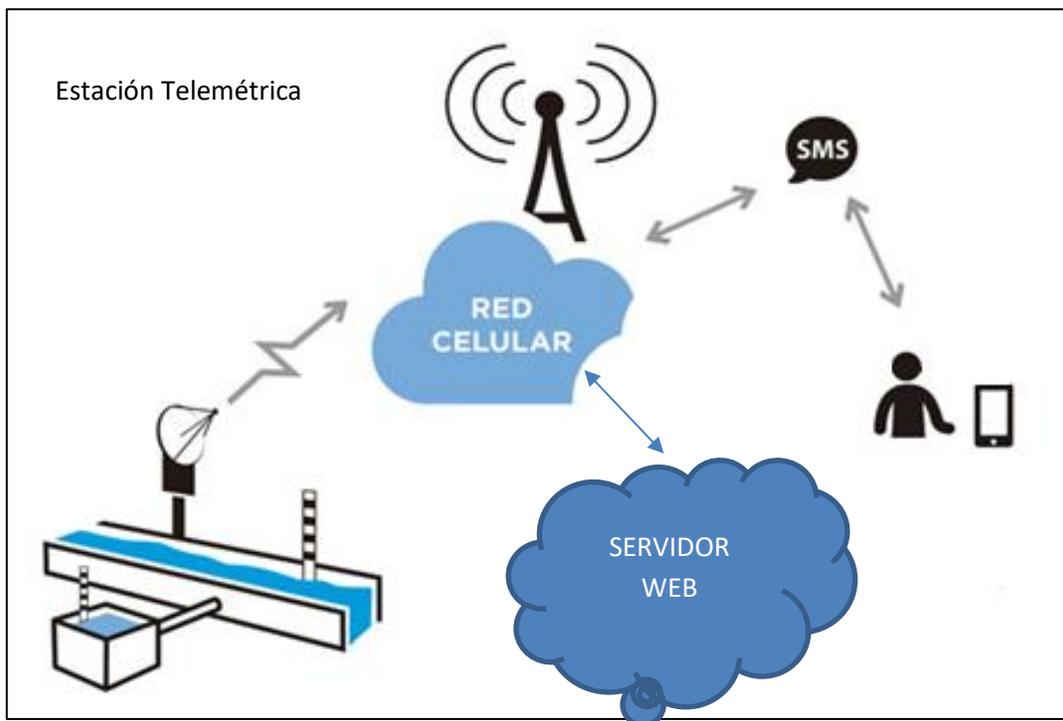


Fig. 19 Diagrama conceptual Estación – Circuito – Persona

8. CONCLUSIONES

- La integración de tecnologías emergentes permitió construir un sistema capaz de controlar la actividad del río Grande de San Miguel, de tal manera que, al darse una crecida o disminución del nivel de agua, el sistema lo registra y se sincroniza inmediatamente a la web y si uno de esos valores alcanza los niveles programados se comunica a través de mensajes al celular.
- La estación hidrométrica instalada en el puente Urbina permitió mantener un control preciso de la actividad del río Grande de San Miguel y el monitoreo en temporada seca dejó ver las horas de crecida y bajada según los desagües de las colonias aledañas.
- La fuente fotovoltaica para el suministro de energía eléctrica es capaz de abastecer los requerimientos energéticos de la estación hidrométrica, manteniéndola en funcionamiento las 24 horas del día.
- Es importante atender con prontitud los mensajes que se reciben en el celular, ya que ellos pueden indicar desde una crecida del río, hasta el desmontaje no autorizado de los componentes de la estación.
- Una vez entregada la estación hidrométrica a la Comisión Municipal de Protección Civil, son ellos los encargados de gestionar el mantenimiento, protección y replica, esta última con miras a incrementar el control en diferentes puntos a lo largo del recorrido del río Grande de San Miguel.

9. RECOMENDACIONES

- Mantener monitoreo semanal de la actividad del río Grande de San Miguel en épocas de no lluvias y diarias en época de invierno.
- Hacer visitas periódicas a la base del puente Urbina, específicamente a la base que protege el sensor para asegurarse de su estado y funcionamiento, así como también liberarlo de residuos de madera o plástico si las hubiera.
- Apoyarse del equipo técnico de ITCA-FEPADE para hacer mantenimiento, cambio o actualización en la caja de control y panel solar.
- Atender con prontitud los mensajes al celular de *“POWER UP”* o *“POWER LOST”*, pues significa que el suministro eléctrico en la estación fue interrumpido o la RTU fue desconectada de la corriente en la caja de control

10. GLOSARIO

ALERTA TEMPRANA

Situación que se declara, a través de instituciones u organizaciones, que permite la provisión de información adecuada, precisa y efectiva previa a la manifestación de un fenómeno peligroso en un área y tiempo determinado, con el fin de que los organismos operativos de emergencia activen procedimientos de acción preestablecidos y la población tome precauciones específicas para evitar o reducir el riesgo al cual esté sujeta.

SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA

Comprende la suma de las políticas estratégicas, instrumentos y acciones particulares referidos a la identificación y monitoreo de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, por la ocurrencia inminente de eventos peligrosos; los preparativos para la respuesta a emergencias y la ejecución de los mismos.

SENSOR

Dispositivo que capta magnitudes físicas (variaciones de luz, temperatura, sonido, etc.) u otras alteraciones de su entorno.

ESTACIÓN REMOTA

Equipo de campo del sistema de control de tráfico interurbano de Indra Sistemas.

GSM

Sistema global para las comunicaciones móviles, del inglés Global System for Mobile Communications.

ALERTA

Se llama alerta al período anterior a la ocurrencia de un desastre, declarado con el fin de tomar precauciones generales, para evitar la existencia de posibles desgracias y/o emergencias, tales como un huracán o erupción volcánica e inundaciones.

SAT

Sistema de Alerta Temprana.

TELEMETRÍA

Tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema.

11. BIBLIOGRAFÍA

- Domínguez M, Sáez F. Domótica, un enfoque sociotécnico. Madrid: ETSI. (2006).
- Ven Te Chow-David R. Hidrología Aplicada. MExico: Mc Graw-hill latinoamericana. (2000)
- Cembrano, F. Automatismos eléctricos, neumáticos e hidráulicos. España: Paraninfo. Quinta Edición (2008)

FUENTES ELECTRÓNICAS

- Controles de flujos de agua
<https://unicrom.com/control-de-nivel-de-agua-con-4001/>
- Controles de presión y flujos de agua
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/1772/?jsessionid=2F1832DFF6B5655EB7C4D4252A3FADFA?sequence=1>
- Anemómetro
<http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-aire/anemometro-con-memoria-datalogger.htm>
- <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/desastres-naturales/floods-profile>
- www.satcaweb.org
- www.snet.gob.sv/SRT/mail.swf

12. ANEXOS

12.1. ANEXO 1: MANUAL DE CONFIGURACIÓN DE LA ESTACIÓN REMOTA

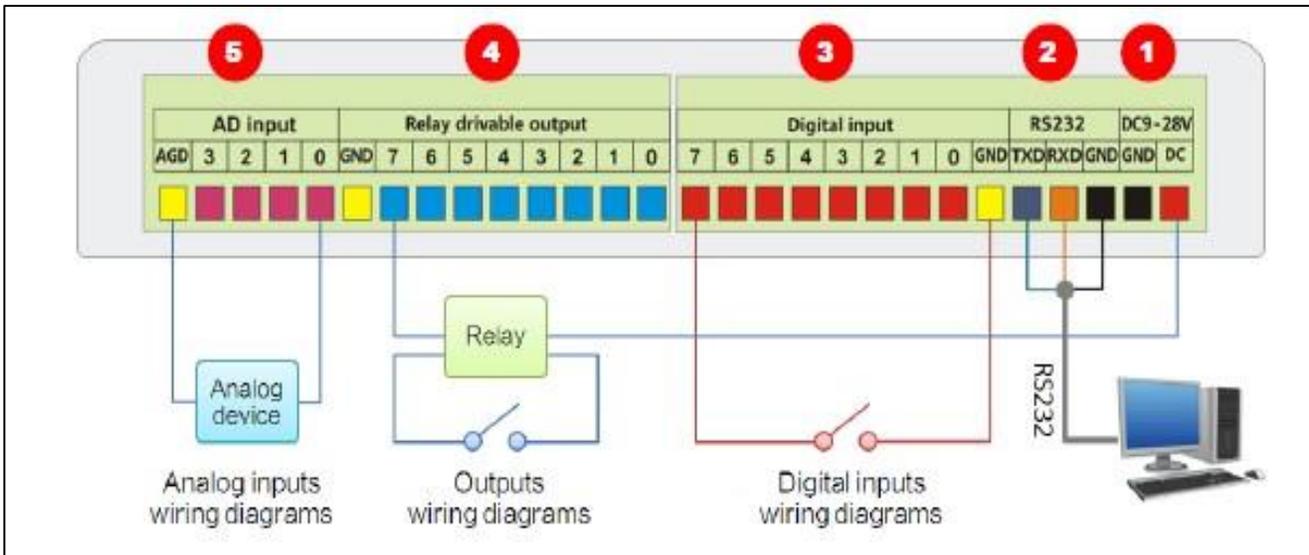
RTU quick start

Access setup mode

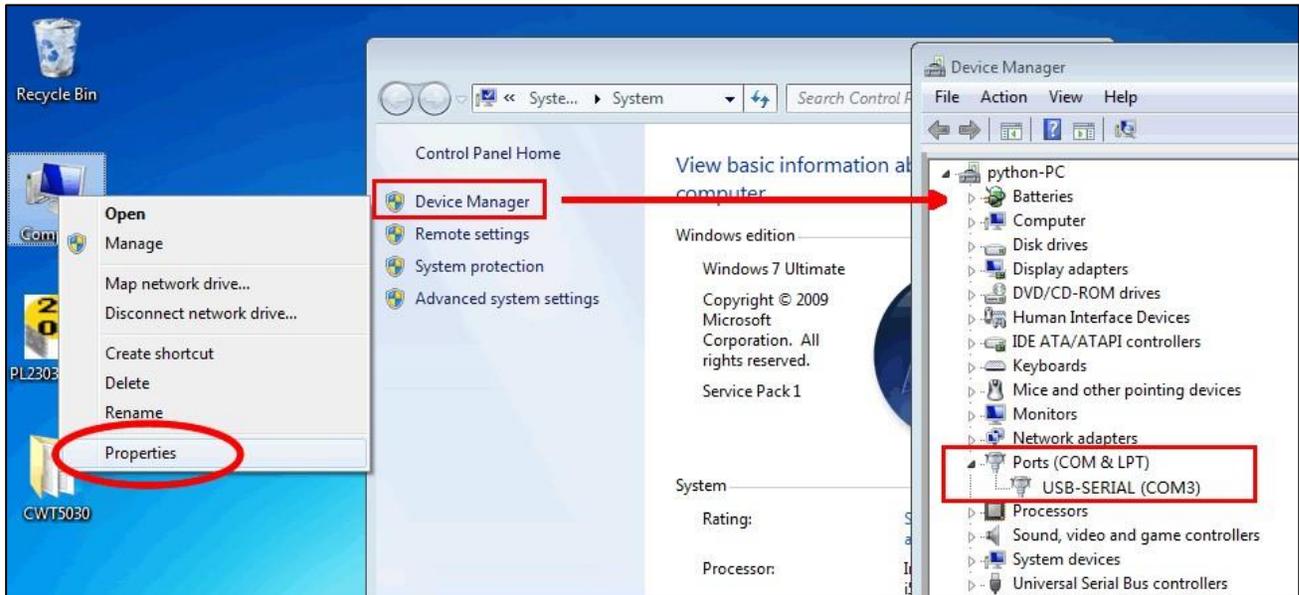
Step1: Install USB to serial RS232 cable's driver on PC (only windows)



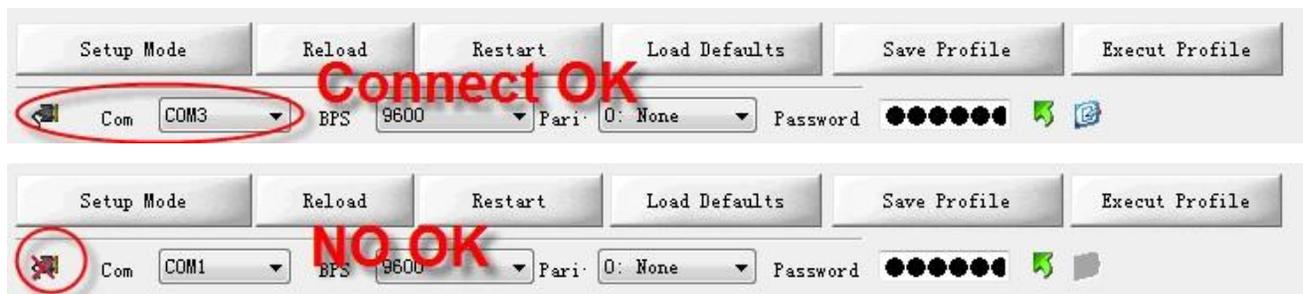
Step2: Connect RTU to PC.



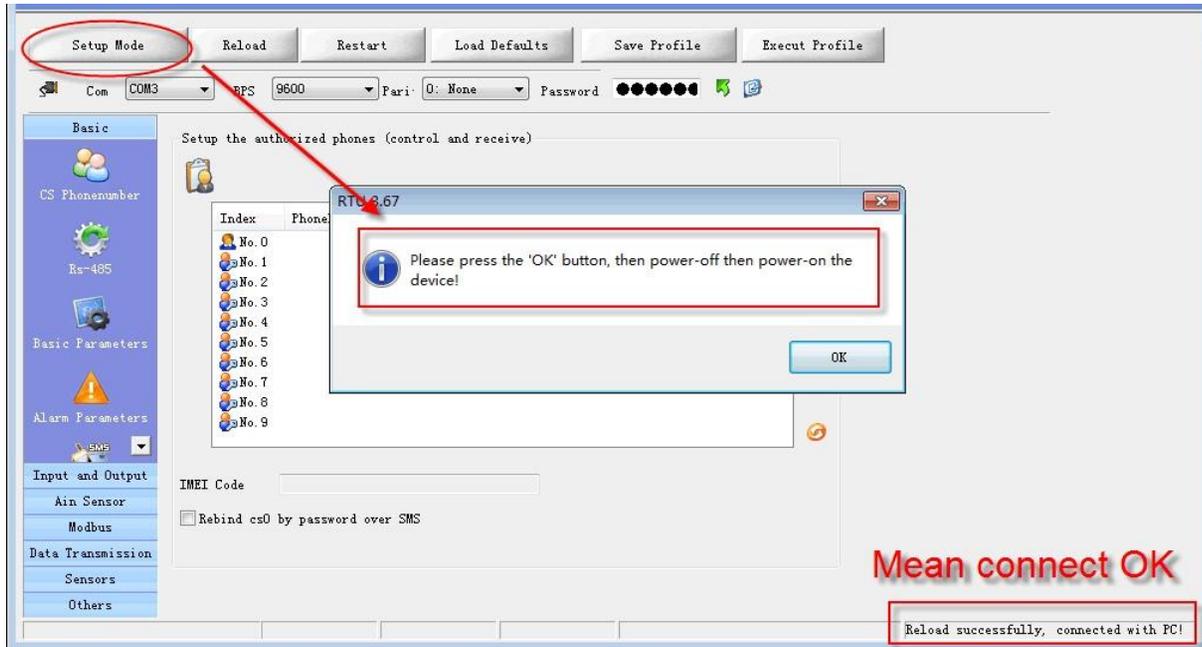
Step3: check com port in PC Device Manager.



Step4: run the config tool and choose the right com port.

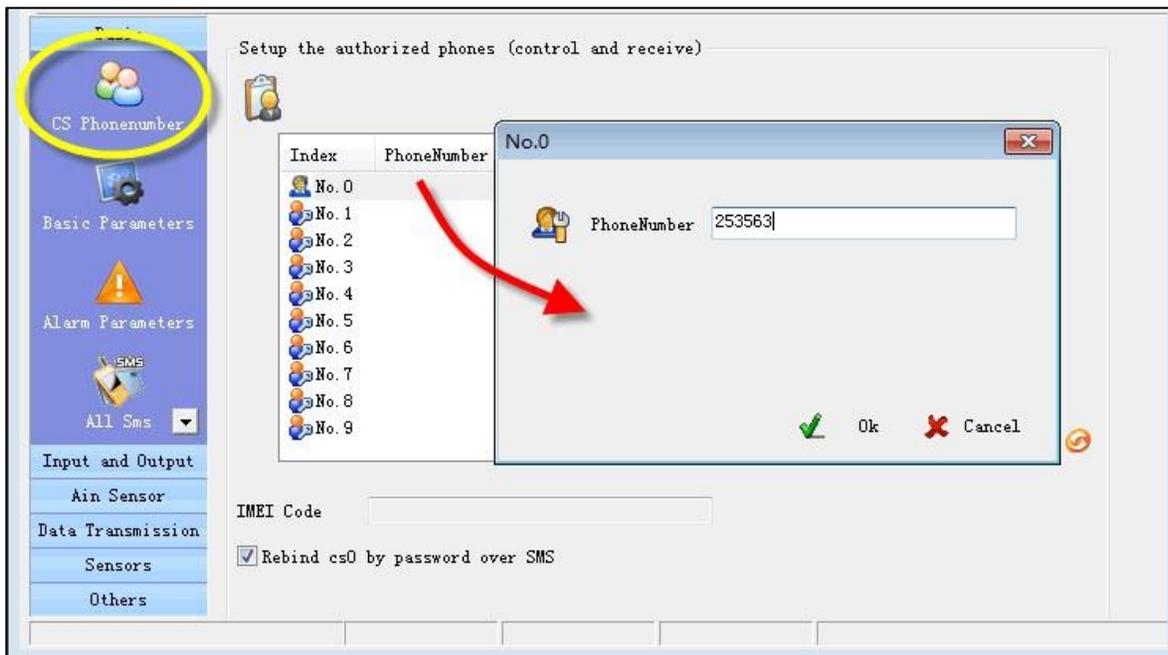


Step5: access setup mode.



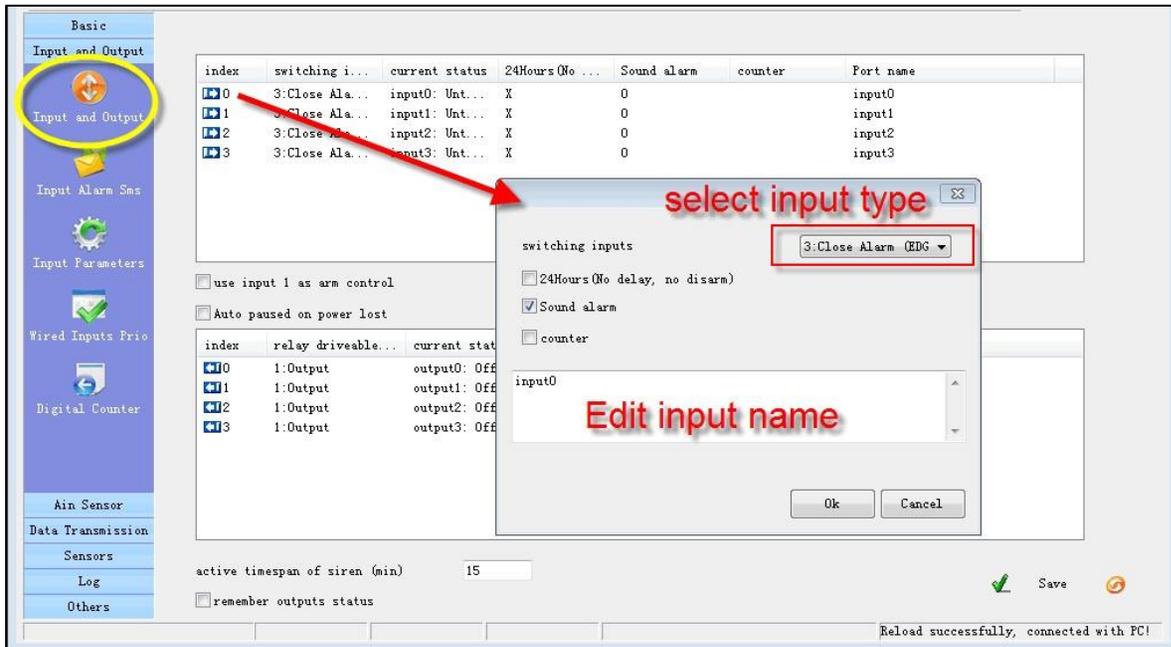
Set CS Phone numbers.

Only “CS Phone numbers” can send SMS commands to control RTU and receive RTU’s SMS (alarm SMS, report SMS etc.). Support preset 10 CS phone numbers, CS0-CS9



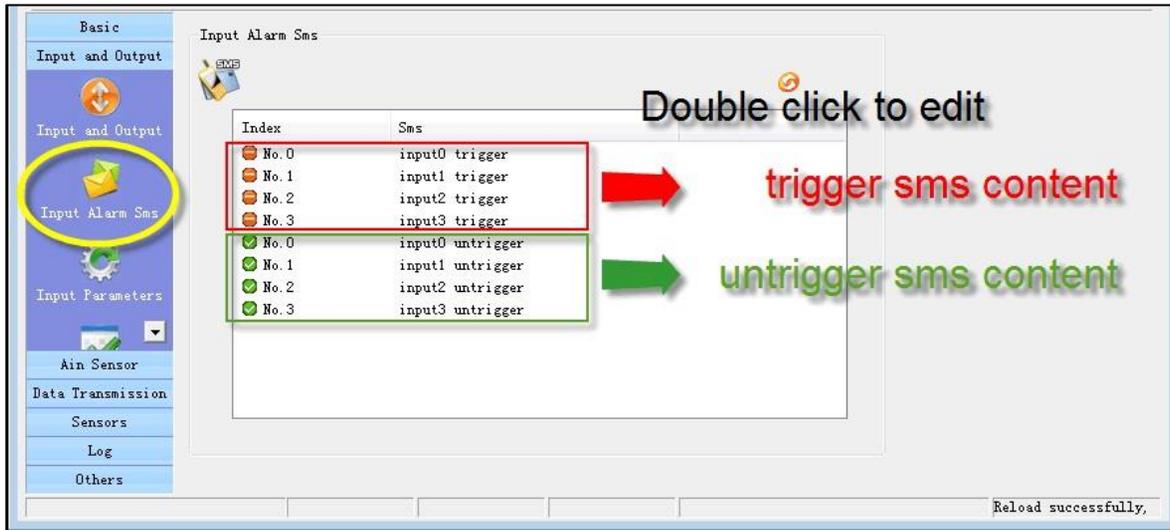
Set digital inputs.

Set input type, double click a channel.



Input Type	DI status	Send tigger sms	Send untigger sms
Open Alarm (EDGE)	DI and GND open (off) is alarm status	YES	NO
Open Alarm (LEVEL)	DI and GND open (off) is alarm status	YES	YES
Close Alarm (EDGE)	DI and GND close (on) is alarm status	YES	NO
Close Alarm (LEVEL)	DI and GND close (on) is alarm status	YES	YES

Set input trigger and untrigger SMS content.



Set analog inputs.

The analog input receive 4~20mA or 0~5V signal from an analog sensor.

You can preset high and low level to alarm. And CS numbers can send SMS command to query value.

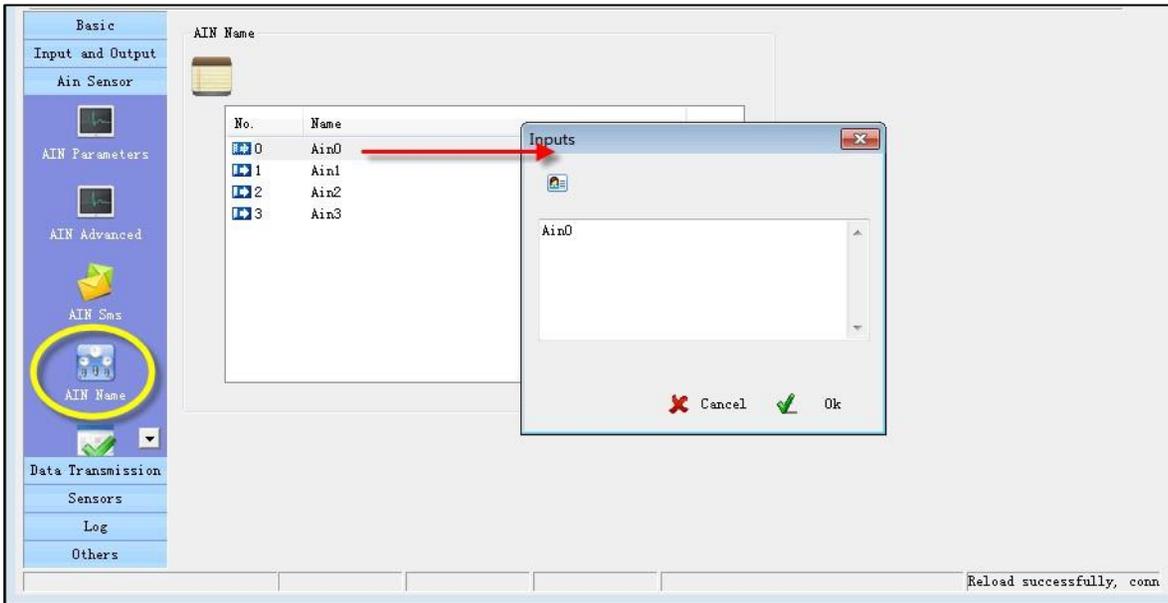
Example:

An analog input connect a temperature sensor, the sensor measuring range is -20°C-80°C, and analog output is 4-20 mA

Need alarm when temperature above 30°C or below 10°C

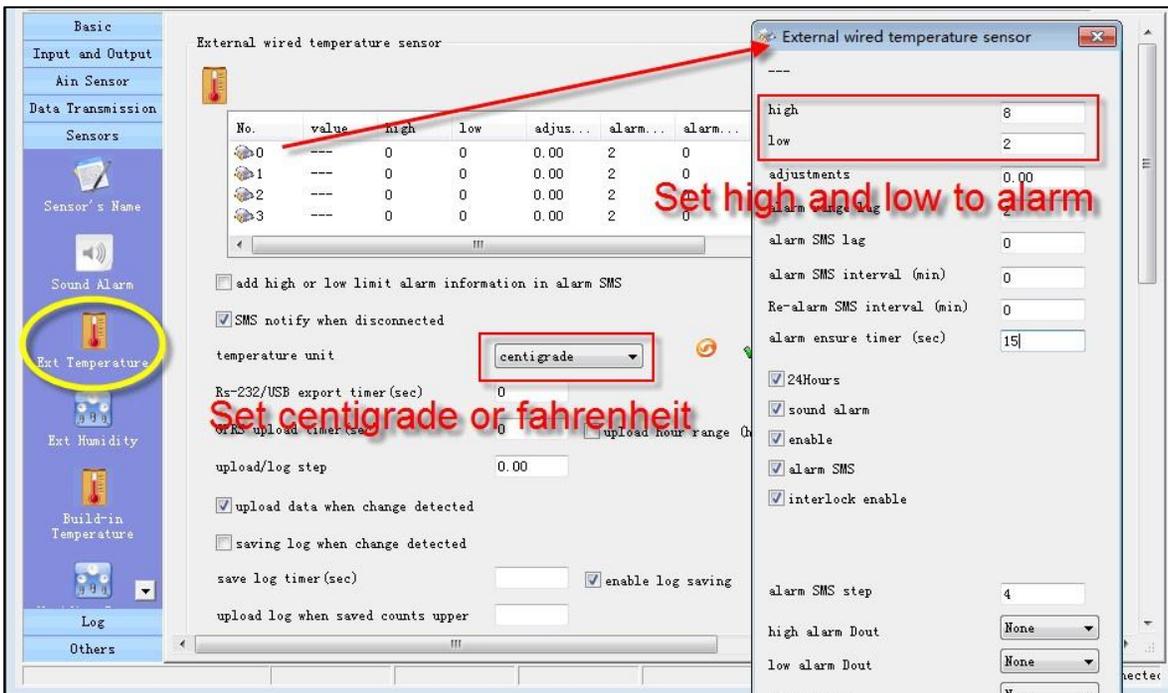


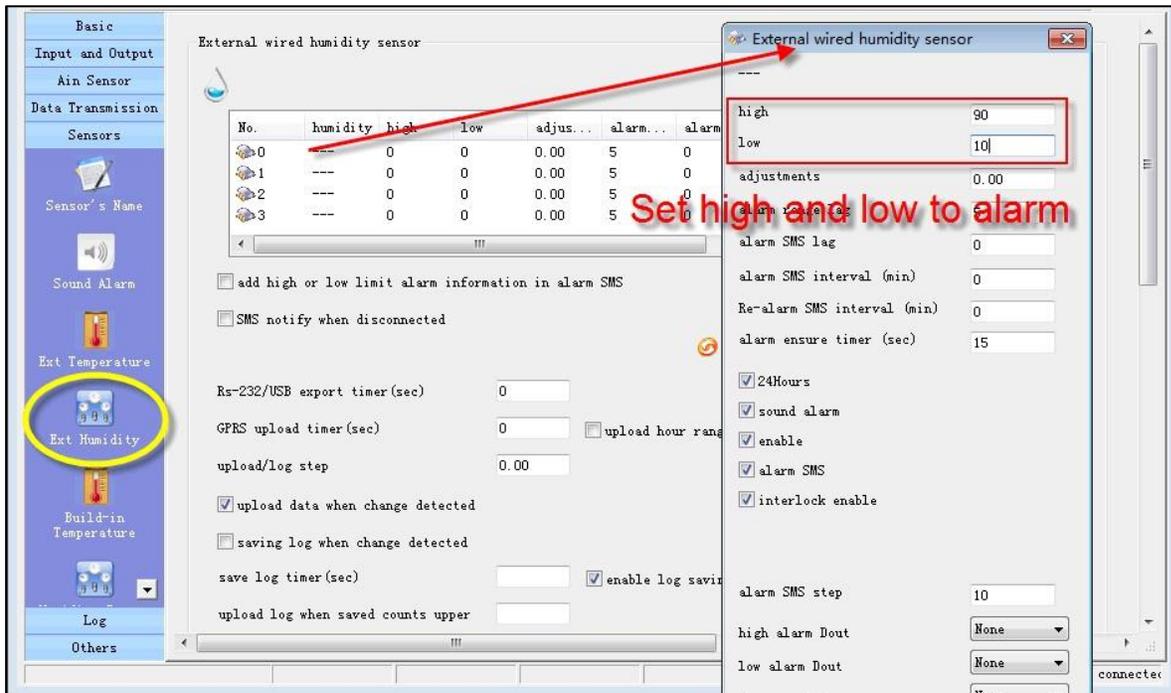
Set analog input channel name.



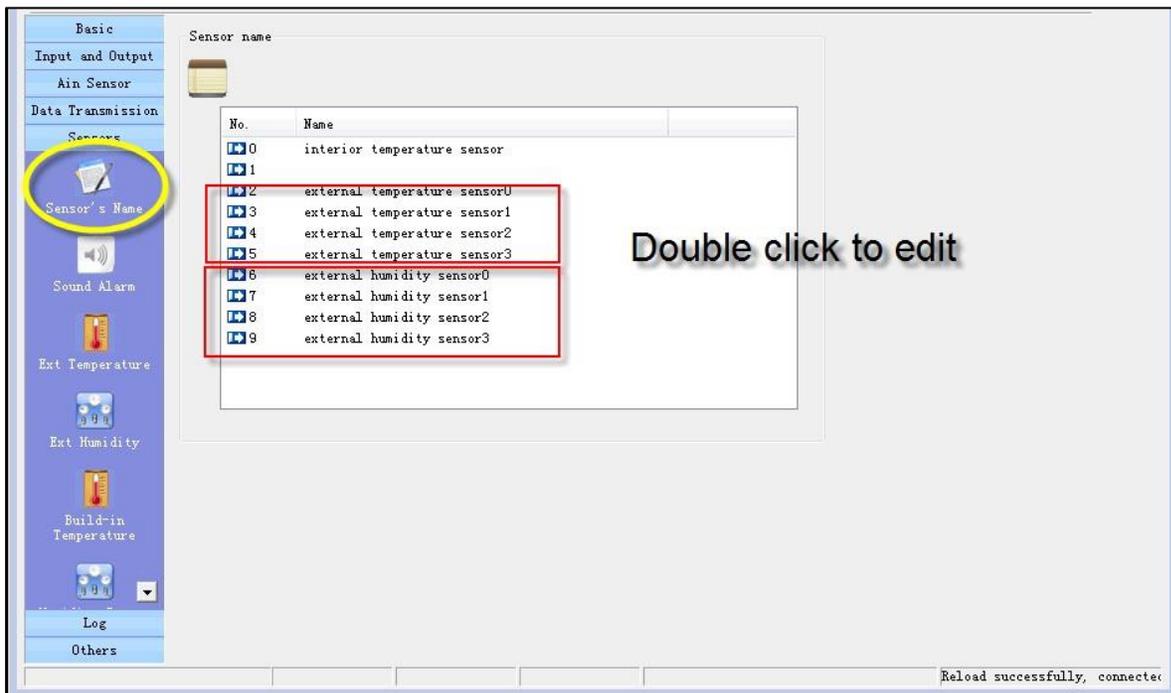
Set temperature and humidity inputs.

Set high and low alarm for every temperature or humidity inputs.





Set temperature or humidity input channel name.



Set data transmission parameters.

GPRS Settings

Enable GPRS data transmission

APN: User: Password:

Dns ip:

GPRS idle timeouts (min): 0

Tcp connection timeouts (sec): 35

Modbus-Tcp unit Id: 1

CwtIO/Http unit Id: 00000001 **RTU ID**

GPRS transmission scheme

Enable com data to GPRS server (DTU)

Sync rtu clock with CwtIO server

Modbus Tcp Protocol: 0: Standard Modbus T

Enable NTP service

Data Qos: 2: Try To

Timezone: Daylight saving:

NTP server ip: NTP server port:

Enable LBS report

Save

Index	Srv Addr	Srv Port	Tcp/UDP	Protocol	Idle To	Response To	Heart To
Ad0	3000	3000	Tcp	0: CwtIO Over GPRS	0	0	0
Ad1	3000	3000	Tcp	0: CwtIO Over GPRS	0	0	0
Ad2	3000	3000	Tcp	0: CwtIO Over GPRS	0	0	0
Ad3	3000	3000	Tcp	0: CwtIO Over GPRS	0	0	0

Sever IP, support 4 servers

For example, RTU connect to CWT Cloud via GPRS, set as follow.

GPRS Settings

Enable GPRS data transmission

APN: User: Password:

Dns ip:

GPRS idle timeouts (min): Tcp connection timeouts (sec):

Modbus-Tcp unit Id: CwtIO/Http unit Id: SAP00001

Enable com data to GPRS server (DTU)

Setup GPRS server

Server address: 115.29.47.171

Server port: 8082

TCP/UDP: Tcp

Server protocol: 0: CwtIO Over GPRS

Idle timeouts (sec): 0

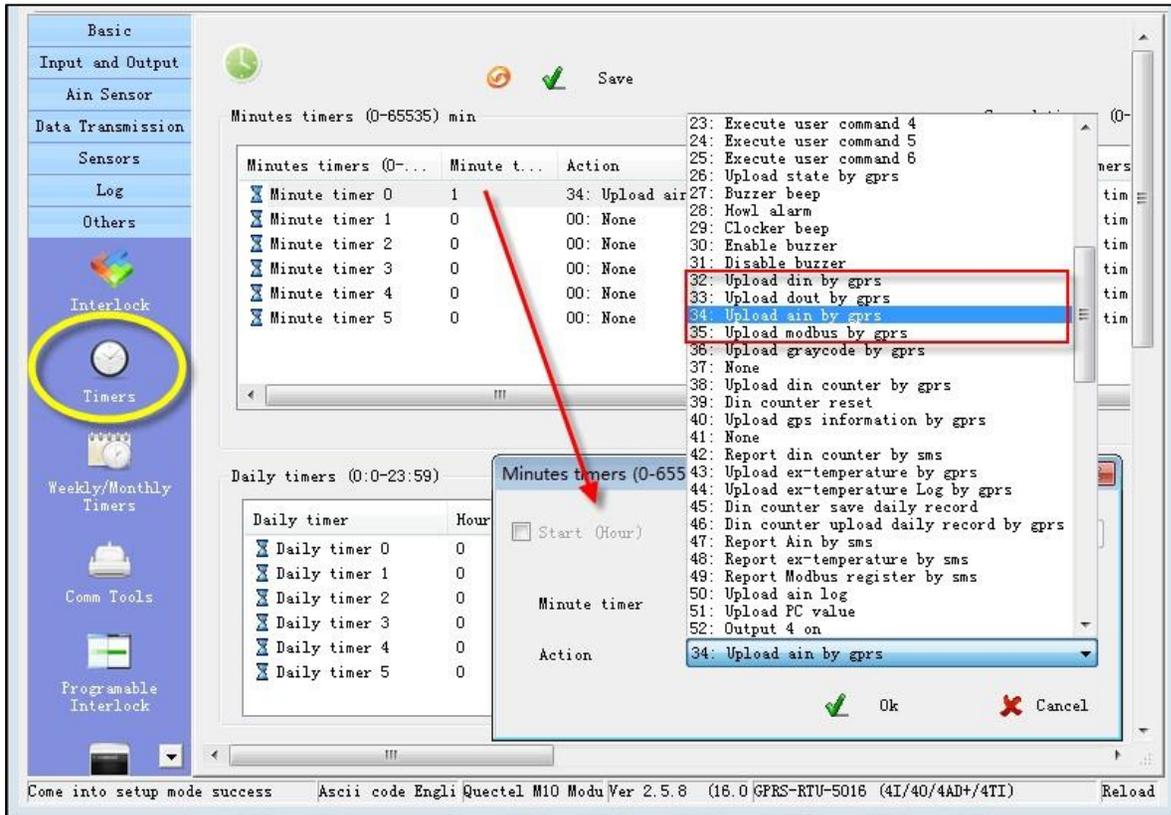
Response timeouts (ms): 0

Heart timer (sec): 0

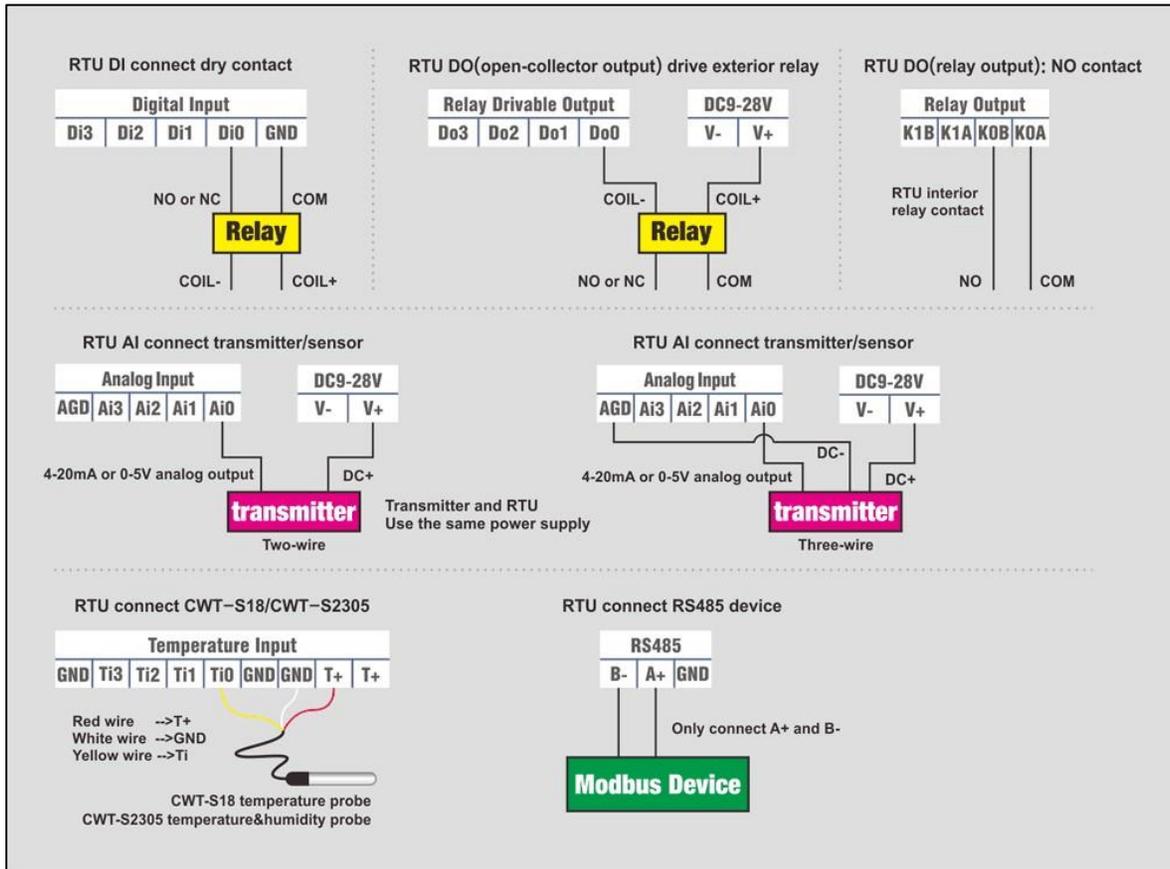
Ok

Set a timer to transmit data.

For example, send all analog data every 1 minute.



Interface wiring diagram.



12.2. ANEXO 2: MANUAL DE MONITOREO EN LA NUBE



Escuela Especializada En Ingeniería ITCA – FEPADE
Dirección De Investigación Y Proyección Social



INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES PARA EL DESARROLLO DE UN NOVEDOSO SISTEMA DIGITAL INTELIGENTE COMO HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA Y ANUNCIO OPORTUNO DE ALTO RIESGO DE INUNDACIONES.

DESCRIPCIÓN BREVE

En el departamento de San Miguel el invierno es causa de preocupación para algunas comunidades a las que atraviesa el río Grande, ya que existe el riesgo latente de inundación. Entre algunas de esas comunidades están el cantón la Canoa, colonia Rio Grande, cantón el Brazo, entre otras. El Río Grande de San Miguel nace cerca del cantón Joya Grande, a una elevación de 600 msnm. Este río drena directamente a la Bahía de Jiquilisco, en el Océano Pacífico. Por ello se ha identificado la necesidad de que estas comunidades y las mismas instituciones encargadas, municipalidad y Protección Civil, de contar con un sistema que les permita tener la información con suficiente tiempo de anticipación, de la potencial ocurrencia de riesgo de inundación, para prevenir a los pobladores a través de mensajes de texto en su teléfono celular sobre el nivel del río Grande en épocas de lluvia y así minimizar el riesgo de pérdidas materiales y humanas.

Roberto Carlos Gaitán Quintanilla
Investigador Principal

San Miguel 09 de enero de 2019

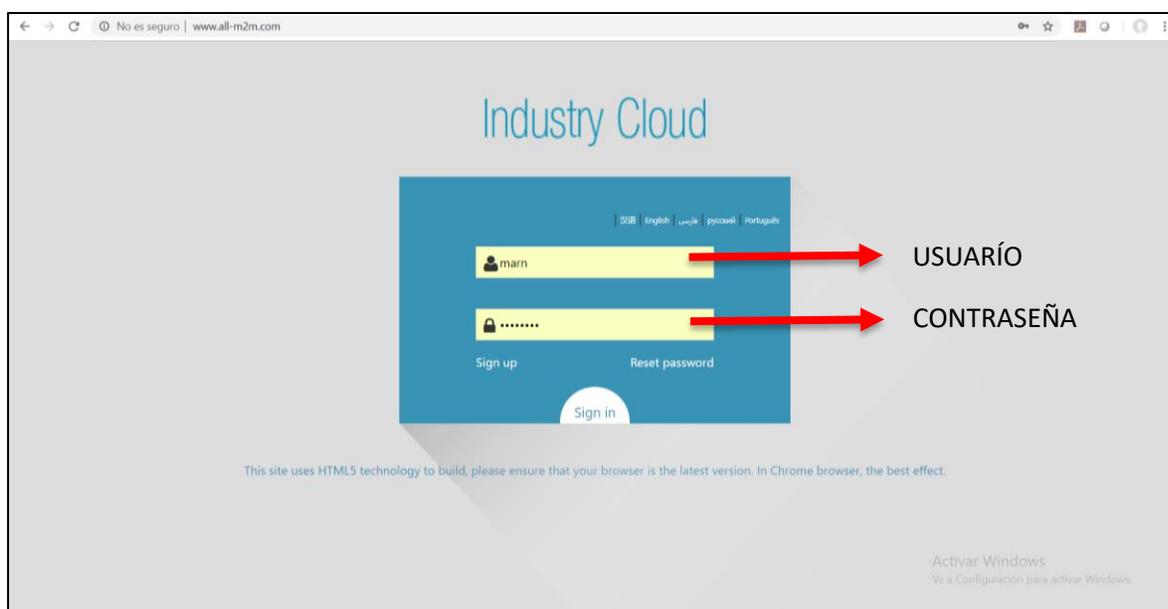
INTEGRACIÓN DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES PARA EL DESARROLLO DE UN NOVEDOSO SISTEMA DIGITAL INTELIGENTE COMO HERRAMIENTA PARA LA DETECCIÓN TEMPRANA Y ANUNCIO OPORTUNO DE ALTO RIESGO DE INUNDACIONES.

MANUAL DE USO Y MONITOREO

ACCESO A LA NUBE

Como toda plataforma web, esta tiene un usuario y contraseña, para ello es necesario utilizar cualquier navegador web y escribir la siguiente dirección: <http://www.all-m2m.com/>

Aparecerá la siguiente pantalla

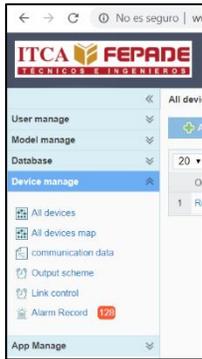


En la que deberemos cambiar el idioma preestablecido por inglés, escribir usuario y contraseña, según se indica en pantalla. Esto nos dará acceso a la pantalla principal.

Usuario: (Entregado a cada institución)

Contraseña: (Entregado a cada institución)

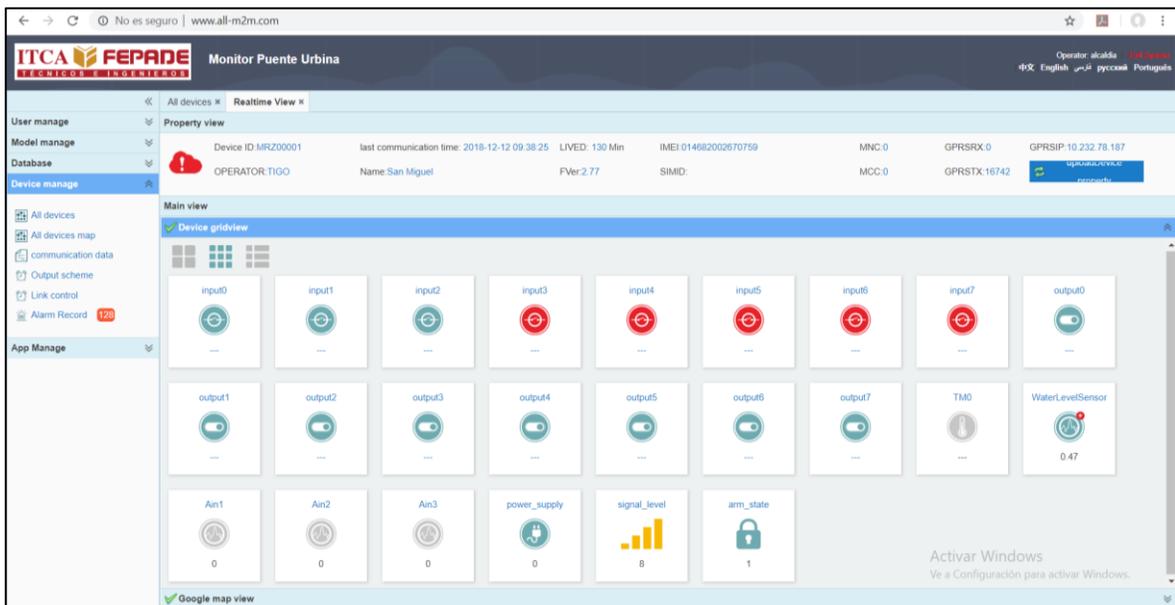
BUSCAR DISPOSITIVO



Después de haber accedido al portal, debemos desplegar la opción Device manage del panel lateral, para que se muestren las opciones referentes a la administración de dispositivos y dar clic a la opción All devices. La cual muestra todos los sensores o dispositivos conectados a la RTU. La opción Real view permitirá visualizar la gráfica de datos recibidas de los dispositivos conectados a al RTU y enviados a la nube a través de esta.



Pantalla principal que muestra todos los dispositivos conectados y el estado



Pantalla principal que muestra todos los dispositivos conectados y el estado, así como todos los puertos de E/S activos en la RTU

FILTRAR DATOS

Para realizar este proceso primero debemos acceder al dispositivo del cual queremos extraer la información, en este caso es *WaterLevelSensor*, ícono en el que podremos visualizar el último valor de sincronización.

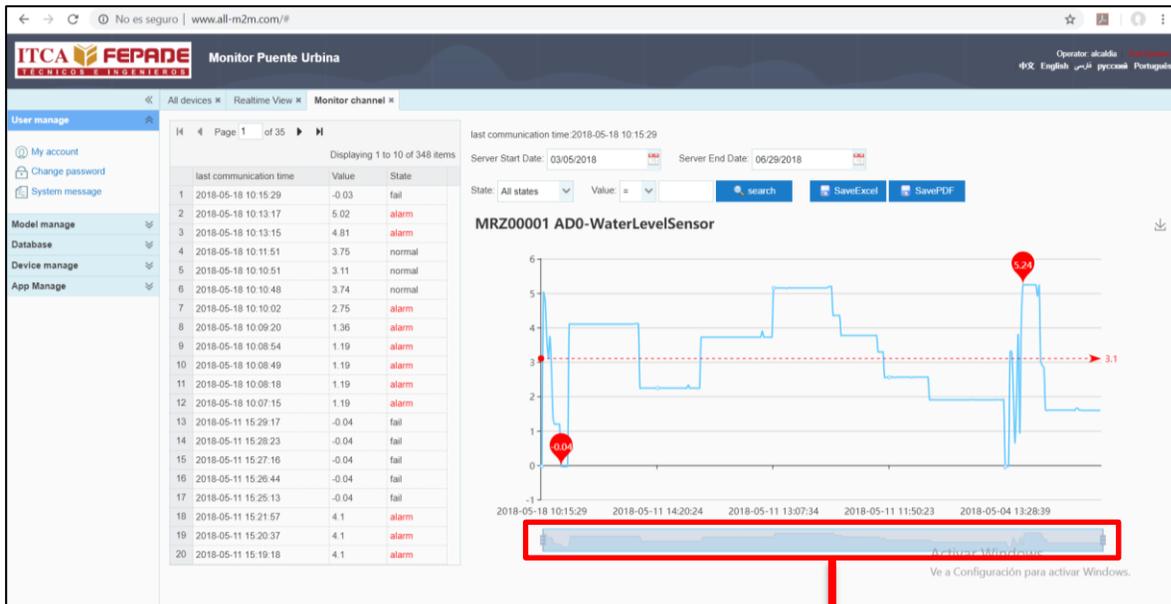
The screenshot shows the 'Monitor Punte Urbina' interface. In the 'Main view' section, the 'Device gridview' displays various sensors. The 'WaterLevelSensor' is highlighted with a red circle. A red annotation 'Clic en el nombre del dispositivo' points to the sensor's name.

The screenshot shows the 'Monitor channel' view for the 'WaterLevelSensor'. A table displays data points with columns for 'last communication time', 'Value', and 'State'. A red annotation 'Filtro de datos por fecha' points to the date filter fields. Another red annotation 'Fecha hora y valor de sincronización' points to a specific row in the table. To the right, a line graph titled 'MRZ00001 ADO-WaterLevelSensor' shows the sensor's value over time, with a red annotation 'Grafica de escala de valores en metros' pointing to the y-axis.

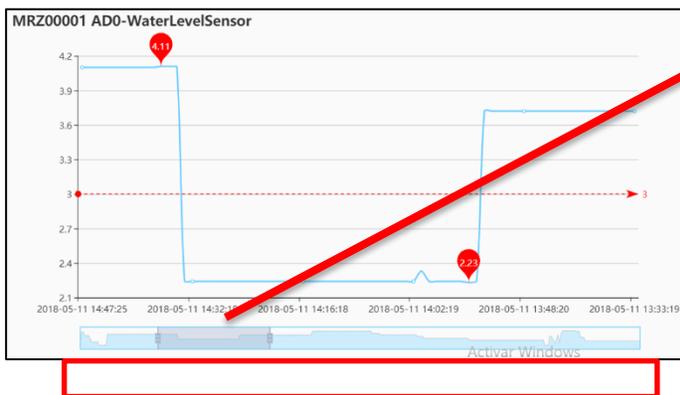
last communication time	Value	State
2018-12-12 09:37:30	0.47	alarm
2018-12-12 09:36:25	0.46	alarm
2018-12-12 09:35:25	0.45	alarm
2018-12-12 09:34:26	0.47	alarm
2018-12-12 09:33:26	0.48	alarm
2018-12-12 09:32:25	0.49	alarm
2018-12-12 09:31:26	0.5	alarm
2018-12-12 09:29:25	0.49	alarm
2018-12-12 09:27:25	0.49	alarm
2018-12-12 09:26:27	0.49	alarm
2018-12-12 09:25:26	0.49	alarm
2018-12-12 09:24:25	0.48	alarm
2018-12-12 09:23:25	0.47	alarm
2018-12-12 09:22:26	0.49	alarm
2018-12-12 09:21:25	0.48	alarm
2018-12-12 09:20:25	0.49	alarm
2018-12-12 09:19:26	0.5	alarm
2018-12-12 09:18:25	0.47	alarm

Para filtrar datos, debemos seleccionar el rango de fechas, por ejemplo:

Si queremos conocer el comportamiento del río en los meses de marzo a junio, utilizamos los calendarios de opciones *Server start date* y *Server end date*. Después dar clic en el boton *Search*



Barra de regulación histórica



La barra de regulación histórica sirve para desplazarse en el tiempo, siempre y cuando existan datos históricos de sincronización, ampliando o disminuyendo dicho rango.

GUARDAR RESULTADOS

Los datos gráficos pueden ser guardados en los siguientes formatos: XLS para Excel y PDF como lectura o archivos incrustados en informes.

Si seleccionamos la opción SavePDF, descarga un archivo con la tabla de datos correspondiente a los valores de sincronización, si seleccionamos la opción SaveXLS, descarga el mismo archivo, pero en formato editable para Excel.

Index	Device ID	Node	last communication time	State	Value
1	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:15	3	-0.03
2	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:13	1	5.02
3	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:13	1	4.81
4	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:11	0	3.75
5	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:10	0	3.11
6	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:10	0	3.74
7	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:10	1	2.75
8	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:09	1	1.36
9	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:08	1	1.19
10	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:08	1	1.19
11	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:08	1	1.19
12	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	18/05/2018 10:07	1	1.19
13	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:29	3	-0.04
14	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:28	3	-0.04
15	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:27	3	-0.04
16	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:26	3	-0.04
17	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:25	3	-0.04
18	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:21	1	4.1
19	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:20	1	4.1
20	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:19	1	4.1
21	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:18	1	4.1
22	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:17	1	4.1
23	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:16	1	4.1
24	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:16	1	4.1
25	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:15	1	4.1
26	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:14	1	4.1
27	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:13	1	4.1
28	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:12	1	4.1
29	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:11	1	4.1
30	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	11/05/2018 15:10	1	4.1

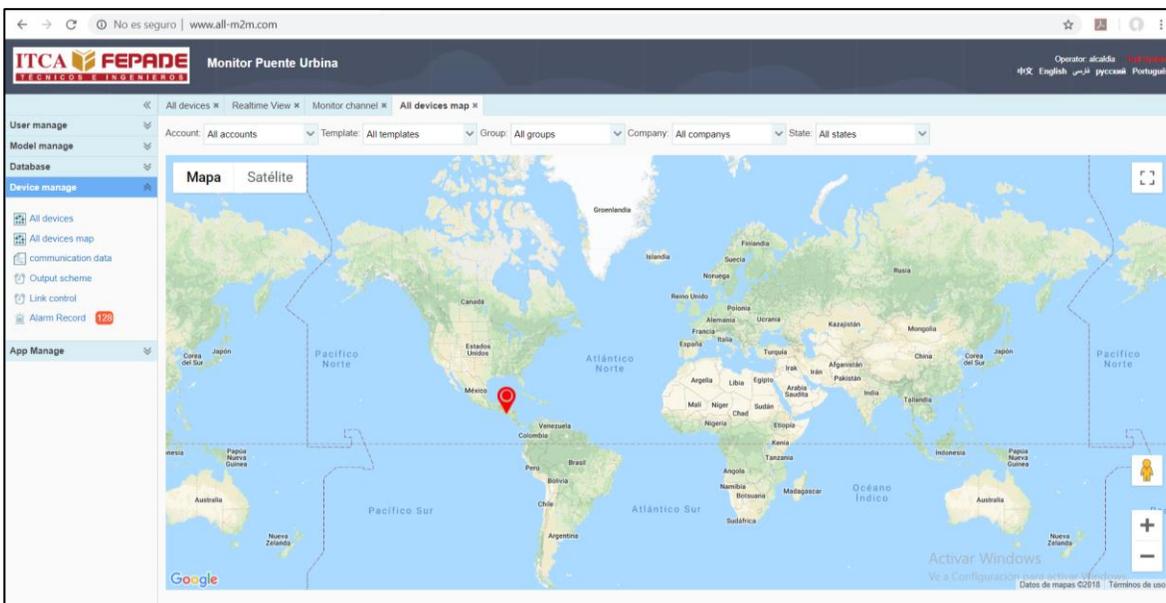
Formato de Archivo XLS

Index	Device ID	Node	last communication time	State	Value
1	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:15:29	3	-0.03
2	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:13:17	1	5.02
3	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:13:15	1	4.81
4	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:11:51	0	3.75
5	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:10:51	0	3.11
6	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:10:48	0	3.74
7	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:10:02	1	2.75
8	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:09:20	1	1.36
9	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:08:54	1	1.19
10	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:08:49	1	1.19
11	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:08:18	1	1.19
12	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-18 10:07:15	1	1.19
13	MRZ00001	ADD-WaterLevelSensor	2018-05-11 15:29:17	3	-0.04

Formato de Archivo PDF

Global Positioning System, GPS

El dispositivo está provisto de un sistema de posicionamiento global, el cual lo localiza en el mapa de coordenadas longitudinales, para ello, de la opción *Devise Manage* seleccionamos la opción *All Devices Map*.



Podremos verlo en el mapa siempre que el dispositivo este en línea y transmitiendo. Si no está en línea, veremos el indicador de mapa en color gris o no aparecerá el punto geográfico en el mapa. Con el Scroll del mouse podemos ampliar o reducir el área del mapa.

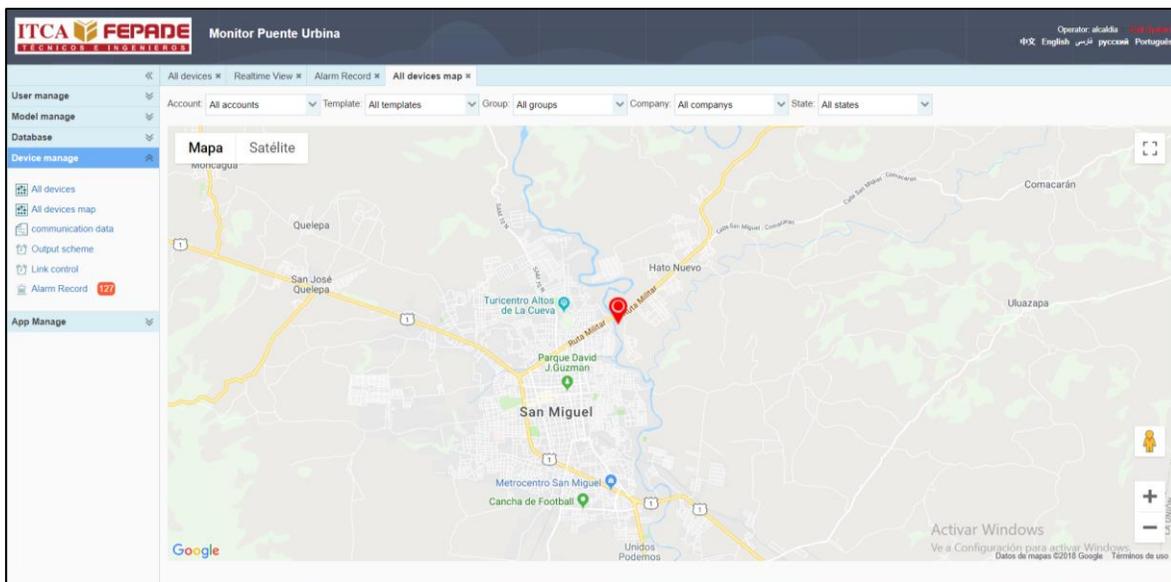
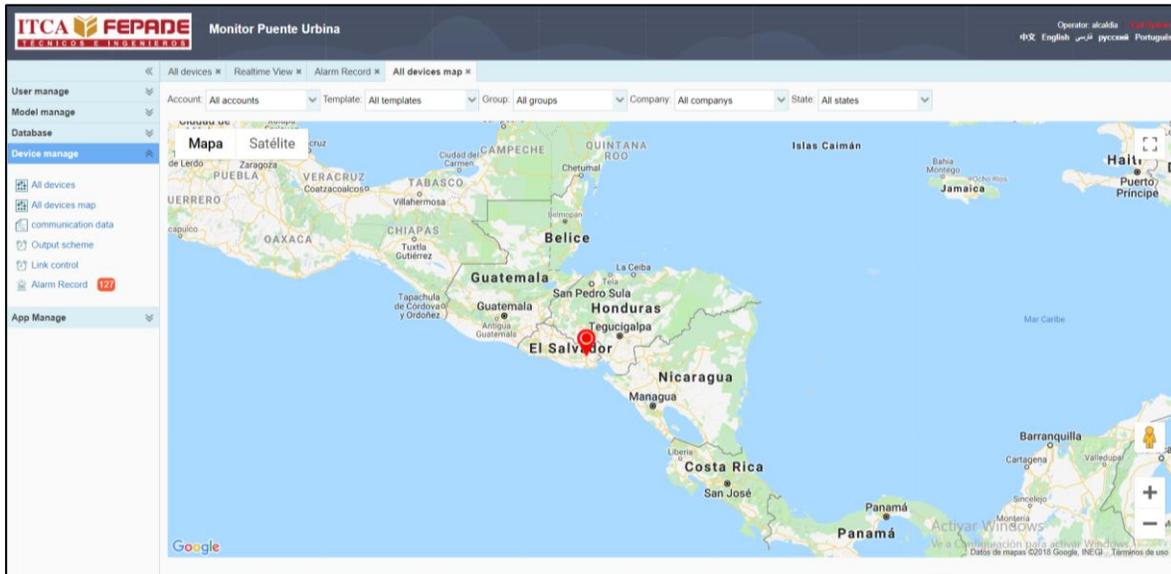
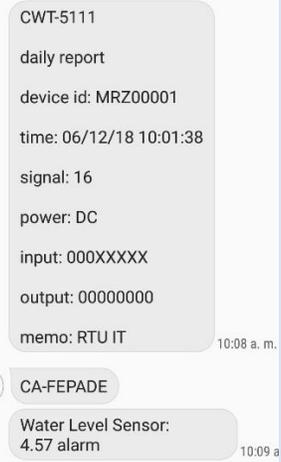
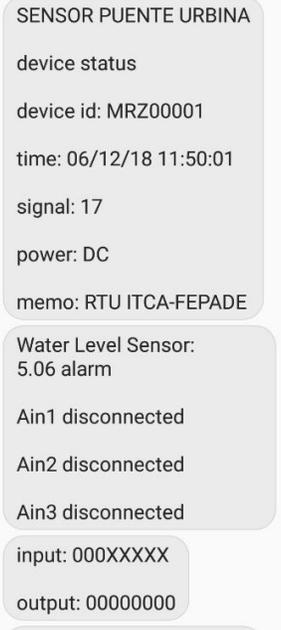
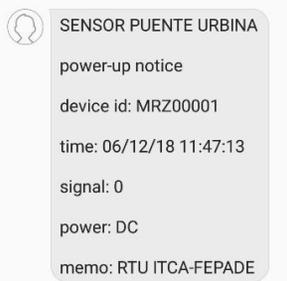
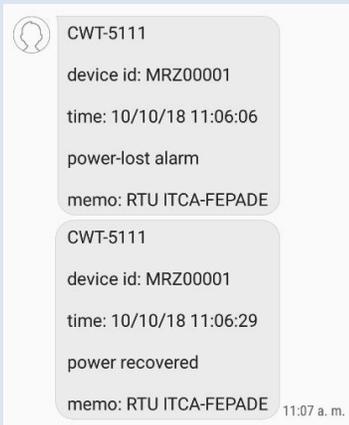


Imagen ampliada en el mapa

REGISTRO DE ALARMAS EN MENSAJES DE TEXTO

Durante el ciclo de vida del sistema de alerta temprana enviará una serie de mensajes los cuales son importantes que conozcamos, entre los más importantes están:

MENSAJE	DESCRIPCIÓN
	DAILY REPORT Este mensaje será enviado TODOS LOS DÍAS a las 10 a.m., indicando intensidad de señal, tipo de fuente de alimentación y valor actual del sensor.
	DEVICE STATUS Mensaje que se envía cada vez que se enciende o reinicia la RTU, este mensaje se hace acompañar de un POWER UP NOTICE. 



POWER LOST ALARM

Mensaje enviado cuando se desconecta la RTU de la fuente de alimentación externa.

Y POWER RECOVERED

Mensaje enviado cuando la RTU se conecta a una fuente de alimentación externa.



SENSOR DISCONNECTED

Mensaje enviado cuando el sensor se desconecta de la RTU, este mensaje se hace acompañar de un DEVICE STATUS cuando el sensor se conecta.



ULTRA HIGH ALARM

Este mensaje se envía cuando el valor del sensor sobrepasa el valor normal programado, en este caso indica que el nivel del Río ha sobrepasado los 3 metros sobre el nivel normal, este mensaje se hace acompañar de una alarma sonora en la estación y en la web, así como también el valor del sensor.



ULTRA LOW ALARM

Este mensaje se envía cuando el valor del río es menor que el valor base programado como normal que es 1mt, si es un valor negativo indica que el nivel del Río no alcanza a cubrir el sensor.

Cuando el Río alcanza el nivel normal, envía un mensaje indicando el valor y estado.



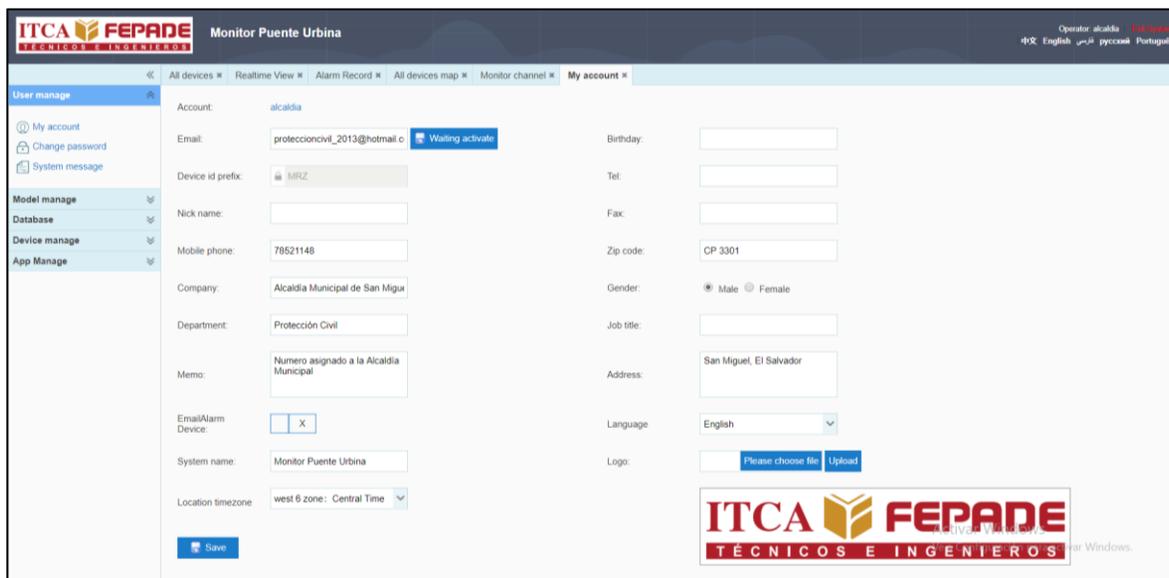
FAIL CONNECT



Ese mensaje es enviado cuando la señal de cobertura es demasiado débil para sincronizar la RTU con la web, sin embargo tiene la suficiente fuerza para enviar mensajes de texto, significa que aunque no se sincronice en ese instante con la web, tiene la capacidad de notificar cualquier incremento en el nivel del Río.

PERSONALIZAR CUENTA

El usuario Alcaldía tiene los privilegios para modificar algunos parámetros del mismo, como se muestra en la siguiente pantalla, estos valores no alterarán el funcionamiento del sistema.



12.3. ANEXO 3: FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO.

IMAGEN	DESCRIPCIÓN
	<p>El equipo en labores de investigación de tecnologías y fuentes para la construcción del sistema.</p>
	<p>Proceso de configuración y pruebas de comunicación con la estación remota.</p>
	<p>Demostración del funcionamiento del Sistema a la Dirección General de Protección Civil.</p>
	<p>Capacitación para el uso y configuración del Sistema Hidrométrico a la Comisión Municipal de Protección Civil y Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN.</p>



Rango aproximado a escala para la configuración de los niveles del sensor.



Rango configurado para el nivel del río (6 mts).



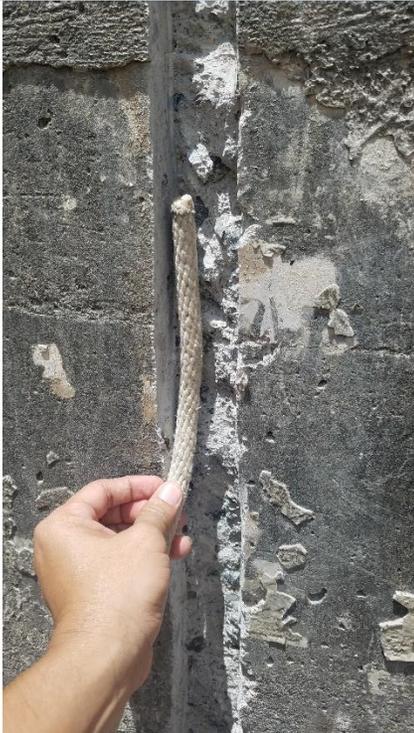
Maniobras para el traslado de materiales a la base del puente Urbina.



Apertura de franja para la protección del cable de comunicación entre el sensor y la RTU.



Traslado a la base del puente Urbina en temporada de lluvias.



Ancho y alto de franja protectora del cable de comunicaciones.



Instalación de la caja de control y panel solar.



Conexión final del sensor y dispositivos para el suministro eléctrico en la caja de control.



Entrega del proyecto terminado a la Comisión Municipal de Protección Civil.



Entrega de Manual de Monitoreo y Uso de la Estación Hidrométrica.



Vista aérea de la Estación Hidrométrica.

IDENTIDAD INSTITUCIONAL

VISIÓN

Ser una institución educativa líder en educación tecnológica a nivel nacional y regional, comprometida con la calidad, la empresarialidad y la pertinencia de nuestra oferta educativa.

MISIÓN

Formar profesionales integrales y competentes en áreas tecnológicas que tengan demanda y oportunidad en el mercado local, regional y mundial, tanto como trabajadores y como empresarios.

VALORES

EXCELENCIA: *Nuestro diario quehacer está fundamentado en hacer bien las cosas desde la primera vez.*

INTEGRIDAD: *Actuamos congruentemente con los principios de la verdad en todas las acciones que realizamos.*

ESPIRITUALIDAD: *Desarrollamos todas nuestras actividades en la filosofía de servicio, alegría, compromiso, confianza y respeto mutuo.*

COOPERACIÓN: *Actuamos basados en el buen trabajo en equipo, la buena disposición a ayudar a todas las personas.*

COMUNICACIÓN: *Respetamos las diferentes ideologías y opiniones, manteniendo y propiciando un acercamiento con todo el personal.*

SEDE Y REGIONALES EL SALVADOR



La Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, fundada en 1969, es una institución estatal con administración privada, conformada actualmente por 5 campus: Sede Central Santa Tecla y cuatro Centros Regionales ubicados en Santa Ana, San Miguel, Zacatecoluca y La Unión.

1 SEDE CENTRAL SANTA TECLA

Km. 11.5 carretera a Santa Tecla, La libertad.
Tel.: (503) 2132-7400
Fax: (503) 2132-7599

2 CENTRO REGIONAL SANTA ANA

Final 10a. Av. Sur, Finca Procavia.
Tel.: (503) 2440-4348
Tel./Fax: (503) 2440-3183

3 CENTRO REGIONAL LA UNIÓN

Calle Sta. María, Col. Belén, atrás del Instituto Nacional de La Unión
Tel.: (503) 2668-4700

4 CENTRO REGIONAL ZACATECOLUCA

Km. 64.5, desvío Hacienda El Nilo sobre autopista a Zacatecoluca.
Tel.: (503) 2334-0763 y
(503) 2334-0768

5 CENTRO REGIONAL SAN MIGUEL

Km. 140 carretera a Santa Rosa de Lima.
Tel.: (503) 2669-2298
Fax: (503) 2669-0061