



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E INDUSTRIAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

Informe del proyecto de investigación para obtener el título de:

INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS DE CRECIDAS
DEL RÍO DAMAS, EN ALLURIQUÍN.**

Autor

JEFFERSON ALEJANDRO CAIZAPANTA TAPIA

Director

ING. EDGAR FABIÁN CALERO VELA, Msc.

Santo Domingo de los Tsáchilas – Ecuador

JULIO - 2017

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS DE CRECIDAS DEL
RÍO DAMAS, EN ALLURIQUÍN.

Ing. Calero Edgar Fabián, Msc.

DIRECTOR

APROBADO

Ing. Nilo Ortega Soliz, Msc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Néstor Albán Molina.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Cristian Laverde Albarracin, Msc.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo,de..... de 2017.

Autor: JEFFERSON ALEJANDRO CAIZAPANTA TAPIA

**Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
SEDE SANTO DOMINGO**

Título: INGENIERO ELECTROMECAÁNICO

Fecha: JULIO, 2017

El contenido del presente trabajo está bajo la responsabilidad del autor y no ha sido plagiado.



JEFFERSON ALEJANDRO CAIZAPANTA TAPIA

C.I. 171835889-6

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR

Santo Domingo, 14 de julio de 2017

Señor Ingeniero
Nilo Ortega Soliz.
**COORDINADOR DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA UTE SD**
Presente.-

Señor Coordinador:

Informo a Usted que el trabajo realizado por el estudiante: *JEFFERSON ALEJANDRO CAIZAPANTA TAPIA*, cuyo título es: “*DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS DE CRECIDAS DEL RÍO DAMAS, EN ALLURIQUÍN*”; ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, *el mismo que no ha sido plagiado*, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Cordialmente,



Ing. Calero Vela Edgar Fabián, *Msc.*
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Dedicatoria

Dedico este gran esfuerzo a Dios y la Virgen María.

A mis padres que me guían en el camino de la vida y se encuentran siempre en las mejores y peores circunstancias, quienes me han sabido dar las más lindas alegrías en fin quienes son la esencia de mi vida y me han enseñado que la humildad es la mejor herramienta que cualquier persona necesita para sobresalir en este mundo.

A mis amigas y amigos en general que formaron parte de este viaje pasajero de estudiante donde aprendimos a reír, llorar, soñar, meditar, entre muchas situaciones que hacen que sea inolvidable.

Y como olvidar a mis mejores amigos que formaron parte de esos momentos amenos llenos de alegría y diversión, siempre siendo responsables ante todo.

AGRADECIMIENTO

Primero quiero agradecer a Dios por siempre brindarme la fe, la fortaleza, y la sabiduría necesaria para culminar mis estudios.

A mis padres, Luis y Beatriz por siempre apoyarme incondicionalmente para que yo me forme como profesional y persona, llenándome de consejos y lecciones de vida, convirtiéndome en motivo de orgullo para ellos.

A mis hermanos quienes indirectamente llenan de felicidad a mi familia, Freddy y Jamileth gracias por ser parte de ella, a mis mejores amigos quienes se ha convertido en mi familia, ellos al igual que mi hermano Freddy han sido testigos de las alegrías y sacrificios que he tenido que pasar ya que aparte de ser mis hermanos/amigos han sido mis compañeros de aula y futuros colegas.

Al Ing. Jorge Terán por ser el libro abierto de conocimientos que basado en su experiencia pudo ayudarme a llevar a cabo el proyecto de titulación, un ejemplo de profesional y ser humano a seguir. Por enseñarme que la meta a alcanzar no es tan fácil, pero si se puede llegar con perseverancia, dedicación y esfuerzo.

A todos los Ingenieros del Tribunal quienes me apoyaron en este proyecto facilitándome la información requerida para el mismo y a todos los que conforman la Universidad Tecnológica Equinoccial, gracias.

A toda mi familia que siempre confió en mí y me apoyaban a que termine esta meta y continúe para seguir creciendo profesionalmente.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	171835890-4
APELLIDO Y NOMBRES:	Caizapanta Tapia Jefferson Alejandro
DIRECCIÓN:	Alluriquín, Santo Domingo
EMAIL:	jeffer230691@outlook.es
TELÉFONO FIJO:	022729220
TELÉFONO MÓVIL:	0968483008

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Diseño de un sistema de alertas tempranas de crecidas del río Damas, en Alluriquín.
AUTOR O AUTORES:	Caizapanta Tapia Jefferson Alejandro
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Julio - 2017
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Calero Vela Fabián, <i>Msc.</i>
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Electromecánico
RESUMEN:	La parroquia San José de Alluriquín por su ubicación geográfica es particularmente propensa a sucesos de crecidas del Río Damas sobre todo en los meses de invierno que dura de 4 a 5 meses y va desde enero a abril/mayo, en estos meses es frecuente las crecidas del río por las precipitaciones atmosférica que se presentan, el cual da como resultado fuertes lluvias y prolongadas, como sucedió el 26 de abril del 2016. El problema técnico del presente proyecto es el aumento de la población que ha traído como consecuencia la ocupación desordenada de algunas áreas como las orillas de ríos, generando una alta presión

	<p>sobre las mismas debido a la construcción antitécnica de las viviendas. En la actualidad no existe muro de concreto que contenga el caudal, lo cual crea inseguridad en la población de futuros desbordamientos, por ende este proyecto está enfocado al diseño más factible para anticipar el aumento de caudal o crecidas del río Damas y la precipitación atmosférica aguas arriba. Si se llega a realizar este diseño con respecto al montaje nos ayudara a prevenir un desastre por inundación el cual nos contribuirá a adelantar acciones para reducir su amenaza y hacer que la sociedad menos vulnerable sea susceptible de verse afectada, especialmente evitar pérdidas de vidas humanas y socioeconómicas.</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Diseño sistema de alertas, Automatización de control de caudal, Precipitaciones, río Damas.</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>Because of its geographical location, the parish of San José de Alluriquin is particularly susceptible to events of flooding from the River “Damas” especially in the winter months that lasts 4 to 5 months, that is, from January to April/may; in these months is frequent flooding of the river by the precipitation of the atmosphere that is present, which as a result, there are heavy and prolonged rains, as happened on last 26 April 2016. The technical problem of this project is the increase of the population and as its consequence the unregulated occupation of some areas at the shores of rivers,</p>

	<p>which have generated a high pressure on the same due to the anti-technical construction of the housings. At present, there is no a concrete wall that bear the flow, which creates insecurity in the population by future overflows; therefore, this project is focused on the more feasible design to anticipate the increase of flow or flooding of the river Damas and atmospheric precipitation upstream. If this project comes true, this design will help the population to prevent a flood disaster which and additionally, it will contribute to advance actions to reduce its threat and making society less vulnerable is likely to be affected, especially avoiding losses of human lives and socio-economic.</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Design system alerts, Automation of flow control, Precipitation, Damas river.</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.



CAIZAPANTA TAPIA JEFFERSON ALEJANDRO

C.I. 171835889-6

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **CAIZAPANTA TAPIA JEFFERSON ALEJANDRO**, CI **171835889-6** autor del proyecto titulado: “**Diseño de un sistema de alertas tempranas de crecidas del río Damas, en Alluriquín.**”; previo a la obtención del título de **INGENIERO ELECTROMECAÁNICO** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Santo Domingo, 24 de julio de 2017.



CAIZAPANTA TAPIA JEFFERSON ALEJANDRO

C.I. 171835889-6

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Contenido	Pag.
	Portada.....	I
	Sustentación y aprobación de los integrantes del tribunal.....	II
	Responsabilidad del autor.....	III
	Aprobación del director.....	IV
	Dedicatoria.....	V
	Agradecimiento.....	VI
	Formulario de biblioteca.....	VII
	Declaración y Autorización.....	X
	Índice de contenido.....	XI
	Índice de tablas.....	XIV
	Índice de figuras.....	XV
I	INTRODUCCIÓN.....	1
II	MARCO REFERENCIAL.....	7
2.1	Localización Geográfica de Santo Domingo de los Tsáchilas....	7
2.2	Caracterización General de la Parroquia Alluriquín.....	7
2.3	Afectación por desbordamiento del río Damas el 26 de Abril del 2016.....	9
2.4	Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).....	9
2.5	Importancia de un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).....	10
2.6	El objetivo de un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).....	10
2.7	Como funciona un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).....	10
2.7.1	Lectura de Datos.....	11
2.7.2	Transmisión de Datos.....	11
2.7.3	Procesamiento y Análisis de Datos.....	11
2.7.4	Evaluación de Datos.....	11
2.7.5	Difusión de la alerta.....	12
2.8	Tipos de Sensores de Nivel de líquidos.....	13
2.8.1	Sensores de Nivel de líquidos de Desplazamiento (Flotador)....	13
2.8.2	Sensores de Nivel de líquidos con Ultrasonido.....	13
2.8.3	Sensores de Nivel de líquidos por Microonda Guiada.....	14
2.8.4	Sensores de Nivel de líquidos por Radar.....	15
2.9	La Precipitación.....	15
2.10	Pluviómetro.....	16
2.10.1	Funcionamiento del Pluviómetro.....	16
2.11	Radiofrecuencia.....	16
2.12	El Espectro Electromagnético.....	17
2.13	Polarización.....	17
2.14	Características Fundamentales De Las Ondas De Radio Enlace..	18
2.15	Línea Visual.....	19
2.16	Zona Fresnel.....	19

2.16.1	Calculo de la Zona Fresnel.....	20
2.17	Decibelio (dB).....	21
2.17.1	Cálculo en dB.....	21
2.17.2	Cálculo de Conversión de mW a dBm y viceversa.....	22
2.18	Tipos de diseño de la Red Física.....	22
2.18.1	Punto a Punto.....	22
2.18.2	Punto a Multipunto.....	23
2.18.3	Multipunto a Multipunto.....	23
2.19	Concepto de Canal de Comunicaciones.....	24
2.19.1	Transmisor.....	24
2.19.2	Medio de Transporte.....	24
2.19.3	Receptor.....	24
2.20	Ethernet.....	25
2.20.1	Power-over-Ethernet (PoE).....	26
2.21	Antena de Radio Enlace.....	27
2.21.1	Tipos de Antenas.....	27
2.21.2	Parámetros de una Antena.....	28
2.22	Repetidor de señal.....	28
2.23	Tipos de Torres para Telecomunicaciones.....	29
2.23.1	Torres Arriostradas o Atirantadas.....	30
2.24	PLC (Controlador Lógico Programable).....	30
2.25	Clasificación de los PLC's.....	31
2.25.1	PLC's de Base Compacta.....	31
2.25.2	PLC's de Base Modular.....	31
2.25.3	PLC's de Base Extreme.....	31
2.25.4	Módulos según el tipo de señal de E/S.....	32
2.26	Interface Hombre Máquina (HMI).....	33
2.26.1	Tipos de HMI.....	33
2.27	Sistema HMI – PLC.....	34
2.28	Energía Autónoma (Energía solar fotovoltaica).....	35
2.28.1	Componentes de un sistema fotovoltaico.....	35
2.29	Medidas de los caudales: tipo aforo.....	36
III	METODOLOGÍA.....	37
3.1	Identificación y prevención del problema.....	37
3.2	Diseño de la red del Sistema de Monitoreo.....	38
3.2.1	Determinación de la ubicación de Puntos.....	38
3.3	Diseño del Sistema de Comunicación.....	39
3.3.1	Enlace y Línea Visual de los Puntos.....	40
3.3.2	Características de antena de radio enlace.....	44
3.3.3	Cálculo de la zona Fresnel.....	46
3.4	Arquitectura del Sistema de Comunicación y Monitoreo del SAT.....	49
3.4.1	Sistema de Comunicación del sensor 0.....	49
3.4.2	Sistema de Comunicación de los puntos del sensor 1 y 2.....	50
3.4.3	Sistema de Comunicación del punto Repetidor.....	51
3.4.4	Sistema de Comunicación de la Estación de Control.....	52
3.5	Arquitectura del Sistema de Control del SAT.....	53

3.5.1	Sistema de Control del Nivel de caudal del río Damas.....	53
3.5.2	Selección del sensor de nivel tipo Radar.....	55
3.5.3	Selección de pluviómetro.....	57
3.5.4	Sistema de Control de los puntos del sensor 0, 1 y 2.....	57
3.6	Arquitectura General del Sistema de Monitoreo, Comunicación y Control del SAT.....	58
3.7	Protección externa contra rayos.....	59
3.8	Identificación del lugar de todos los puntos de Monitoreo.....	60
3.8.1	Localización del punto 0.....	60
3.8.2	Localización del punto 1.....	61
3.8.3	Localización del punto 2.....	62
3.8.4	Localización del punto Repetidor.....	63
3.8.5	Localización de la estación de control.....	64
3.9	Identificación del nivel de peligrosidad del caudal del Río Damas.....	65
3.10	Cálculo del caudal, velocidad y tiempo.....	66
IV	ANÁLISIS DE RESULTADOS	71
4.1	Análisis de resultado: Preocupación de los moradores de Alluriquín con respecto al desbordamiento del 26 de abril del 2016.....	71
4.2	Análisis de resultado: Ubicación de los sensores.....	71
4.3	Análisis de resultado: Identificación del nivel de peligrosidad del río Damas.....	72
4.4	Análisis de resultado: Cotización de la arquitectura de control y monitoreo del SAT.....	72
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
	Conclusiones.....	74
	Recomendaciones.....	74
	REFERENCIAS.....	75
	ANEXOS.....	79
	Anexo 1.....	79
	Anexo 2.....	80
	Anexo 3.....	81
	Anexo 4.....	82
	Anexo 5.....	82
	Anexo 6.....	83
	Anexo 7.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

1	Coordenadas de los puntos.....	39
2	Enlace de punto del sensor 1 a punto Repetidor.....	40
3	Enlace de punto del sensor 2 a punto Repetidor.....	42
4	Enlace de punto, de la estación de Control a punto Repetidor.....	43
5	Enlace de punto, de la estación de Control a punto Repetidor.....	45
6	Especificaciones de antena AirFiber X “AF-5G30-S45”.....	46
7	Características del sensor de nivel SEBAPULS 20.....	56
8	Calculo de tiempo de recorrido de caudal por el Método Aforo.....	67
9	Profundidad de cuenca del río Damas.....	68
10	Estimación de relación entre nivel - velocidad.....	69
11	Datos de cálculo de tiempo sensor 1.....	70
12	Datos de cálculo de tiempo sensor 2.....	70
13	Costo de control.....	73
14	Costo de comunicación.....	73
15	Costo general del proyecto SAT.....	73

ÍNDICE DE FIGURAS

1	Ubicación de la parroquia Alluriquín en el Cantón Santo Domingo.....	7
2	Mapa Base de San José de Alluriquín.....	8
3	Resultados del 26 de Abril del 2016.....	9
4	Gráfico de la secuencia de funcionamiento de un SAT.....	10
5	Tipos de conexión de sensor de Desplazamiento.....	13
6	Formas de Montaje del sensor de ultrasonido.....	14
7	Sensor por Microonda Guiada.....	14
8	Forma de Montaje del sensor Radar.....	15
9	Pluviómetro y su parte interna.....	16
10	Escala del espectro electromagnético.....	17
11	Onda electromagnética polarizada verticalmente.....	18
12	Tipos de Polarización.....	18
13	Ejemplo; Línea de Vista Directa en Air-Link (LINE OF SIGHT), Link Simulator.....	19
14	Ejemplo; Zona Fresnel despejada o sin obstrucción en Air-Link (1ST FRESNEL ZONE), Link Simulator.....	20
15	La zona de Fresnel está bloqueada parcialmente en este enlace aunque la línea visual (line of sight) no está obstruida.....	20
16	Diseño de red punto a punto.....	23
17	Diseño de red punto a multipunto.....	23
18	Diseño de red multipunto a multipunto.....	24
19	Canal genérico de comunicaciones.....	24
20	Formato de una trama (paquete) que viaja a través de Ethernet.....	25
21	Conector RJ45.	26
22	Pines de un cable Cat5 RJ45.....	26
23	Tipos de Antenas.....	28
24	Forma de utilización de Repetidor.....	29
25	Modelo de la torre Arriostrada.....	30
26	Tipos de bases modulares más utilizados.	32
27	Representación de una señal analógica y una señal digital.....	32
28	Pantalla Delta DOP-B10E615.....	33

29	Instalación solar con cargas DC (continuas) y AC (alternas).....	35
30	Inexistencia de Muro de concreto.....	37
31	Diseño de la red punto a multipunto del SAT del proyecto.....	38
32	Evidencia de enlace de punto del Sensor 1 a punto Repetidor.....	41
33	Evidencia de enlace de punto del Sensor 2 y punto Repetidor.....	42
34	Evidencia de enlace del punto de estación de Monitoreo y punto Repetidor.....	44
35	Ubiquiti airFiber 5X.....	45
36	Antena, AirFiber X AF-5G30-S45.....	46
37	Despeje del 60% de la zona de Fresnel.....	47
38	Distancia entre el Sensor 0 y Estación de Control o Monitoreo.....	49
39	Arquitectura física de los puntos del sensor 1 y sensor 2.....	50
40	Arquitectura física de los puntos del sensor 1 y 2 (Diagrama de bloques).....	50
41	Arquitectura física del punto Repetidor.....	51
42	Arquitectura física del punto Repetidor (Diagrama de bloques).....	51
43	Arquitectura física de la Estación de Control.....	52
44	Arquitectura física de la Estación de Control (Diagrama de bloques).....	52
45	Sensor de nivel SEBAPULS 20.....	56
46	Pluviómetro modelo TR-525M.	57
47	Arquitectura física de Control del SAT.	58
48	Arquitectura de Control del SAT. (Diagrama de bloques).	58
49	Arquitectura General del Sistema de Comunicación, Control y Monitoreo del SAT.	59
50	Pararrayos.....	60
51	Localización del punto del sensor 0.....	60
52	Identificación del río principal Damas y río Maltón.	61
53	Localización del punto del sensor 1.	62
54	Localización del punto del sensor 2.	63
55	Localización de la estación de control.	65
56	Crecida del río Damas 01 de mayo del 2017.....	66
57	Área del caudal.	68
58	Preocupación de la parroquia Alluriquín.....	71

I. INTRODUCCIÓN

La provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas representa el 1,5 % del territorio nacional (aproximadamente 3,5 mil km^2) y el 16,6 % del territorio de la zona 4, teniendo una población de 410,9 mil habitantes (2,8% respecto al país), en el sector Urbano con el 73% y el sector Rural con el 27% de habitantes y siete Parroquias; de la cual la parroquia San José de Alluriquín es la más habitada con aproximadamente 19.000 habitantes. (SI – Dirección De Métodos, Análisis E Investigación, 2014)

La parroquia San José de Alluriquín por su ubicación geográfica es particularmente propensa a sucesos de crecidas del Río Damas sobre todo en los meses de invierno que dura de 4 a 5 meses y va desde enero a abril/mayo. El aumento de caudal se presenta en ocasiones con una intensidad muy alta y su duración puede llegar a ser muy prolongada, estos sucesos se presentan con reincidencia muy elevada lo que puede ser muy peligroso teniendo en cuenta que existe una sociedad vulnerable. Este conjunto de factores como la precipitación y deslizamiento de tierra, provocando embalse del caudal, han ocasionado pérdidas socioeconómicas y especialmente perdidas en la cuenca fluvial del Río Damas en caso de desbordamiento.

Prevenir un desastre por inundación nos encamina adelantar acciones para reducir su amenaza y hacer que la sociedad menos vulnerable sea susceptible de verse afectada.

El **problema técnico** del presente proyecto es el aumento de la población que ha traído como consecuencia la ocupación desordenada de algunas áreas como las orillas de ríos, generando una alta presión sobre las mismas debido a la construcción antitécnica de las viviendas.

En la figura 3, se muestra el impacto ocasionado por el desbordamiento del Río Damas en la parroquia San José de Alluriquín el 26 de abril del 2016.

El **diagnóstico** del presente proyecto parte de la precipitación o pluviosidad que se produce sobre la corteza terrestre especialmente en los meses de enero a abril/mayo que son los meses que se genera una mayor precipitación, provocando en su mayor parte, efectos negativos especialmente en la parroquia San José de Alluriquín situado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Por ende se realizara el Diseño de un Sistema de Alerta Temprana (SAT).

(Mirian, 2015) Asegura que a lo largo del siglo veintiuno se han producido numerosos fenómenos naturales principalmente el exceso de pluviosidad causando efectos negativos como deslizamiento de tierras, desbordamiento de ríos, los cuales dejan como consecuencia pérdidas económicas y humanas. Como lo ocurrido en la parroquia San José de Alluriquín situado en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

En la actualidad se pronostica que la sociedad es afectada por una serie de desastres naturales, que cada vez se hacen más seguidos y desafortunadamente más trágicos teniendo repercusiones y/o respuestas negativas para los que han invadido sus orillas, en este caso la del Río Damas, provocando pérdidas de infraestructuras, materiales, económicas y principalmente humanas, como lo ocurrido en la parroquia San José de Alluriquín.

Una de las soluciones más factibles con respecto al control del pronóstico para el desbordamiento (inundación) del Río Damas en la parroquia San José de Alluriquín, es la prevención o disminución del riesgo mediante la detección y emisión de alertas tempranas para evitar pérdidas especialmente de vidas humanas y/o bienes materiales como mobiliaria, infraestructura y socioeconómica, anticipándose a la ocurrencia de inundaciones y fenómenos de remoción en masa.

Objetivo General

Diseñar un sistema de alertas tempranas para la detección de crecidas del Río Damas en la parroquia San José de Alluriquín.

Objetivos Específicos

- Demostrar la factibilidad de un sistema de alertas tempranas para controlar el caudal del Río Damas.
- Determinar la ubicación de los sensores para poder prevenir a la población del potencial riesgo en función de la velocidad del caudal.
- Identificar el nivel de caudal del Río Damas que representara una amenaza a la población de Alluriquín.

- Determinar la arquitectura de control y monitoreo del sistema de alertas tempranas especificando los equipos que se usarán.

El alcance del proyecto “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS DE CRECIDAS DEL RÍO DAMAS EN ALLURIQUÍN” incluye el estudio y diseño de un sistema viable, realizando solo el esquema o plano del proyecto, para la implementación de sensores y controlar el nivel del caudal del Río Damas en tiempo real, emitiendo una señal directa mediante un repetidor de señal desde dos o más puntos estratégicos según el estudio lo requiera, ubicados aguas arriba del Río Damas, del cual emitirá una señal directa al cuarto de control ubicado en Alluriquín si llegase a realizar el montaje, donde se visualizará mediante una pantalla o monitor el comportamiento del caudal mediante un diseño de automatización programada en un Controlador. Al mismo tiempo emitiendo un mensaje detallado del comportamiento del Río Damas si este llegase a sobrepasar las condiciones de los niveles de tolerancia de riesgo registrados.

Además se realizara un listado de los componentes y equipos necesarios para la implementación del proyecto con sus respectivas especificaciones técnicas, se incluirá además un presupuesto referencial de los mismos.

Los Controladores de Automatización Programables (PACs) están diseñados con la tecnología de procesamiento más reciente para resolver problemas avanzados de control en entornos industriales y robustos. (National Instruments, 2016)

Este proyecto abarca todo lo que es el diseño y no el montaje; dejando listo para la implementación por alguna organización como GAD Parroquial de Alluriquín, GAD Provincial Santo Domingo de los Tsáchilas, Municipio de Santo Domingo de los Tsáchilas o Secretaria de Riesgos.

La **conveniencia** de esta investigación del diseño de un sistema de alertas tempranas, tiene como propósito de prevenir a los moradores de la parroquia de Alluriquín de las crecidas del Río Damas, siendo este proyecto muy viable de implementarlo para alguna institución pública ya mencionadas anteriormente.

El **impacto social** de esta investigación, con la introducción de alertas tempranas y control visual del comportamiento del caudal, ayudará a los moradores de la parroquia a anticiparse a la ocurrencia de inundaciones y fenómenos de remoción en masa que

pueden terminar con la vida de las personas y destrucción de bienes materiales que puedan tener en su domicilio, como se puede apreciar en la Figura 2, beneficiando con este desarrollo investigativo a una gran parte de moradores de Alluriquín principalmente a los barrios centrales de la parroquia, si llegase a realizar el montaje de dicha investigación.

La gobernadora de Santo Domingo de los Tsáchilas, Doris Merino, tras realizar un recorrido señaló que el 40% de la zona sufrió afectación. (El Telégrafo, 2016)

El **impacto teórico** de esta investigación tendría como aportación el estudio y esquema o planos de los puntos estratégicos del asentamiento de los sensores de nivel del caudal aguas arriba, facilitando al GAD Parroquial de Alluriquín, contribuyendo con esta investigación de ejemplo en el Río Damas para ser aplicable en otros lugares con el mismo o similar problema.

El **impacto metodológico** de la investigación ayudaría al desarrollo de un sistema para prevenir pérdidas de vidas humanas y/o materiales, brindando así el estudio de estrategias técnicas con el fin de poder anticiparse a la ocurrencia de inundaciones y fenómenos de remoción en masa en tiempo real, dando a conocer el planteamiento de Diseño de un Sistema de Alertas Tempranas de Crecidas del Río Damas.

La **implicancia práctica** de la investigación si llegase a implementarla o realizar el montaje ayudaría a la prevención en el presente y futuro, de anticiparse a inundaciones y fenómenos de remoción en masa en la parroquia de Alluriquín ya que en la actualidad no existe, en una gran parte, un muro de concreto que sirva como contención del caudal si llegase a aumentar el nivel del Río Damas, se puede apreciar en la Figura 3, convirtiéndose en un diseño muy viable. El impacto ecológico de la investigación es mínimo con respecto a la contaminación ambiental y/o ecológico si llegase a implementarlo (Montaje).

La **viabilidad del proyecto**; el estudio se encaminara al uso de equipos de fácil adquisición en el mercado local por lo que su viabilidad es muy alta porque aportaría a la parroquia de Alluriquín de una forma muy indispensable para prevenir o disminuir mediante la detección y emisión de alertas tempranas evitando la pérdida de vidas humanas y/o bienes materiales, anticipándose a la ocurrencia de inundaciones y

fenómenos de remoción en masa, especialmente en épocas de invierno (Fenómeno del Niño) en Ecuador.

Para la realización del presente proyecto técnico es necesario seguir un orden sistemático que garantice su fiabilidad y eficiencia, lo más importante y como inicio del proyecto es abastecerse de una buena base de información referente al tema, la cual nos permita enfocar hacia dónde vamos y como lo vamos a realizar; esta información será proporcionada por el GAD Parroquial de Alluriquín el cual tienen acentuada toda la información de la magnitud de desastres ocurridos el 26 de abril del 2016.

El cambio climático es un problema de orden mundial causado por diferentes factores tanto naturales como antropogénicos tales como el incremento de la demanda y del consumo energético, la actividad industrial, la deforestación y la producción agrícola no controlada, causando un incremento de las emisiones a la atmósfera de CO₂ y metano, los cuales son los principales gases de efecto invernadero causantes del cambio climático. (M.Sc. Melisa Acosta Coll, 2015)

En la actualidad, las alertas tempranas es una piedra angular de la reducción de desastres. Se encuentra en diversos campos de la actividad humana, por lo que resulta sumamente necesario que reúna ciertos criterios de calidad para satisfacer en gran medida las necesidades de los usuarios. (Jenny, Douglas y Nelson, 2015)

Los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) son un conjunto de dispositivos que determinan la posibilidad de una amenaza hacia una o más poblaciones, esta anticipación se da mediante el monitoreo de una o varias señales físicas que intervienen en amenaza (por ejemplo: la determinación de una posible inundación por el incremento en los niveles de los afluentes), la importancia de los SAT es la prevención de pérdidas humanas y de bienes materiales de difícil recuperación (cultivos e infraestructura), y que a través de ellos se puede recolectar la información necesaria para el pronóstico de la ocurrencia y así facilitar la amortización de eventos futuros. (Merlos , E., 2011)

El término SCADA usualmente se refiere a un “sistema central que monitoriza y controla un sitio completo a tiempo real” o una parte de un sitio que es de interés controlar o finalmente un sistema que se extiende sobre una gran distancia. Un sistema de éste tipo comprende todas aquellas soluciones de aplicación para referirse a la captura de información de un proceso o planta industrial (aunque no es absolutamente

necesario que pertenezca a este ámbito), para que, con ésta información, sea posible realizar una serie de análisis o estudios con los que se pueden obtener valiosos indicadores que permitan una retroalimentación sobre un operador o sobre el proceso mismo. (Carlos, Roger y Alfredo, 2012)

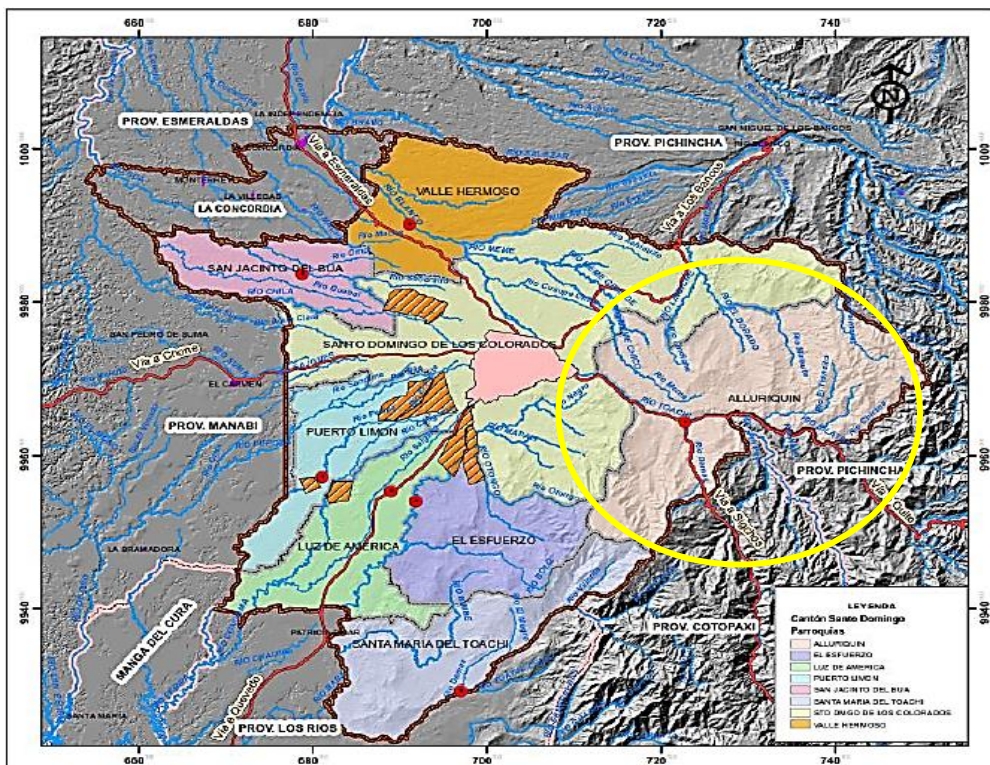
II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Localización Geográfica de Santo Domingo de los Tsáchilas.

La Provincia Santo Domingo de los Tsáchilas es una de las 24 provincias que conforma el Ecuador, situada al centro del país. (GAD MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO, 2015), (p.53) afirma:

Con una extensión de 3.453,848 Km², es el sector geográfico donde convergen las provincias de Esmeraldas, Manabí, Guayas, Los Ríos y Cotopaxi, a una altura que va desde 120 m.s.n.m. hasta los 3020 m.s.n.m., y una temperatura promedio de 22° C.

Figura 1. Ubicación de la parroquia Alluriquín en el Cantón Santo Domingo.



FUENTE: GAD Municipal de Santo Domingo de los Tsáchilas.

2.2 Caracterización General de la Parroquia Alluriquín.

Está ubicada en el Km. 112 de la vía Alóag – Santo Domingo, al sur oriente de la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas. Según los habitantes de la parroquia, Alluriquín en tiempos pre-coloniales era un “Tambo”, es decir un “lugar de paso” donde se podía descansar para continuar el viaje hacia la costa o la sierra. Alluriquín significa “lugar de descanso junto al río de verdes y claras aguas”. Ya en el período colonial

Alluriquín se consolidó como un recinto y es en 1970 cuando se declara su parroquialización. A partir de 1940, Alluriquín recibe flujos migratorios de Colombia y de algunas provincias del interior del país, en especial de Bolívar, Cotopaxi, Manabí, El Oro y Loja. Sus actividades culturales y festivas se manifiestan en las siguientes conmemoraciones: Día de Parroquialización (24 de enero), Fiesta Patronal de San José (19 de mayo); y la Fiesta de la Virgen Inmaculada (8 de diciembre). (GAD MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO, 2015)

Fecha de creación: 29 de enero de 1970

Localización: Estribaciones de la cordillera occidental de los Andes al noreste del cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

Precipitación: >2.000 mm. Anual

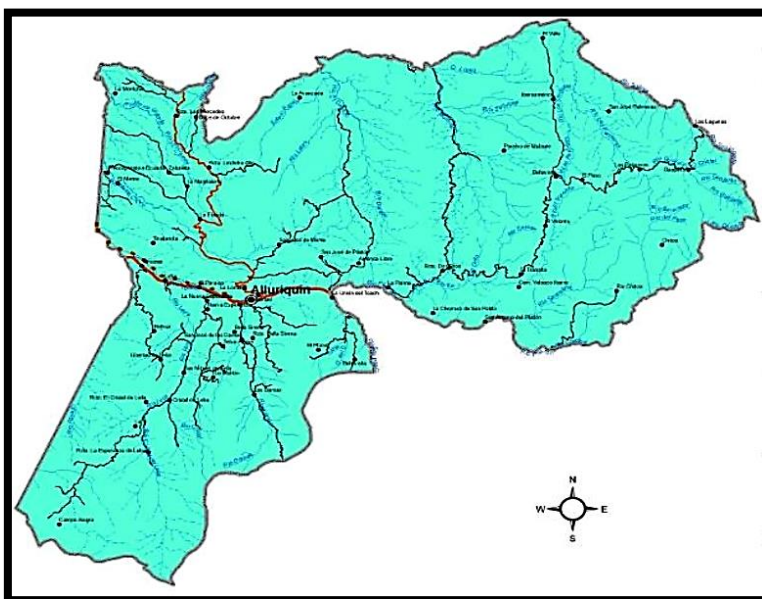
Temperatura: Entre 19 y 23°C

Humedad: Del 65 al 90 %

Población total: 19.000 habitantes

Superficie: 664,8313 Km²

Figura 2. Mapa Base de San José de Alluriquín.



Fuente: GAD Parroquial de Alluriquín. (IGM)

2.3 Afectación por desbordamiento del río Damas el 26 de Abril del 2016.

El 26 de Abril del 2016, la parroquia San José de Alluriquín sufrió el más grande desastre natural en su historia, el cuál fue el desbordamiento del río Damas que tuvo un gran impacto negativo, provocando pérdidas económicas y humanas en una gran parte de la parroquia de Alluriquín principalmente en los barrios Central, Dos Puentes y Piedra Grande quienes recibieron el mayor impacto de esta desgracia. Ricardo Hasegawa, presidente del CONAGOPE de Santo Domingo de los Tsáchilas, informó que un 40% de viviendas del sector resultó afectado (Confirmado.net, 2015).

En consecuencia del desbordamiento del río Damas en Alluriquín, se prevé que el “DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTAS TEMPRANAS DE CRECIDAS DEL RÍO DAMAS EN ALLURIQUÍN” es urgente y necesario, por los motivos de prevenir a la comunidad el aumento del caudal del río en tiempo real ya que por el momento no existe un muro de contención de concreto que garantice la sostenibilidad del aumento del caudal a futuro, ayudando a alertar a la comunidad de Alluriquín de posibles eventos de desastres con respecto a crecidas del río Damas.

Figura 3: Resultados del 26 de Abril del 2016.



FUENTE: El Diario.

2.4 Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).

Los Sistemas de Alerta Temprana conocidos como SAT, son un conjunto de procedimientos e instrumentos, a través de los cuales se monitorea una amenaza o evento adverso (natural o antrópico) de carácter previsible, se recolectan y procesan datos e información, ofreciendo pronósticos o predicciones temporales sobre su acción y posibles efectos. Millones de personas en todo el mundo salvan sus vidas y sus medios

de subsistencia gracias a la implementación de estos sistemas. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

SAT: Sistema que permite monitorear o vigilar el estado y evolución de una amenaza.

2.5 Importancia de un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).

La importancia de un SAT, radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en que tiempo y espacio, una amenaza o evento adverso de tipo natural o generado por la actividad humana puede desencadenar situaciones potencialmente peligrosas. Por lo cual las alertas deben difundirse con suficiente anticipación. Ofrece información anticipada del posible o inminente impacto de un evento destructivo. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

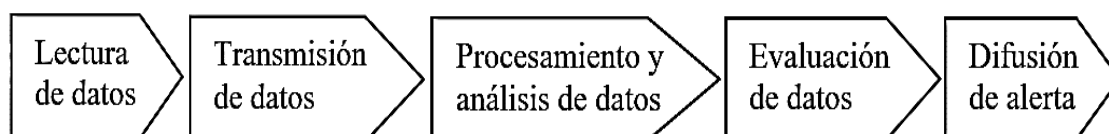
2.6 El objetivo de un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).

El objetivo fundamental de un SAT es, reducir o evitar la posibilidad que se produzcan lesiones personales, pérdidas de vidas, daños a los bienes y al ambiente, mediante la aplicación de medidas de protección y reducción de riesgos. Los Planes de Gestión de Riesgo o Respuesta de Emergencias son medidas indispensables para que una alerta sea efectiva. En resumen es reducir o evitar que se produzcan pérdidas de vidas, daños materiales y al ambiente. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

2.7 Como funciona un Sistema de Alertas Tempranas (S.A.T.).

El funcionamiento de un Sistema de Alerta Temprana consiste en los siguientes pasos: lectura y registro de la medición de los instrumentos sobre el evento monitoreado; transmisión de los datos registrados; procesamiento y análisis de los datos transmitidos; pronóstico de la situación; establecimiento del nivel y tipo de alerta; difusión del nivel de alerta; activación de un Plan de Emergencias o Evacuación.

Figura 4: Grafico de la secuencia de funcionamiento de un SAT.



FUENTE: El autor.

2.7.1 Lectura de Datos.

Cuando el fenómeno monitoreado produce alguna alteración, activación o manifestación de peligro, es registrado por los instrumentos, y se procede a tomar las lecturas correspondientes, manteniendo una vigilancia pormenorizada, continua y permanente para conocer sus cambios y evolución. Estas lecturas pueden realizarse con equipos tecnológicos, simples o manuales, operados por instituciones especializadas, por las comunidades o entre ambos. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

2.7.2 Transmisión de Datos.

Luego que las lecturas han sido tomadas y registradas, son transmitidas inmediatamente, para que los encargados o especialistas efectúen los cálculos necesarios y se realicen los pronósticos respectivos, sobre la posible ocurrencia o no de un evento adverso o destructivo. Si se trata de una institución especializada, la transmisión puede hacerse automáticamente mediante equipos sofisticados o tecnológicos como satélites, teléfonos móviles, sistemas computarizados, etc; si es un sistema comunitario, se utilizarán los equipos que estén a su alcance, y se ajusten a las condiciones, presupuesto o cultura. En la mayoría de los casos se utilizan sistemas de radiocomunicación, radioemisoras, teléfonos o cualquier otro medio que permita en forma segura y rápida enviar los datos. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

2.7.3 Procesamiento y Análisis de Datos.

Los datos llegan a manos de expertos o encargados de procesarlos, quienes realizan sus cálculos y establecen si estos indican la posibilidad o no de manifestarse un evento adverso o destructivo. Los datos pueden ser analizados automáticamente con la utilización de equipos tecnológicos, como sistemas computarizados que realizan pronósticos. Si estos son operados por la comunidad, deben llegar a las personas responsables de los comités locales, quienes procesaran la información, para que las autoridades analicen la situación y definan el nivel y tipo de alerta a declarar. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

2.7.4 Evaluación de Datos.

(Jonathan Baker, UNESCO, 2012) Afirma:

Las instituciones encargadas o los miembros de los comités de Emergencias de las comunidades, evalúan la información o el resultado del análisis de los datos procesados y lo contrastan con un Mapa de Riesgo, determinando así el daño potencial, nivel y tipo de alerta que se debe declarar y emitir.

Comúnmente se utilizan tres colores de alertas, en algunos países se utilizan cuatro, incorporando el color anaranjado, cada una con un significado y acciones definidas, las cuales describimos a continuación:

- **Verde:** indica que se debe estar atento al comportamiento y evolución del fenómeno o evento monitoreado, y de las alertas que se continúen emitiendo. Esta alerta debe dirigirse a los especialistas de las instituciones, los encargados del Plan de Emergencia y los habitantes de las comunidades en peligro.
- **Amarilla:** aumenta la alerta y los diferentes equipos e instituciones inician sus preparativos para ejecutar las acciones correspondientes, dirigidas a enfrentar el impacto del evento y sus consecuencias.
- **Roja:** significa que es inminente la llegada o materialización del evento, está alerta es emitida a través de las instituciones responsables o entidades autorizadas, tanto nacionales como locales. Se activa el Plan de Emergencias y, en la mayoría de los casos, se ordenará la evacuación de los pobladores a zonas seguras o albergues, además otras acciones, según las condiciones en que se presenta el evento.
- En algunos países se utilizan cuatro colores, en el cual el color naranja se sitúa después del color amarillo, representando la Alerta Naranja, que significa lo siguiente: Cuando se han concretado las condiciones necesarias para que se presente el fenómeno y sólo sea cuestión de minutos y horas para que se manifieste el fenómeno.

2.7.5 Difusión de la alerta.

Al contar con la alerta oficial debidamente definida, emitida y comprobada, se procede a notificarla a la población. La alerta debe ser clara y oportuna, garantizando la confianza de las comunidades o beneficiarios. La alerta se podrá difundir utilizando radios de comunicación, radio emisoras, teléfonos, radio parlantes, bocinas, sirenas,

banderas, sonando pailas, campanas y cualquier otro instrumento que tenga el alcance, que permita informar rápidamente a la comunidad. (Jonathan Baker, UNESCO, 2012)

2.8 Tipos de Sensores de Nivel de líquidos.

Existen distintos tipos de sensores para medición de nivel de líquidos con características particulares que los hacen más para unas aplicaciones u otras.

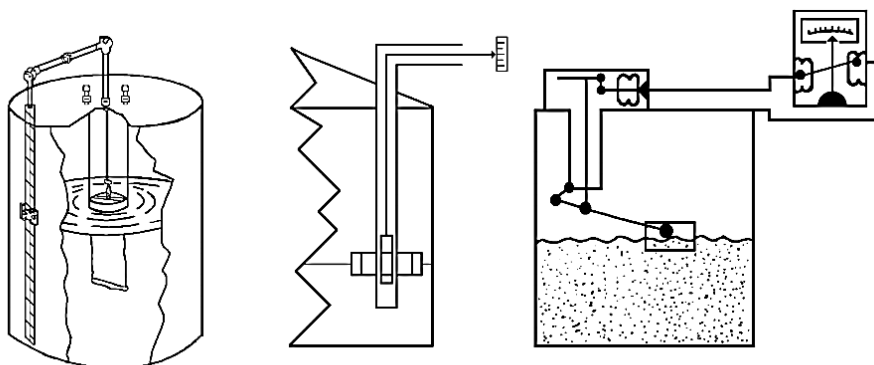
Los principales tipos de sensores de nivel para la aplicación de este proyecto son:

- Desplazamiento (Flotador)
- Ultrasónico
- Microonda guiada
- Radar

2.8.1 Sensores de Nivel de líquidos de Desplazamiento (Flotador).

Se sumerge un flotador en el seno del líquido, el cual se mueve hacia arriba y hacia abajo con los cambios en el nivel, este movimiento del flotador puede ser transformado por diversos medios, en el exterior del tanque, en una acción de indicación, registro o control. (Prof. Oscar Cárdenas, 2011)

Figura 5: Tipos de conexión de sensor de Desplazamiento.



a) Conexión directa b) Conexión magnética c) Conexión hidráulica

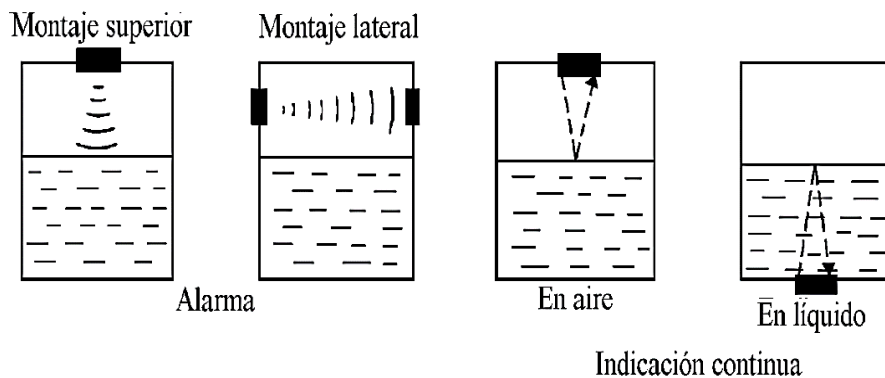
FUENTE: Web del Prof. Oscar Cárdenas.

2.8.2 Sensores de Nivel de líquidos con Ultrasonido.

El ultrasonido es utilizado en mediciones donde no se permite el contacto del instrumento de medición con el líquido. En el medidor de nivel por ultrasonido, cuando

las ondas sonoras viajan en un medio que absorbe el sonido y golpean a otro medio tal como una pared, una partícula en el líquido, o la superficie del líquido, solamente una pequeña porción de la energía de la onda sonora penetra la barrera y el resto de la energía se refleja. La onda sonora reflejada es un eco. El medidor de ultrasonido utiliza el principio del eco para su funcionamiento. (Prof. Oscar Cárdenas, 2011)

Figura 6: Formas de Montaje del sensor de ultrasonido.

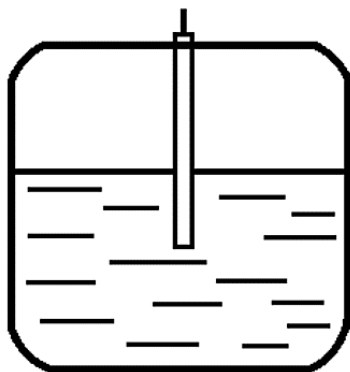


FUENTE: Web del Prof. Oscar Cárdenas.

2.8.3 Sensores de Nivel de líquidos por Microonda Guiada.

El sistema está basado en la emisión de un impulso electromagnético guiado por una varilla/cable y reflejado por el material de llenado. La electrónica integrada en el sensor determina el estado de llenado en función del tiempo de retorno del impulso y lo muestra en el display. El impulso electromagnético emitido se refleja en el material de llenado y se vuelve a recibir. El tiempo de retorno del impulso es proporcional a la distancia hasta la superficie del medio. El procedimiento de medición y la precisión de la medida son independientes de la presión, temperatura, vapor, polvo, espuma, viscosidad, conductividad y pH. (Walter y Ludwig, 1945)

Figura 7: Sensor por Microonda Guiada.

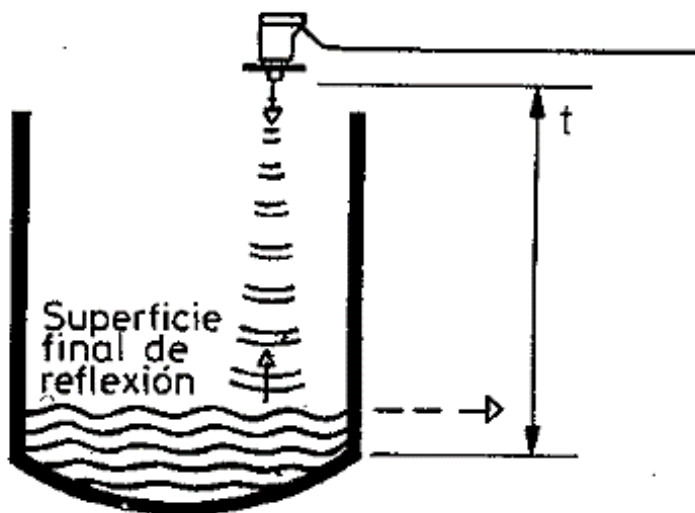


FUENTE: Web del Prof. Oscar Cárdenas.

2.8.4 Sensores de Nivel de líquidos por Radar.

Este tipo de medidor no necesita ningún contacto con el líquido, no incorporan ningún elemento que se mueva, por lo que su aplicación es ideal en productos muy viscosos (incluidos asfaltos), o en sistemas en movimiento (como barcos). El sistema de radar de microondas emplea la propagación de una onda electromagnética que no es influida por la temperatura ni por las variaciones de densidad que puedan existir sobre el líquido. De este modo, la espuma, que es transparente a la señal de radar, deja de ser un problema como ocurre en el medidor de ultrasonidos. Un oscilador de estado sólido genera una frecuencia de barrido de 10 a 11 GHz y enfoca la señal sobre el líquido por medio de una antena. La diferencia de frecuencias entre las señales de transmisión y de retorno es proporcional al tiempo empleado por las ondas. (EUMAR, 2013)

Figura 8: Forma de Montaje del sensor Radar.



FUENTE: Eumar, Medidores de Nivel (Instrumentación y control de procesos).

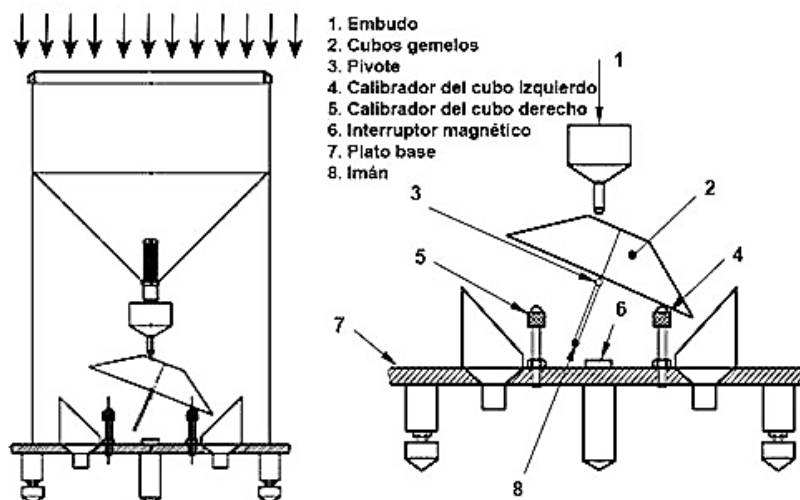
2.9 La Precipitación.

Se engloba dentro del término precipitación a todas las aguas meteóricas que caen sobre la superficie de la tierra, tanto bajo la forma líquida como sólida (nieve, granizo). Estos diversos tipos de precipitación son normalmente medidos sin efectuar su discriminación por medio de su equivalente en agua. La precipitación es el origen de todas las corrientes superficiales y profundas, por lo cual su cuantificación y el conocimiento de su distribución, en el tiempo y en el espacio, se constituyen en problemas básicos para la hidrología. (Carlos y Rubén, 2016)

2.10 Pluviómetro.

Un pluviómetro es un instrumento que mide la cantidad de agua precipitada de un determinado lugar. La unidad de medida es en milímetros (mm). Una precipitación de 5mm indica que si toda el agua de la lluvia se acumulará en un terreno plano sin escurrirse ni evaporarse, la altura de la capa de agua sería de 5mm. Los milímetros (mm) son equivalentes a los litros por metros cuadrados. El pluviómetro recoge el agua atmosférica en sus diversos estados. El total se denomina Precipitación. (Jorge, 2016)

Figura 9: Pluviómetro y su parte interna.



FUENTE: Ingeniería Hidráulica Y Ambiental, VOL. XXXIV, No. 2, página 75, 2013

2.10.1 Funcionamiento del Pluviómetro.

El agua recogida en el depósito se introduce en una probeta graduada, y se determina entonces la cantidad de lluvia caída, es decir, la altura en mm de la capa de agua que se habría podido formar sobre la superficie horizontal e impermeable, de no evaporarse nada. (Jorge, 2016), observar Figura 9.

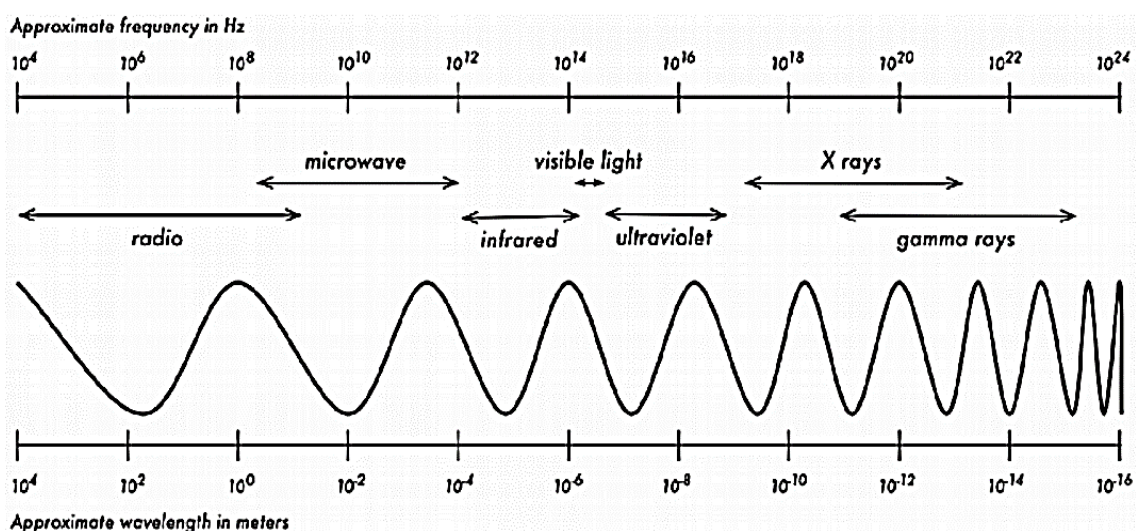
2.11 Radiofrecuencia.

El término radiofrecuencia, conocido también como espectro de radiofrecuencia o RF, hace referencia a un rango energético del espectro electromagnético que trabaja entre los 3Hz y 300GHz. Para conseguir la transmisión de una onda electromagnética es necesario de aplicar una corriente alterna originado en un generador hacia una antena. (SUQUI K., 2010)

2.12 El Espectro Electromagnético.

Las ondas electromagnéticas abarcan un amplio rango de frecuencias (y, correspondientemente, de longitudes de onda). Este rango de frecuencias y longitudes de onda es denominado espectro electromagnético. La parte del espectro más familiar a los seres humanos es probablemente la luz, la porción visible del espectro electromagnético. La luz se ubica aproximadamente entre las frecuencias de $7.5 \cdot 10^{14}$ Hz y $3.8 \cdot 10^{14}$ Hz, correspondientes a longitudes de onda desde cerca de 400 nm (violeta/azul) a 800 nm (rojo). (Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013)

Figura 10. Escala del espectro electromagnético.



FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 10, 2013.

2.13 Polarización.

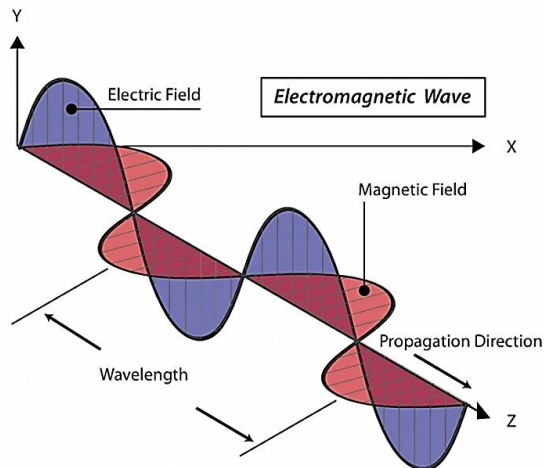
(Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013) Menciona que otra cualidad importante de las ondas electromagnéticas es la polarización. La polarización describe la dirección del vector del campo eléctrico.

En una antena dipolo alineada verticalmente (el trozo de alambre recto), los electrones sólo se mueven de arriba a abajo, no hacia los lados (porque no hay lugar hacia donde moverse) y, por consiguiente, los campos eléctricos sólo apuntan hacia arriba o hacia abajo verticalmente.

El campo que se desprende del alambre y viaja como una onda tiene una polarización estrictamente lineal (y en este caso, vertical).

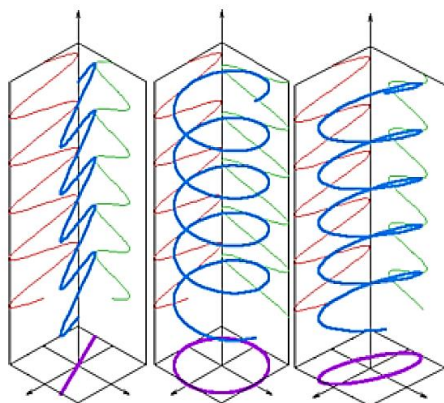
Si acostamos la antena en el suelo (horizontal) tendremos una polarización lineal horizontal.

Figura 11. Onda electromagnética polarizada verticalmente.



FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 73, 2013.

Figura 12. Tipos de Polarización.



Lineal Circular Elíptica

FUENTE: Tesis de Grado, Estudio E Implementación De Un Radio Enlace Con Tecnología Mikrotik Para El I.S.P. Jsisistemas En El Cantón Gualaquiza, Provincia Morona Santiago, página 25, 2010.

2.14 Características Fundamentales De Las Ondas De Radio Enlace.

(SUQUI K., 2010) Menciona que el comportamiento de las ondas dependerá del medio de transmisión, del tipo de información que se desee enviar, y de los equipos a utilizar.

En resumen las características principales de las ondas de radio son:

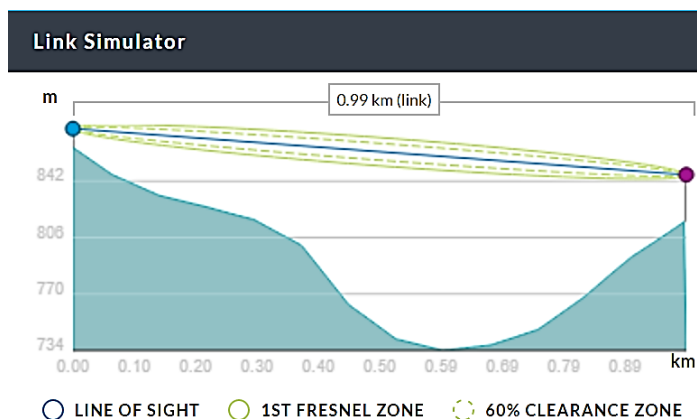
- La distancia que pueden llegar a recorrer, ya que dependerá de la potencia del equipo transmisor.

- Cuanto más rápida sea la oscilación o ciclo de la onda, mayor cantidad de información puede transportar.
- Cuando más corta sea la onda más alta será su frecuencia.
- Las ondas con longitudes de onda más larga tienden a viajar más lejos que las que tienen longitudes de onda más cortas.
- Las ondas más largas rodean los obstáculos.
- La distancia que una onda puede viajar depende de la relación entre la longitud de onda de la misma y el tamaño de los obstáculos en su camino de propagación.

2.15 Línea Visual.

El término línea visual (también línea de visión, línea de vista), a menudo abreviada como LOS (por su sigla en inglés, Line of Sight), es fácil de comprender cuando hablamos acerca de la luz visible: si podemos ver un punto B desde un punto A donde estamos, tenemos línea visual. Dibuje simplemente una línea desde A a B, y si no hay nada en el camino, tenemos línea visual. (Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013)

Figura 13. Ejemplo; Línea de Vista Directa en Air-Link (LINE OF SIGHT), Link Simulator.



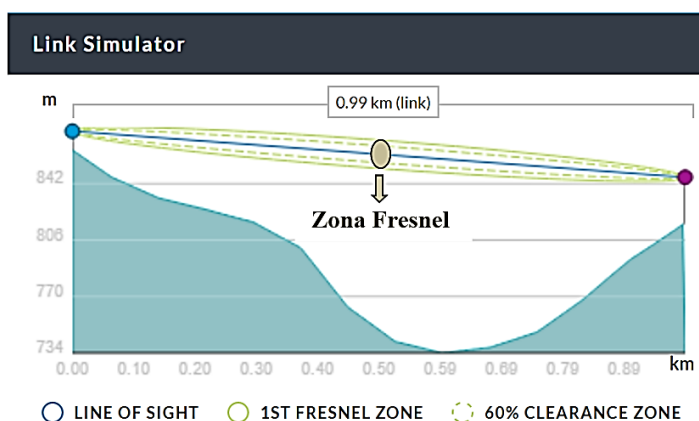
Fuente: El Autor.

2.16 Zona Fresnel.

La teoría exacta de las zonas de Fresnel es algo complicada. Sin embargo, el concepto es fácilmente entendible: sabemos, por el principio de Huygens, que en cada punto de un frente de onda comienzan nuevas ondas esféricas. Sabemos que los haces de microondas se ensanchan a medida que se alejan de la antena. También sabemos que las

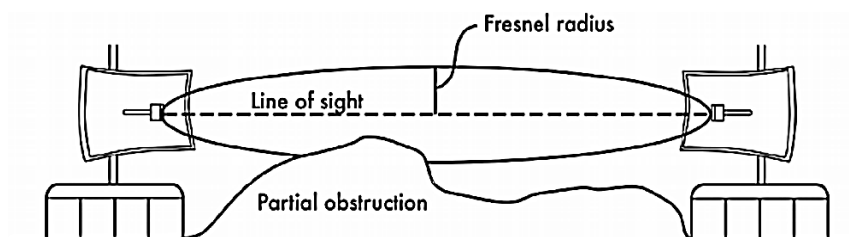
ondas de una frecuencia pueden interferir unas con otras. La teoría de la zona de Fresnel simplemente establece que entre dos puntos A y B la totalidad de la señal recibida en B incluye también zonas aledañas a la línea directa. Algunas ondas viajan directamente desde A hasta B, mientras que otras lo hacen en trayectorias indirectas y llegan al receptor por reflexión. (Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013)

Figura 14. Ejemplo; Zona Fresnel despejada o sin obstrucción en Air-Link (1ST FRESNEL ZONE), Link Simulator.



Fuente: El Autor.

Figura 15. La zona de Fresnel está bloqueada parcialmente en este enlace aunque la línea visual (line of sight) no está obstruida.



FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 8, 2013.

2.16.1 Cálculo de la Zona Fresnel.

Tenga en cuenta que existen muchas zonas de Fresnel, pero a nosotros nos interesa principalmente la primera zona porque las contribuciones de la segunda son negativas. Las contribuciones de la tercera son de nuevo positivas, pero no se puede aprovechar sin la sanción de pasar por la segunda Zona de Fresnel. Si la primera Zona de Fresnel está parcialmente bloqueada por un obstáculo, como un árbol o un edificio, la señal que llega al extremo lejano estará atenuada. Entonces, cuando planeamos enlaces inalámbricos,

debemos asegurarnos de que esta zona va a estar libre de obstáculos. En la práctica, no es estrictamente necesario que la zona esté completamente despejada; para redes inalámbricas nos conformamos con despejar al menos el 60% del radio de la primera zona de Fresnel. (Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013)

$$r_F = 17.31 \sqrt{\frac{(d_1 * d_2)}{(f * d)}}$$

Donde:

r_F = Radio de la primera zona de Fresnel en metros.

d_1 = Distancia del transmisor al punto de reflexión en metros.

d_2 = Distancia del receptor al punto de reflexión en metros.

d = $d_1 + d_2$ = Distancia total entre transmisor y receptor.

f = Frecuencia en MHz.

2.17 Decibelio (dB).

Los decibelios son unidades de medida relativas, a diferencia de los milivatios que constituyen unidades absolutas. El decibelio (dB) es 10 veces el logaritmo decimal del cociente de dos valores de una variable, usa el logaritmo para permitir que relaciones muy grandes o muy pequeñas puedan ser representadas con números convenientemente pequeños. En una escala logarítmica, la referencia nunca puede ser cero porque ¡el logaritmo de cero no existe!. (Ermanno, Rob., 2010)

2.17.1 Cálculo en dB.

(Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013) Menciona que sin duda la técnica más importante para calcular la potencia es el cálculo en decibelios (dB). No hay física nueva en esto, es solamente un método conveniente que hace que los cálculos sean muy simples.

El decibelio es una unidad sin dimensión, esto es, define la relación entre dos medidas de potencia. Se define como:

$$dB = 10 * \log\left(\frac{P_1}{P_2}\right)$$

Donde:

P_1 y P_2 = Pueden ser dos valores cualesquiera que queramos comparar. Normalmente, en nuestro caso, se tratará de potencia.

2.17.2 Cálculo de Conversión de mW a dBm y viceversa.

Las formulas siguientes nos ayuda a la conversión de mW a dBm y viceversa.

- Para convertir potencia en mW a dBm .

$$P_{dBm} = 10 * \log(P_{mW})$$

- Para convertir potencia en dBm a mW .

$$P_{mW} = 10^{\frac{(P_{dBm})}{10}}$$

2.18 Tipos de diseño de la Red Física.

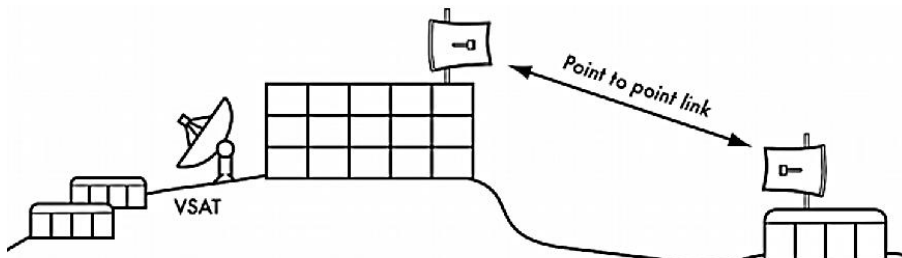
Existen tres tipos principales de diseño para la construcción de redes inalámbricas sobre la ubicación de los puntos de comunicación de las antenas de radio enlace, en estas redes, el medio físico que utilizamos para la comunicación es, obviamente, la energía electromagnética. Pero la red física se refiere al tema de interés de dónde colocar los puntos estratégicos de radio enlace.

2.18.1 Punto a Punto.

Este tipo de diseño de red o nodos de enlaces punto a punto se utiliza generalmente para conectar dos antenas de radio enlace directamente para realizar la comunicación entre

los puntos, este tipo de diseño se aplica cuando se obtiene una línea visual directa y sin obstáculos para poder enlazar sin inconvenientes, ver Figura 13.

Figura 16. Diseño de red punto a punto.

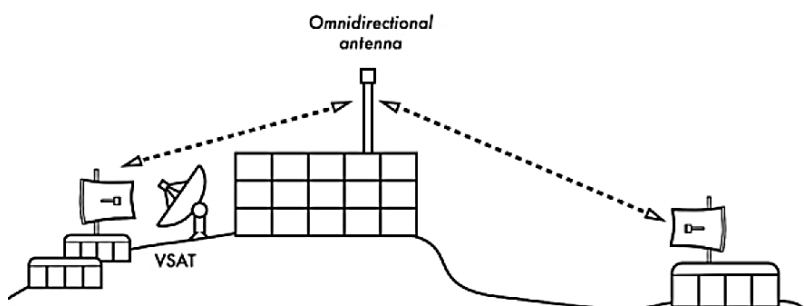


FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 126, 2013.

2.18.2 Punto a Multipunto.

(Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013) Afirma que el siguiente diseño más comúnmente encontrado es la red punto a multipunto. Cada vez que tenemos varios nodos hablando con un punto de acceso central estamos en presencia de una aplicación punto a multipunto (p.127).

Figura 17. Diseño de red punto a multipunto.



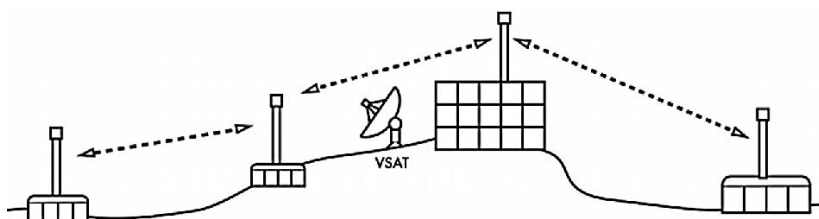
FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 8, 2013.

2.18.3 Multipunto a Multipunto.

(Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013) Menciona que el tercer tipo de diseño de red es el multipunto a multipunto, el cual también es denominado red ad-hoc o en malla (mesh). En una red multipunto a multipunto, no hay una autoridad central. Cada nodo de la red transporta el tráfico de tantos otros como sea necesario, y todos los nodos se comunican directamente entre sí.

El beneficio de este diseño de red es que aunque ninguno de los nodos sea alcanzable desde el punto de acceso central, pueden comunicarse entre sí.

Figura 18. Diseño de red multipunto a multipunto.



FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 128, 2013.

2.19 Concepto de Canal de Comunicaciones.

El canal de comunicaciones puede definirse en términos generales, como el conjunto de recursos en espectro, espacio, tiempo y equipos, necesarios para realizar una comunicación. En su forma más general, se reduce a un transmisor, un receptor y un medio de transporte de la energía electromagnética como se ilustra en la figura 19. (Perez, C., Sáinz de la Maza, J., y Casanueva A., 2007)

Figura 19. Canal genérico de comunicaciones.



FUENTE: El Autor.

2.19.1 Transmisor.

“Su función es acondicionar las señales de información en ancho de banda y potencia para entregarlas al medio de transporte” (Perez, C., Sáinz de la Maza, J., y Casanueva A., 2007), página 5.

2.19.2 Medio de Transporte.

(Perez, C., Sáinz de la Maza, J., y Casanueva A., 2007), página 6. Asegura que puede ser el vacío, el aire, un cable, el agua u otro medio material. La mayoría de las comunicaciones eléctricas emplean como medio de transporte el aire, cables metálicos o fibras ópticas.

2.19.3 Receptor.

“Su función es capturar las señales en el medio de transporte, amplificarlas y acondicionarlas a fin de que resulten inteligibles al usuario final, bien sea este una

persona, un animal, una máquina, etc” (Perez, C., Sáinz de la Maza, J., y Casanueva A., 2007), página 6.

2.20 Ethernet.

(Castillo G. G., 2005) Menciona que Ethernet, al que también se conoce como IEEE 802.3, es el estándar más popular para las LAN, usa el método de transmisión de datos llamado Acceso múltiple con detección de portadora y detección de colisiones (CSMA/CD). Antes de que un nodo envíe algún dato a través de una red Ethernet, primero escucha y se da cuenta si algún otro nodo está transfiriendo información; de no ser así, el nodo transferirá la información a través de la red. Todos los otros nodos escucharán y el nodo seleccionado recibirá la información. En caso de que dos nodos traten de enviar datos por la red al mismo tiempo, cada nodo se dará cuenta de la colisión y esperará una cantidad de tiempo aleatoria antes de volver a hacer el envío. Las velocidades de envío de paquetes utilizando la tecnología Ethernet son de 10 Mbps (Ethernet estándar), 100 Mbps (Fast Ethernet – 100BASEX) y de 1000 Mbps utilizando el Gigabit Ethernet cuya especificación se encuentra respaldada por la IEEE con número 802.3z, el cual cumple los siguientes objetivos:

- Permite realizar operaciones de envío y recepción de datos a una velocidad de 1000 Mbps.
- Usa el formato de frame Ethernet 802.3.
- Usa el método de acceso CSMA/CD con soporte para un repetidor por dominio de colisión.
- Las direcciones de retorno son compatibles con las tecnologías 10BASE-T y 100Base-T.

Figura 20. Formato de una trama (paquete) que viaja a través de Ethernet.

	Dirección destino	Dirección fuente	Tipo	Datos	CRC
8 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46-1500 bytes	4 bytes

FUENTE: Libro, Sistemas de Comunicaciones – Redes II, 2015, página 35.

2.20.1 Power-over-Ethernet (PoE).

(Anguís J., 2008) Menciona que actualmente en el mercado de las redes de área local existe una cantidad notable de dispositivos que “reparten” vatios además de bits. Muchos de ellos no son más que la aplicación directa del estándar IEEE 802.3af, el cual sugiere un esquema de alimentación eléctrica más atractivo y eficiente que el típico adaptador/transformador de corriente que “cuelga” de nuestro aparato. Es la llamada tecnología Power-over-Ethernet (PoE), cuya traducción al castellano es “Potencia a través de Ethernet”, y hace referencia al aporte de energía eléctrica, además de datos, a través de un cable Ethernet tradicional.

Figura 21. Conector RJ45.

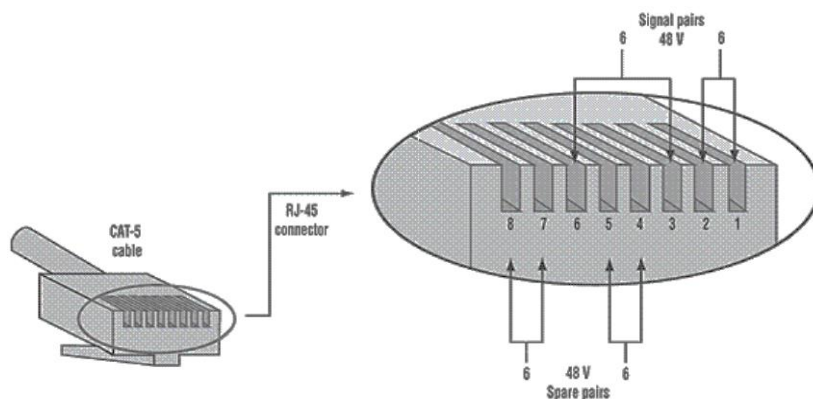


FUENTE: Tesis, Redes de Área Local Inalámbricas, 2008, página 112.

- Categoría 5 (CAT5), Categoría 5e (CAT5e) o Categoría 3 (CAT3).
- Longitud inferior a 100 metros.

Este tipo de cables disponen de 8 hilos (4 pares), y tal como dijimos antes, la potencia es inyectada en 2 de sus 4 pares. El cable transporta simultáneamente hasta el PD tanto la energía eléctrica como los bits correspondientes a la transmisión de datos.

Figura 22. Pines de un cable Cat5 RJ45.



FUENTE: Tesis, Redes de Área Local Inalámbricas, 2008, página 113.

2.21 Antena de Radio Enlace.

(Huidobro J. M., 2013) Menciona que para recibir o emitir señales radioeléctricas a través de un medio aéreo son necesarios unos dispositivos especiales, denominados antenas, de los que hay muchos tipos y variedades, que dependiendo de sus características constructivas tendrán mayor o menor potencia (ganancia) y precisión (directividad), así como soportarán unas bandas u otras de frecuencia. Una antena es un dispositivo diseñado con el objetivo de emitir y/o recibir ondas electromagnéticas hacia/desde el espacio libre. Una antena transmisora transforma corrientes eléctricas en ondas electromagnéticas, y una receptora realiza la función inversa. En el caso de que las antenas estén conectadas por medio de guía ondas, esta función de transformación se realiza en el propio emisor o receptor.

2.21.1 Tipos de Antenas.

En el mercado existe una gran variedad de tipos de antena, dependiendo de la necesidad requerida o que se va a emplear.

(Huidobro J. M., 2013) Menciona que el tipo de la antena determina su patrón de radiación, puede ser omnidireccional, bidireccional o unidireccional.

- Las antenas Omnidireccionales son buenas para cubrir áreas grandes, la cual la radiación trata de ser pareja para todos lados es decir cubre 360°.
- Las antenas Direccionales son las mejores en una conexión Punto-a-Punto, acoplamiento entre los edificios, o para los Clientes de una antena omnidireccional.

Figura 23. Tipos de Antenas.

Tipos de antenas más comunes	
Antenas Omnidireccionales	Dipole
	Monopole
	Collinear
	Slotted Waveguide
Antenas Direccionales	Sectorial
	Patch
	Cantenna
	Yagi
	Biquad
	Dish

FUENTE: El Autor.

2.21.2 Parámetros de una Antena.

(Huidobro J. M., 2013) Menciona que las antenas se comportan de igual manera en recepción que en emisión y se caracterizan por una serie de parámetros, entre los más habituales: respuesta en frecuencia, polarización, ganancia, longitud y área efectiva, peso, dimensiones, tipos de conectores, resistencia al viento, etc. Los más importantes, a nivel eléctrico, se describen a continuación:

- Ancho de banda.
- Directividad.
- Ganancia.
- Rendimiento en la antena.
- Impedancia.
- Anchura de haz.

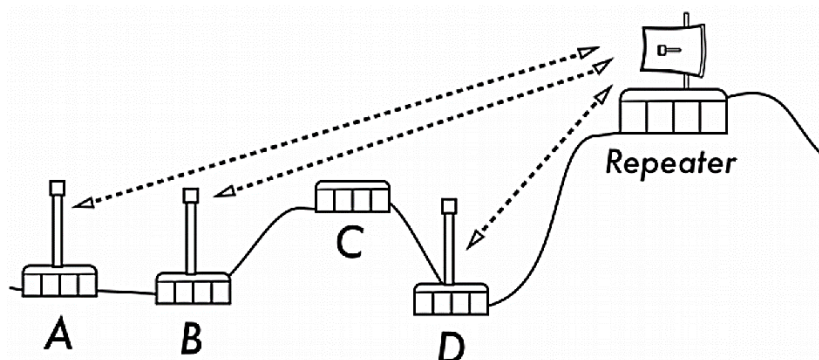
2.22 Repetidor de señal.

(Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013) Menciona que el componente más crítico para construir un enlace de red a larga distancia es la existencia de línea visual (a menudo abreviada como LOS por su sigla en inglés –Line of Sight).

Los sistemas de microondas terrestres simplemente no pueden tolerar colinas altas, árboles, u otros obstáculos en el camino de un enlace a larga distancia. Es necesario que se tenga una idea del relieve de la tierra entre dos puntos antes de poder determinar si un enlace es posible. Pero aún si hay una montaña entre dos puntos, debemos tener presente que los obstáculos pueden ser transformados en ventajas.

Las montañas pueden bloquear la señal, pero suponiendo que se pueda proveer energía, también pueden actuar como muy buenos puntos repetidores. Los repetidores son nodos que están configurados para transmitir el tráfico no destinado al nodo mismo. Un repetidor puede usar uno o más dispositivos inalámbricos, los repetidores también pueden proveer una conexión Ethernet para conectividad local. Los repetidores pueden adquirirse como un juego completo, o fácilmente ensamblados conectando dos o más nodos inalámbricos con un cable Ethernet. En general, los repetidores son utilizados para evitar obstáculos en el camino de un enlace a larga distancia.

Figura 24. Forma de utilización de Repetidor.



FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 205, 2013.

2.23 Tipos de Torres para Telecomunicaciones.

Estas estructuras pueden variar según las necesidades y las condiciones del sitio en donde se vaya a colocar. Así, existen desde Torres Arriostradas (torres con tirantes), Torres Auto soportadas, monopolos, mástiles, entre otras, las cuales suelen estar compuestas por perfiles y ángulos de acero unidos por tornillos, pernos o remaches o por medio de soldadura. Estas estructuras podrán ser de diversas alturas, dependiendo de los requerimientos para poder suministrar un correcto funcionamiento. (Rayo J., A., 2015)

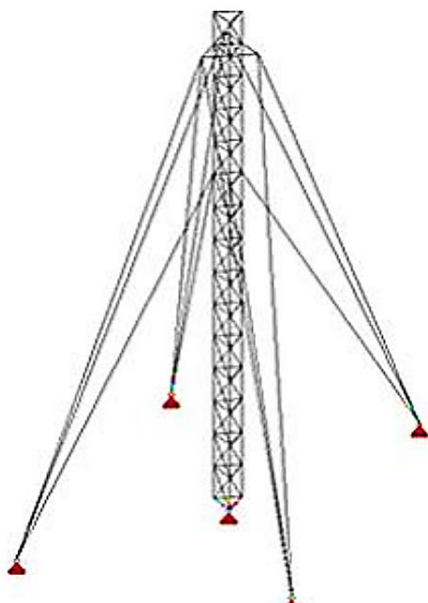
2.23.1 Torres Arriostradas o Atirantadas.

(Rayo J., A., 2015) Menciona que muchas veces se requieren instalar antenas celulares en puntos específicos o regiones, por lo que se recurre a construir torres arriostradas sobre edificaciones existentes. Estas torres cuentan generalmente de tirantes o arriostres a diferentes distancias.

El peso que genera la torre sobre la estructura existente no es muy grande, por lo que no le adiciona mucho peso a la edificación, sin embargo, se deben de colocar el apoyo de las torre y sus arriostres sobre columnas y elementos resistentes, porque la descarga de la torre no podría colocarse sobre una losa o algún otro elemento inadecuado, porque este podría fallar.

La base de la torre transmitirá un esfuerzo de compresión en donde este apoyada, y los arriostres generalmente transmitirán esfuerzos de tensión.

Figura 25. Modelo de la torre Arriostrada.



FUENTE: Tesis, “Guía para la Normalización del Proceso Constructivo en Torres Autosoportadas para Telecomunicaciones.”, página 12, 2015.

2.24 PLC (Controlador Lógico Programable).

(Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017) Menciona que Un PLC (Controlador Lógico Programable), es una computadora o CPU, utilizado en la automatización industrial para automatizar procesos electromecánicos tales como el control de maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o en operaciones mecánicas.

2.25 Clasificación de los PLC's.

(Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017) Afirman que los PLC's se pueden clasificar según su base en los tres tipos siguientes:

- Base compacta.
- Base modular.
- Base extreme.

2.25.1 PLC's de Base Compacta.

Los PLC's de base compacta agrupan en un solo bloque la CPU, la fuente de alimentación, la sección de entradas y salidas, y el puerto de comunicación. Este tipo de PLC se utiliza cuando el proceso a controlar no es demasiado complejo y no se requiere de un gran número de entradas y/o salidas o de algún módulo especial. Las bases compactas están disponibles con 10,16 ,24 ó 40 E/S (entradas/salidas). (Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017), ver figura 26.

2.25.2 PLC's de Base Modular.

Los PLC's modulares, como su nombre lo indica, tienen una estructura modular que permiten la inserción de nuevos módulos según la necesidad, están disponibles normalmente con 20 ó 40 E/S adicionales pueden agregarse mediante los módulos de aplicación de E/S, que pueden ser de 15 módulos de ampliación de E/S binarias o tipo relé y de 10 módulos de ampliación de E/S analógicas. (Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017), ver figura 26.

2.25.3 PLC's de Base Extreme.

(Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017) Menciona que los PLC's de base extreme es un PLC de gama alta que está dotado de un mayor número de entradas y salidas digitales, además de poseer entradas PWM, analógicas, reloj de calendario, 1 maestro CANopen, 1 bus CAN J1939, ver figura 26.

Figura 26. Tipos de bases modulares más utilizados.



FUENTE: Libro, Control de calidad de los gases de combustión de una caldera, a) módulo de 20 E/S conexión TELEFAST, b) módulo de 20 E/S conexión Borneo, c) módulo de 40 E/S conexión TELEFAST, página 34, 2017.

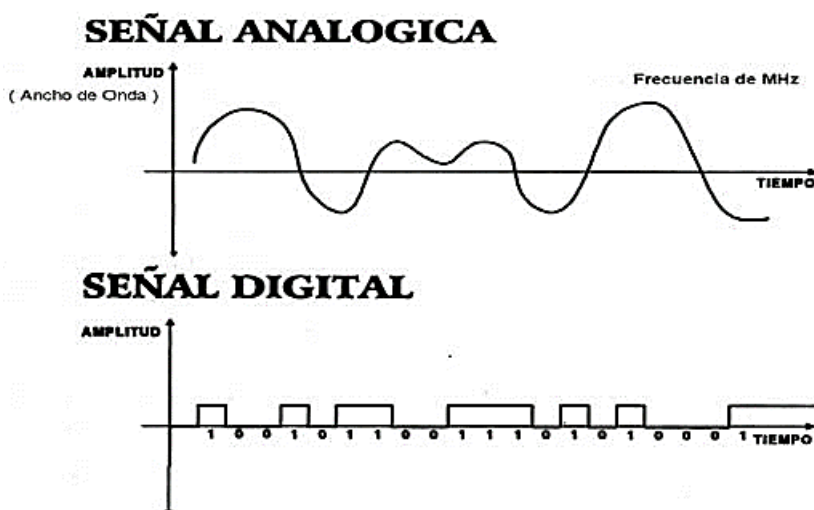
2.25.4 Módulos según el tipo de señal de E/S.

(Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017) Afirman que los módulos de aplicación de E/S según el tipo de señal analógica:

- Módulos de aplicación con señal analógica.
- Módulos de aplicación con señal digital.

La señal analógica es aquella que representa una variación continua a medida que transcurre el tiempo, es decir que una variación suficiente significativa del tiempo le corresponderá a una variación igualmente significativa del valor de la señal (señal continua). Por lo general son señales de tensión o de corriente de 0-10 V ó 0-20 mA ó 4-20 mA, ver figura 27.

Figura 27. Representación de una señal analógica y una señal digital.



FUENTE: Libro, Control de calidad de los gases de combustión de una caldera, página 35, 2017.

La señal digital representa una variación discontinua en función del tiempo y solo puede tomar ciertos valores discretos, su forma característica es ampliamente conocida. La señal básica es una onda cuadrada (pulsos) como la que se representa en la figura 27.

2.26 Interface Hombre Máquina (HMI)

Es un medio para el intercambio de información y la comunicación mutua entre el sistema electromecánico y el usuario. Tradicionalmente estos sistemas consistían en paneles compuestos por indicadores y comandos, tales como las luces pilotos, indicadores digitales y análogos, registradores, pulsadores, selectores y otros que se interconectaban con la máquina o proceso.

En la actualidad, dado que las máquinas y procesos en general están implementadas con controladores y otros dispositivos electrónicos que dejan disponibles puertas de comunicación, es posible contar con un sistema de HMI bastante más poderosos y eficaces, además de permitir una conexión más sencilla y económica con el proceso o máquina instaladas en la planta industrial. (Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017)

Figura 28. Pantalla Delta DOP-B10E615.



FUENTE: Libro, Control de calidad de los gases de combustión de una caldera, página 35, 2017.

2.26.1 Tipos de HMI.

(Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017) Mencionan que existen dos tipos de HMI más importantes que son:

- Terminal de operador.
- PC + Software.

El primer tipo, terminal de operador, consiste en un dispositivo, generalmente construido para ser instalado en ambientes agresivos, donde pueden ser solamente de

despliegues numéricos, o alfanuméricos o gráficos. Pueden ser además con pantalla sensible al tacto (touch screen).

El segundo tipo, PC + Software, esto constituya otra alternativa basada en un PC en donde se carga un software apropiado para la aplicación. Como PC se puede utilizar cualquiera según lo exija el proyecto, en donde existen los llamados Industriales (para ambientes agresivos), los de panel (Panel PC) que se instalan en gabinetes dando una apariencia de terminal de operador, y en general veremos muchas formas de hacer un PC, pasando por el tradicional PC de escritorio.

El panel operadores el que revierte más importancia para el cumplimiento de los objetivos de la presente investigación y permite las funciones siguientes:

- Interfaz gráfica.
- Registro de tiempo real e histórico.
- Manejo de alarmas.

2.27 Sistema HMI – PLC.

(Pérez C., Cordovés A., y Terán J., 2017) Afirma que la utilización de sistema HMI en la industria contemporánea es creciente, estos sistemas desempeñan un papel fundamental en el diseño de una solución de automatización verdaderamente esbelta, logran una adecuada combinación de la visualización y el control del funcionamiento de las máquinas.

La estructura básica de un sistema de control HMI-PLC incluye sensores, actuadores, interfaz de operador y dispositivos de controlador lógicos. Los sensores miden las variables físicas como la temperatura, flujo, presión, etc. y convierten esa información en una señal eléctrica, el dispositivo actuador transfiere la información a la interfaz usuario-equipos, y el dispositivo lógico controla el funcionamiento de la máquina. El dispositivo de control lógico examina las entradas realizadas por el operador y sensor, y envía señales al dispositivo actuador. Este modelo simple de sensores, actuadores, interfaz humana y lógica, se aplica un sistema de control discreto y al control de procesos continuos.

2.28 Energía Autónoma (Energía solar fotovoltaica).

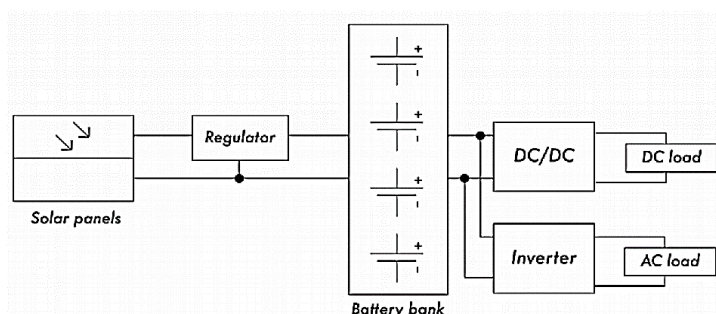
Un sistema fotovoltaico está basado en la capacidad que tienen los paneles fotovoltaicos para convertir la radiación solar en energía eléctrica. A la cantidad total de energía solar que ilumina un área determinada se le denomina irradianza (G) y se mide en vatios por metro cuadrado (W/m^2). (Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013)

2.28.1 Componentes de un sistema fotovoltaico.

(Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T., 2013) Menciona que un sistema fotovoltaico básico consiste de cuatro componentes principales: el panel solar, las baterías, el regulador y la carga. El panel genera electricidad y la batería almacena energía eléctrica. El regulador protege a la batería de las cargas y descargas excesivas. Y la carga va a ser cualquier dispositivo que necesite energía eléctrica. Es importante recordar que tanto los paneles solares como las baterías usan corriente continua (DC). Si el rango de tensión de operación de su equipo no incluye la tensión de operación de la batería será necesario utilizar algún tipo de convertidor.

Si el equipo que se quiere alimentar utiliza una tensión continua diferente a la de la batería será necesario el uso de un convertidor DC/DC y si alguno de los equipos trabajan en corriente alterna necesitarás un convertidor DC/AC, también conocido como inversor. Todo sistema eléctrico debería también incluir varios aditamentos de seguridad para el caso de fallas, tales como interruptores termo-magnéticos (breakers), dispositivos protectores contra picos de tensión, fusibles, cableado de tamaño apropiado, barras de tierra, pararrayos, etc.

Figura 29. Instalación solar con cargas DC (continuas) y AC (alternas).



FUENTE: Libro, Redes Inalámbricas En Los Países En Desarrollo, página 251, 2013.

2.29 Medidas de los caudales: tipo aforo.

(F., Sánchez, 2013) Asegura que Aforar es medir un caudal. En Hidrología superficial puede ser necesario medir desde pequeños caudales (unos pocos litros/seg.) hasta grandes ríos con caudales de centenares o miles de m^3/seg . Distinguimos dos tipos de aforos:

- Aforos directos. Con algún aparato o procedimiento medimos directamente el caudal.
- Aforos indirectos o continuos. Medimos el nivel del agua en el cauce, y a partir del nivel estimamos el caudal.

Para medir el caudal diariamente o de modo continuo en diversos puntos de una cuenca se utilizan los aforos indirectos, por eso también se les denomina continuos.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Identificación y prevención del problema.

La parroquia San José de Alluriquín por su ubicación geográfica es particularmente propensa a sucesos de crecidas del Río Damas sobre todo en los meses de invierno que dura de 4 a 5 meses y va desde enero a abril/mayo, en estos meses es frecuente las crecidas del río Damas por las precipitaciones atmosférica que se presentan, el cual da como resultado fuertes lluvias y prolongadas, como sucedió el 26 de abril del 2016.

En la actualidad no existe muro de concreto que contenga el caudal del río Damas, ver figura 30, lo cual crea inseguridad en la población de futuros desbordamientos, por ende este proyecto está enfocado al diseño más factible para anticipar el aumento de caudal o crecidas del río Damas y la precipitación atmosférica aguas arriba, si se llega a realizar este diseño con respecto al montaje nos ayudara a prevenir un desastre por inundación el cual nos contribuirá a adelantar acciones para reducir su amenaza y hacer que la sociedad menos vulnerable sea susceptible de verse afectada, especialmente evitar pérdidas de vidas humanas y socioeconómicas, demostrando la necesidad de un sistema de alertas tempranas para prevenir el aumento de caudal del río Damas.

Figura 30. Inexistencia de Muro de concreto.



FUENTE: El Autor.

3.2 Diseño de la red del Sistema de Monitoreo.

Se pudo establecer que el diseño para de la red física de monitoreo más viable a emplear para el control de caudal del río Damas en la parroquia Alluriquín es el diseño de una red punto a multipunto. El cual, el diseño está conformada por cuatro nodos o puntos (Ubicación de Sensores 1 y 2, punto Repetidor y Estación de Monitoreo), los cuales se comunican entre sí, ver figura 31.

Figura 31. Diseño de la red punto a multipunto del SAT del proyecto.



FUENTE: El Autor, Google Earth Pro.

3.2.1 Determinación de la ubicación de Puntos.

Para la ubicación de los puntos fue necesario la ayuda de un GPS-GARMIN (observar Anexo 1), realizando el recorrido aguas arriba del caudal del río y localizando los puntos estratégicos para la ubicación de los sensores de nivel de caudal y pluviómetros, en cada punto de monitoreo del río Damas, se realizó el análisis de ubicación más trascendental que puede ocurrir variaciones de consideración en todos los puntos de monitoreo, especialmente enfocados para el tiempo de invierno que provoca la inestabilidad del caudal del río.

A continuación se indicara las coordenadas de los puntos con respecto a su latitud y longitud en GD y GMS:

Tabla 1. Coordenadas de los puntos.

Puntos				
	Puntos GD (grados decimales)		Puntos GMS (grados, minutos, segundos)	
Sensor 0	Latitud	-0.3252162599020097	Latitud	0° 19' 30.779"
	longitud	-78.99813487500091	longitud	78° 59' 53.285"
Sensor 1	Latitud	-0.3408561416622284	Latitud	0°20'27.082"
	longitud	-78.99779819047717	longitud	78°59'52.073"
Sensor 2	Latitud	-0.3711833	Latitud	0°22'16.26"
	longitud	-78.99271666666667	longitud	78°59'33.779"
Estación de monitoreo (Torre de 30 metros)	Latitud	-0.32409522548833936	Latitud	0°19'26.743"
	longitud	-78.99808791435032	longitud	78°59'53.116"
Punto Repetidor (Torre de 50 metros)	Latitud	-0.33331513642186117	Latitud	0° 19' 59.934"
	longitud	-78.98999140271002	longitud	78° 59' 23.969"

FUENTE: El Autor.

3.3 Diseño del Sistema de Comunicación.

Para el diseño de comunicación del proyecto, se realizó el análisis y estudio geográfico visual con relación a la cuenca del río Damas, para optar por la mejor alternativa de realizar el diseño de comunicación, el cual abarca, el control de nivel del caudal del río en tiempo real y tener información de la precipitación atmosférica en los puntos de monitoreo aguas arriba.

Para lograr la comunicación de todos los puntos y reflejarlos en la estación de control, se implementara la ayuda de antenas de radio enlace, en excepción del punto del sensor 0 que se implementara la comunicación por cable Ethernet por la corta distancia (70 metros aproximadamente) que existirá entre el punto del sensor 0 al cuarto o estación de control, el cual la estación estará ubicada en una zona publica de la parroquia de Alluriquín adyacente al dispensario médico de salud, logrando así minimizar costos, ver figura 38. Al tener claro que se utilizara equipos de radio enlace por la distancia entre puntos, la condición geográfica de la región de Alluriquín y la no existencia de línea visual directa con la estación de control, se ve obligado a ubicar un punto repetidor, el

cual se encuentra en una de las zonas más altas de la región, teniendo una línea visual directa con el punto sensor 1, sensor 2 y estación de monitoreo. Más adelante se justificara la localización más factible de los sensores de nivel y precipitación.

3.3.1 Enlace y Línea Visual de los Puntos.

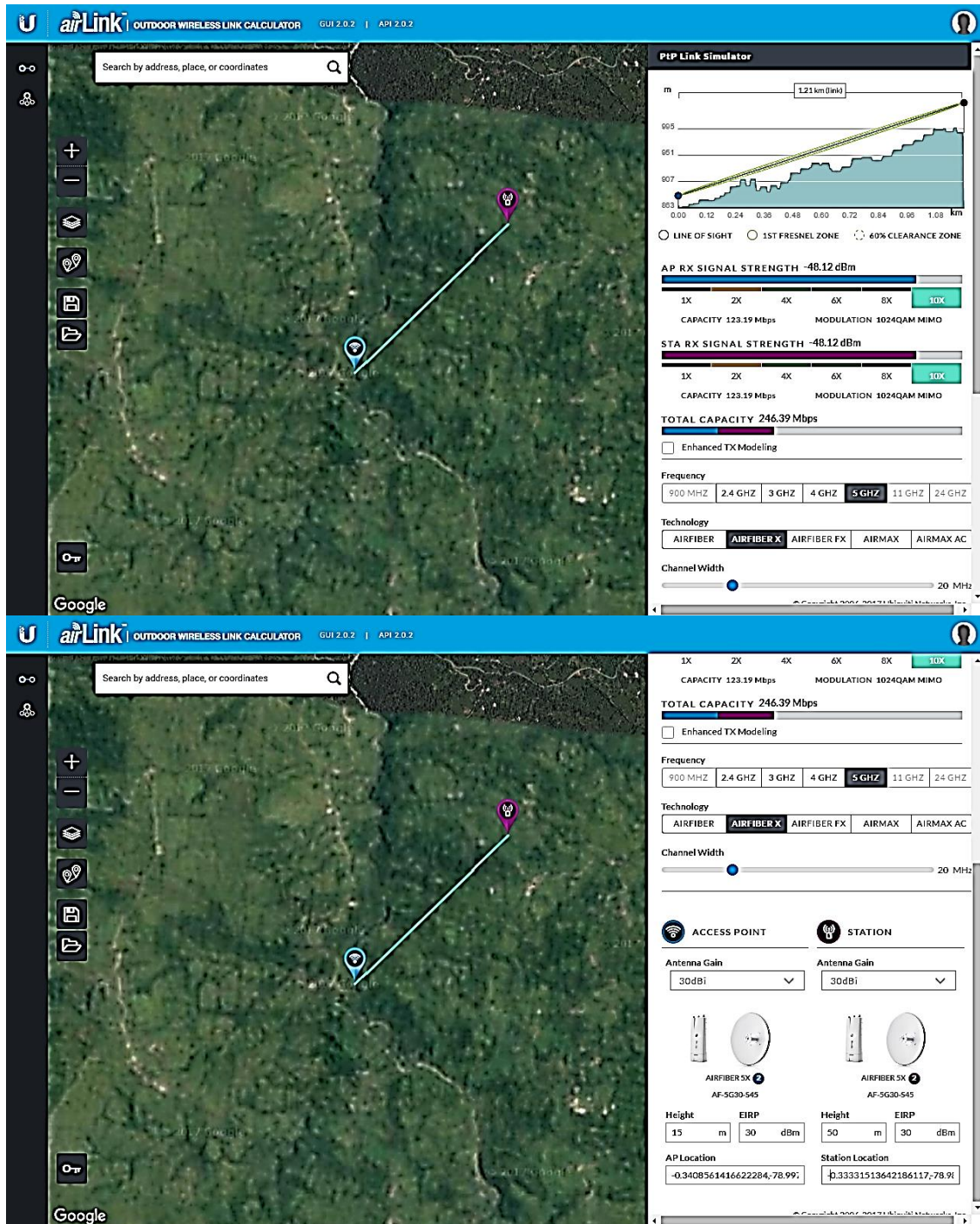
Se realizó los enlaces y línea visual de todos los puntos, para garantizar la comunicación inalámbrica (puntos de los Sensores 1 y 2, punto Repetidor y estación de Control). Para lograr la ejecución de dicho enlace se utilizó la metodología de un software con licencia libre que se encuentra en la web, vía online, el nombre del programa es “airLink / outdoor wireless link calculator GUI 1.3.24”, que significa Calculadora de enlace inalámbrico al aire libre, el cual nos ayuda a realizar el enlace inalámbrico de los puntos, ingresando las coordenadas ya definidas en la Tabla 1. El mismo programa nos facilita la selección del tipo de antena y todas las características más importantes del enlace.

Tabla 2. Enlace de punto del sensor 1 a punto Repetidor.

Característica de enlace de tabla 2		
línea visual	Excelente.	
Radio de la zona Fresnel	4.09 metros	
zona de despeje	Libre de obstrucciones	
Distancia entre puntos	1.21 km.	
Intensidad de señal AP RX	-48.12 dBm.	
Intensidad de señal STA RX	-48.12 dBm.	
capacidad total	246.39 Mbps.	
frecuencia	5.4 GHz.	
Tipo de antena	AIRFIBER 5X / AF-5G30-S45	
Ancho de banda	20 MHz.	
Altura de punto sensor 1	15 metros.	
Altura de punto Repetidor	50 metros.	
Decibelios	30 dBm.	
Coordenadas	latitud	-0.3408561416622284
	longitud	-78.99779819047717

FUENTE: El Autor.

Figura 32. Evidencia de enlace de punto del Sensor 1 a punto Repetidor.



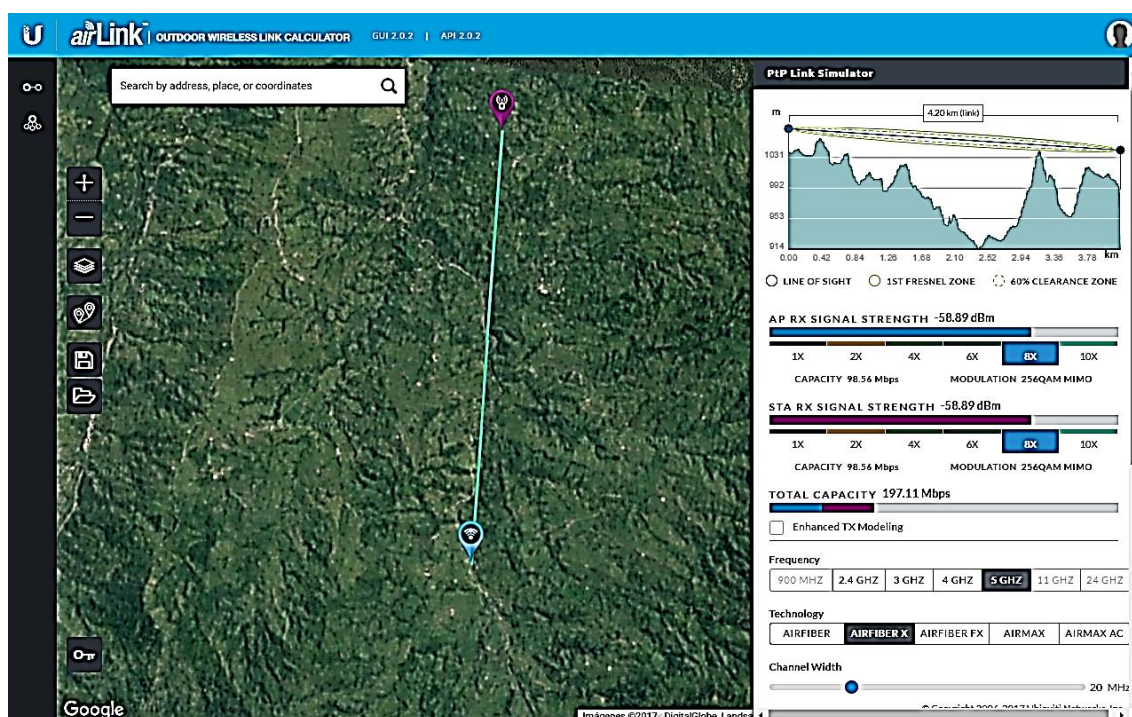
FUENTE: El Autor (programa airLink).

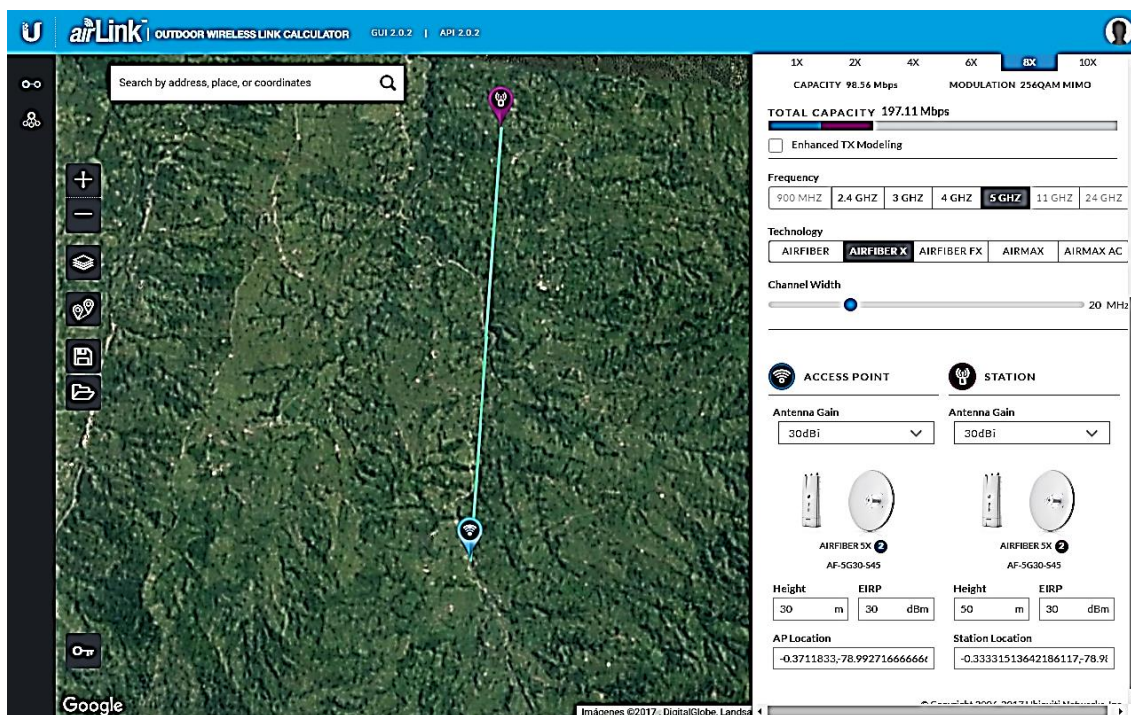
Tabla 3. Enlace de punto del sensor 2 a punto Repetidor.

Característica de enlace de tabla 3		
línea visual	Excelente.	
Radio de la zona Fresnel	7.63 metros	
zona de despeje	Libre de obstrucciones.	
Distancia entre puntos	4.20 km.	
Intensidad de señal AP RX	-58.89 dBm.	
Intensidad de señal STA RX	-58.89 dBm.	
capacidad total	197.11 Mbps	
frecuencia	5.4 GHz.	
Tipo de antena	AIRFIBER 5X / AF-5G30-S45	
Ancho de banda	20 MHz.	
Altura de punto sensor 2	30 metros.	
Altura de punto Repetidor	50 metros.	
Decibelios	30 dBm.	
Coordenadas	latitud	-0.3711833
	longitud	-78.99271666666667

FUENTE: El Autor.

Figura 33. Evidencia de enlace de punto del Sensor 2 y punto Repetidor.





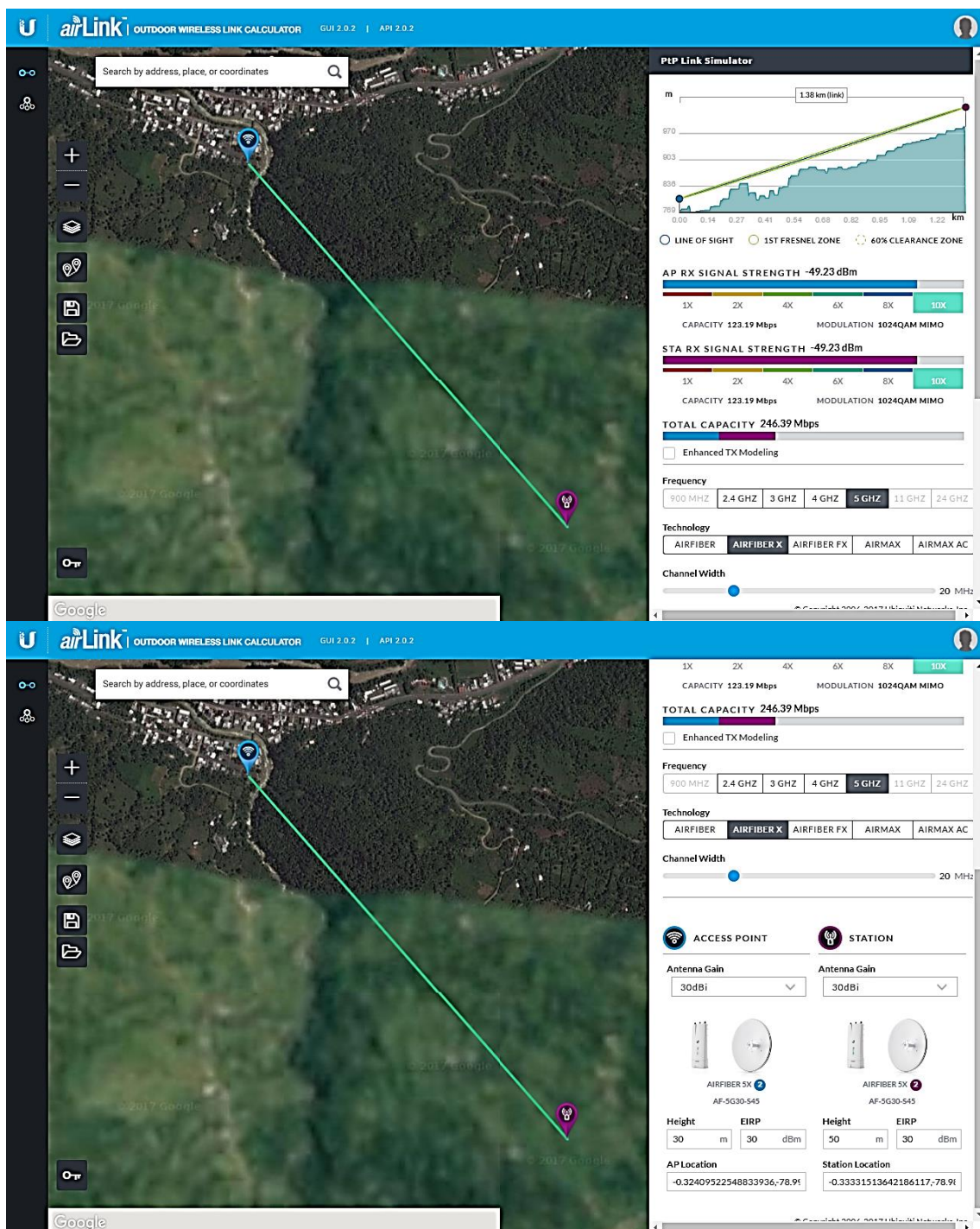
FUENTE: El Autor (programa airLink).

Tabla 4. Enlace de punto, de la estación de Control a punto Repetidor.

Característica de enlace de tabla 4	
línea visual	Excelente.
Radio de la zona Fresnel	4.37 metros.
zona de despeje	Libre de obstrucciones.
Distancia entre puntos	1.38 km
Intensidad de señal AP RX	-49.23 dBm
Intensidad de señal STA RX	-49.23 dBm
capacidad total	246.39 Mbps
frecuencia	5.4 GHz.
Tipo de antena	AIRFIBER 5X / AF-5G30-S45
Ancho de banda	20 MHz.
Altura de punto de Control	30 metros.
Altura de punto Repetidor	50 metros.
Decibelios	30 dBm.
Coordenadas	latitud -0.32409522548833936
	longitud -78.99808791435032

FUENTE: El Autor.

Figura 34. Evidencia de enlace del punto de estación de Monitoreo y punto Repetidor.



FUENTE: El Autor (programa airLink).

3.3.2 Características de antena de radio enlace.

La antena seleccionada para este proyecto está vinculada con el modelo o equipo “Ubiquiti airFiber 5X”, ver figura 35, es un equipo empleado especialmente para realizar enlaces Punto a Punto de largo alcance, con un gran rendimiento en punto-

multipunto y tiene una eficiencia espectral de 10,6 bps/Hz (bits por segundo /hercio) cubriendo todo el espectro de 5 GHz. Tiene una flexibilidad de despliegue compacta que permite que el airFiber-5X sea utilizado con las antenas airFiber Slant 45, recalcando que este equipo se encuentra dentro del rango de frecuencia de banda 5,8 GHz. libre sin licencia, (Observar Anexo 2).

Figura 35. Ubiquiti airFiber 5X.



FUENTE: www.aire.ec, Wireless and Security Solutions.

Características:

- Entrega hasta +500 Mbps.
- Frecuencia 5.1 - 5.9 GHz.
- Más de 200 kilómetros de alcance.
- Sin necesidad de licencia.
- Sujeto a regulaciones locales del país

TABLA 5. Especificaciones del equipo airFiber AF-5X.

Especificaciones del airFiber AF-5X	
Dimensiones	224 x 82 x 48 mm (8,82 x 3,23 x 1,89 ")
Peso	0,35 kg (0,77 lb)
Conectores de RF	(2) RP-SMA resistente a la intemperie (CH0, CH1) (1) SMA resistente a la intemperie (GPS)
Antena GPS	externa, base magnética
Fuente de alimentación	24V, 1A Adaptador PoE Gigabit (incluido)
Método de potencia	Energía pasiva a través de Ethernet Los pasadores 1, 2, 4, 5(+) y los pasadores 7, 8, 3, 6(-)
Max. Consumo de energía	12W
Rango de tensión admitido	19-29VDC
Temperatura de funcionamiento	-40 to 55° C (-40 a 131° F)

FUENTE: El Autor, catálogo de Especificaciones del equipo airFiber AF-5X.

La antena airFiber X “AF-5G30-S45”, ver figura 36, está especialmente diseñada con una polaridad de inclinación de 45°, teniendo una integración perfecta con el AF-5X, (observar Anexo 3). Recalcando que una de las bandas de enlace sin restricción o libre es la de 5.4 GHz, la cual se encuentra dentro del rango de frecuencia de este modelo de equipos airFiber.

Figura 36. Antena, AirFiber X AF-5G30-S45.



FUENTE: Autor. Catálogo de especificaciones y montaje de antena.

TABLA 6. Especificaciones de antena AirFiber X “AF-5G30-S45”

Especificaciones del AF-5G30-S45	
Dimensiones	650 x 650 x 386 mm (25,6 x 25,6 x 15,2 ")
Peso	7,4 kg (16,31 lb) / (Incluido el montaje)
Frecuencia	5.1 - 5.9 GHz
Ganancia	30 dBi
Max. VSWR	1.6: 1
Supervivencia del viento	200 km / h (125 mph)
Carga de viento	790 N @ 200 km / h (178 lbf @ 125 mph)
Polarización	Dual Linear
Relación F / B	30 dB
Especificación ETSI	EN 302 326 DN2
Montaje	Soporte universal del poste, soporte de radio del airFiber, y resistentes a la intemperie

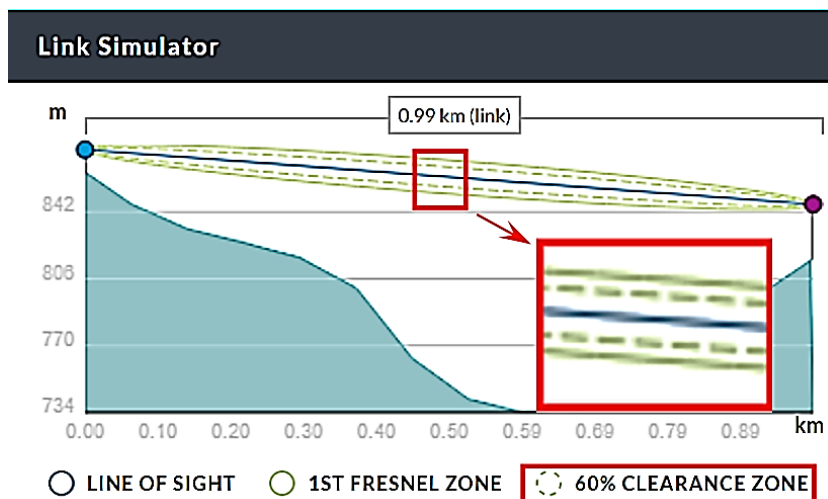
FUENTE: El Autor, catálogo de Especificaciones de antena AirFiber X “AF-5G30-S45”.

3.3.3 Cálculo de la zona Fresnel.

Para el cálculo de la zona Fresnel debemos asegurarnos que esté libre de obstáculos para garantizar un excelente enlace inalámbrico de punto a punto, esto lo podemos realizar y obtener gracias al programa “airLink”; el mismo software nos facilita poder observar la

zona Fresnel mediante grafica si es obstaculizada o no, ver figura 37, dándonos también a conocer que para una comunicación de radio enlace debe tener un despeje mínimo del 60% el mismo que se puede apreciar en el programa.

Figura 37. Despeje del 60% de la zona de Fresnel.



Fuente: El Autor.

Para poder conocer el radio o diámetro de la zona Fresnel existe una fórmula de cálculo que se lo tomo del libro de REDES INALÁMBRICAS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO; por conocimiento se procederá a calcular la zona Fresnel central de la trayectoria siendo el punto de mayor expansión de la zona.

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{d_1 * d_2}{f * d}\right)}$$

Donde:

r_F = Radio de la primera zona de Fresnel en metros.

d_1 = Distancia del transmisor al punto de reflexión en metros.

d_2 = Distancia del receptor al punto de reflexión en metros.

d = $d_1 + d_2$ = Distancia total entre transmisor y receptor.

f = Frecuencia en MHz.

- Calculo de la zona Fresnel; Enlace de punto del sensor 1 a punto Repetidor.

Donde:

$$d_1 = 605 \text{ m.}$$

$$d_2 = 605 \text{ m.}$$

$$d = 1.21 \text{ km} = 1210 \text{ m.}$$

$$f = 5.4 \text{ GHz.}$$

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{d_1 * d_2}{f * d}\right)}$$

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{605 * 605}{5400 * 1210}\right)} = 17.31 \sqrt{\left(\frac{366025}{6534000}\right)} = 4.09 \text{ m.}$$

- Calculo de la zona Fresnel; Enlace de punto del sensor 2 a punto Repetidor.

Donde:

$$d_1 = 2100 \text{ m.}$$

$$d_2 = 2100 \text{ m.}$$

$$d = 4.20 \text{ km} = 4200 \text{ m.}$$

$$f = 5.4 \text{ GHz.}$$

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{d_1 * d_2}{f * d}\right)}$$

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{2100 * 2100}{5400 * 4200}\right)} = 17.31 \sqrt{\left(\frac{4410000}{22680000}\right)} = 7.63 \text{ m.}$$

- Calculo de la zona Fresnel; Enlace de punto de la estación de Control a punto Repetidor.

Donde:

$$d_1 = 690 \text{ m.}$$

$$d_2 = 690 \text{ m.}$$

$$d = 1.38 \text{ km} = 1380 \text{ m.}$$

$$f = 5.4 \text{ GHz.}$$

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{d_1 * d_2}{f * d}\right)}$$

$$r_F = 17.31 \sqrt{\left(\frac{690 * 690}{5400 * 1380}\right)} = 17.31 \sqrt{\left(\frac{476100}{7452000}\right)} = 4.37 \text{ m.}$$

3.4 Arquitectura del Sistema de Comunicación y Monitoreo del SAT.

3.4.1 Sistema de Comunicación del sensor 0.

Para obtener la información de nivel del caudal y precipitación del punto del sensor 0 se realizó el diseño más factible para minimizar costos, en este caso la comunicación de información se realizara por medio de cable Ethernet ya que la distancia que existe entre el punto del sensor 0 con relación a la estación de control o monitoreo, es de 70 metros aproximadamente, el cual es un enlace de comunicación muy confiable, ayudando al diseño de este proyecto a minimizar costos.

Figura 38. Distancia entre el Sensor 0 y Estación de Control o Monitoreo.

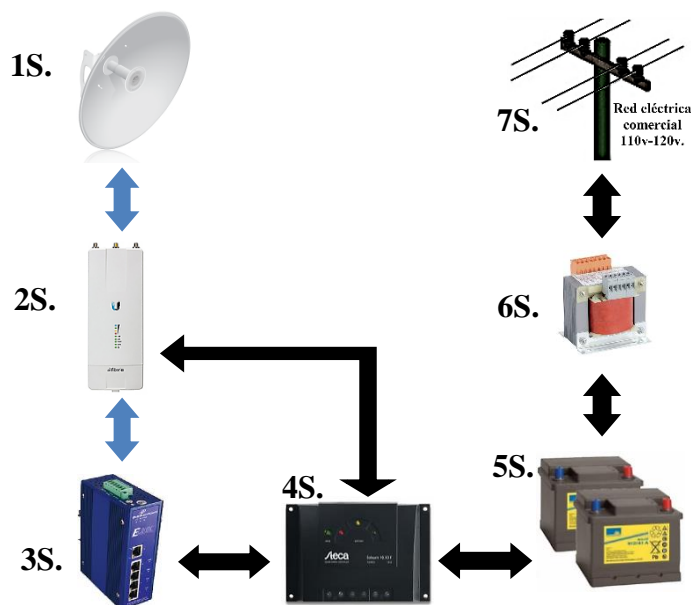


FUENTE: El Autor (programa airLink).

3.4.2 Sistema de Comunicación de los puntos del sensor 1 y 2.

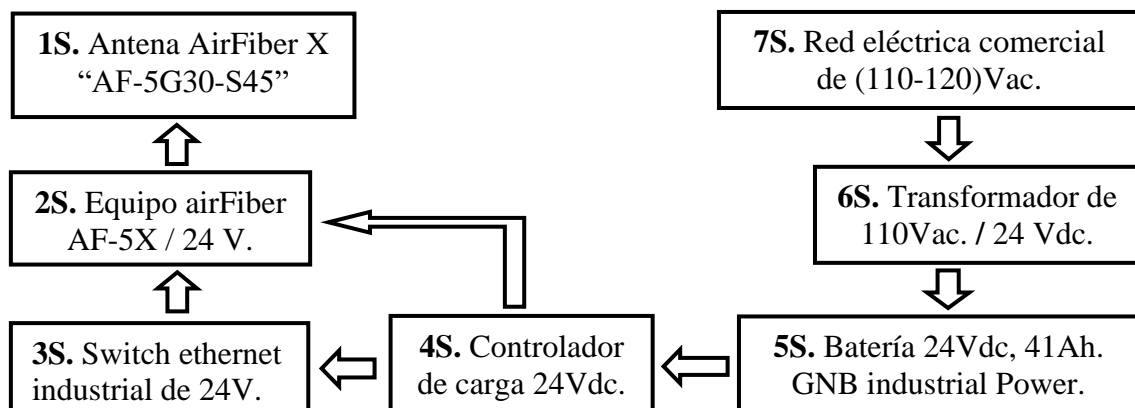
Para la adquisición de información del nivel del caudal y precipitación de la región donde los puntos del sensor 1 y sensor 2 están ubicados, se realizara la comunicación por antenas de radio enlace direccionales, el cual es la manera más factible y confiable por la distancia, ubicación y superficie terrestre donde se encuentra cada punto. Se realizó el análisis y estudio de la región de los puntos más estratégicos para lograr nuestros objetivos, por ende a continuación se presentara la arquitectura física del sistema de comunicación de Monitoreo de los puntos del sensor 1 y sensor 2, ver figura 39.

Figura 39. Arquitectura física de los puntos del sensor 1 y sensor 2.



FUENTE: El Autor.

Figura 40. Arquitectura física de los puntos del sensor 1 y 2 (Diagrama de bloques).

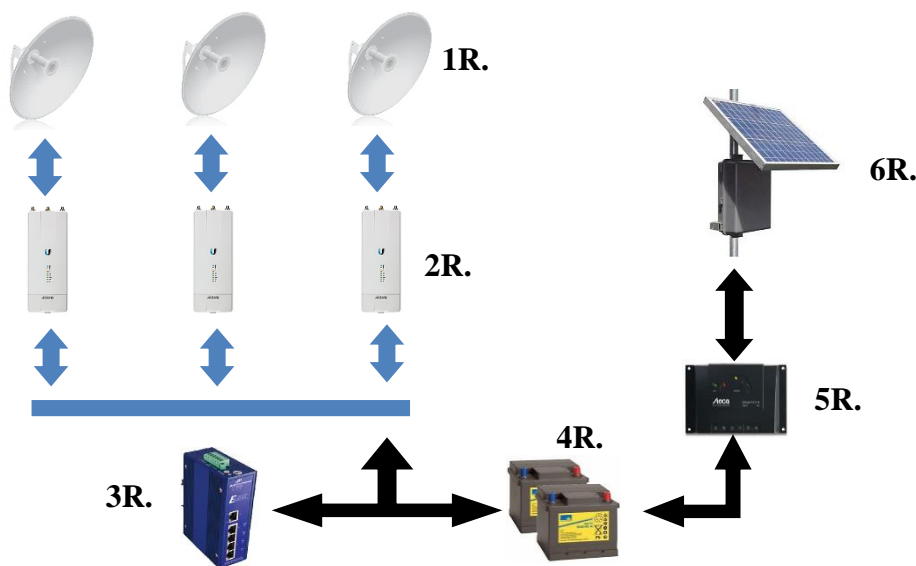


FUENTE: El Autor.

3.4.3 Sistema de Comunicación del punto Repetidor.

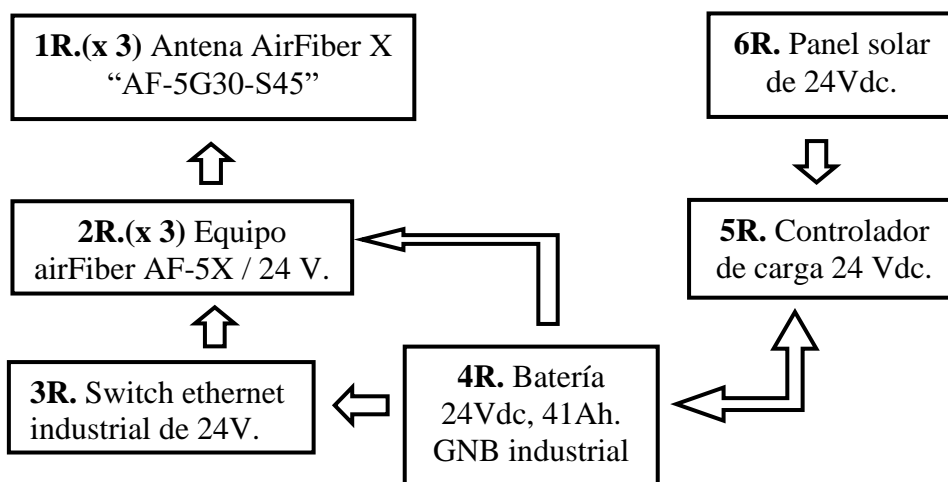
En el punto Repetidor se ubicaran tres antenas quienes compartirán un enlace con el punto sensor 1, punto sensor 2 y la estación de control, el cual estarán conectadas al Switch ethernet industrial de 24V. Los equipos airFiber AF-5X y Switch Ethernet estarán alimentados de una fuente o batería de 24VDC el cual posteriormente a esta fuente está conectada un controlador de carga que tendrá como función regular la alimentación del panel solar de 24 VDC.

Figura 41. Arquitectura física del punto Repetidor.



FUENTE: El Autor.

Figura 42. Arquitectura física del punto Repetidor (Diagrama de bloques).

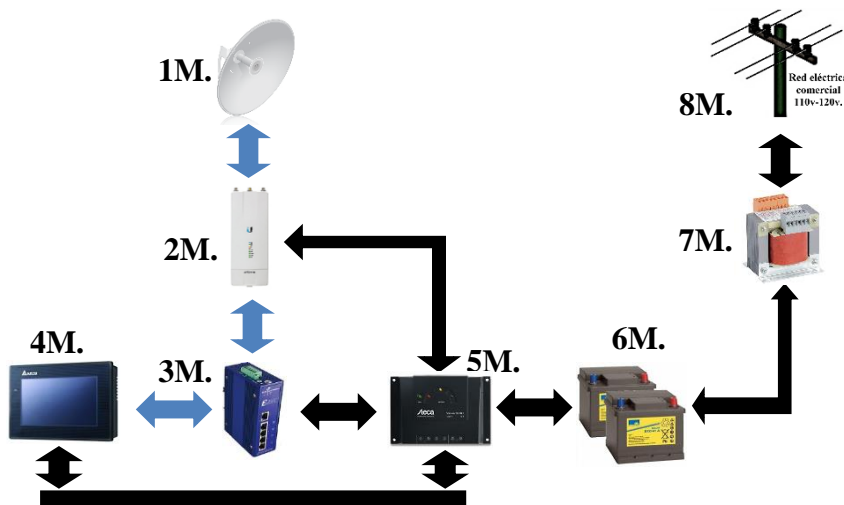


FUENTE: El Autor.

3.4.4 Sistema de Comunicación de la Estación de Control.

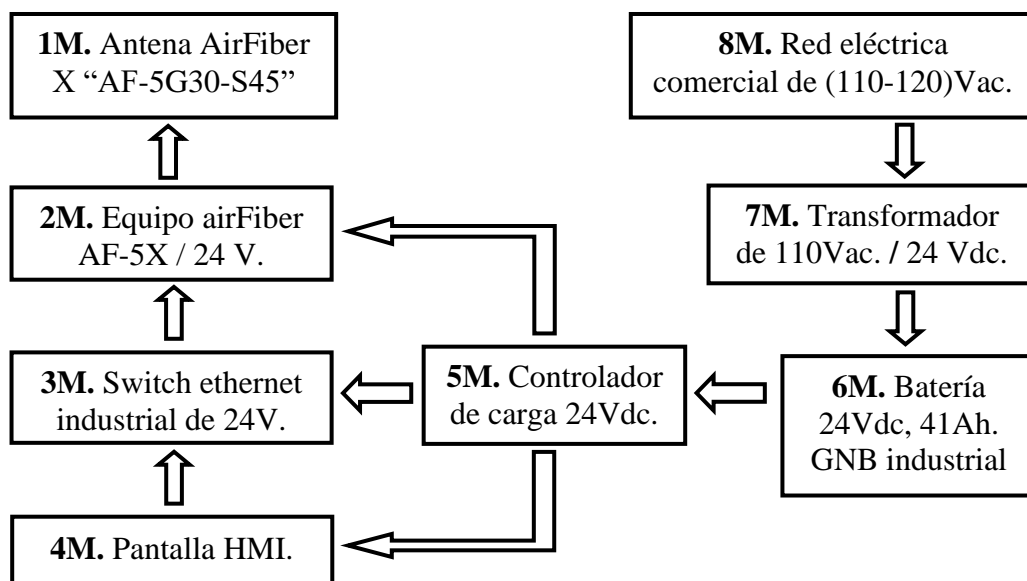
Se tiene claro que a la estación de control llegara toda la información de los puntos, el cual serán analizados por el HMI y emitirá la información en tiempo real entregadas por los puntos, haciendo cumplir todas las condiciones que posteriormente se ingresara por el usuario o programador del sistema, emitiendo la señal de alerta a la población de Alluriquín si este llegase a cumplir todos los parámetros y condiciones impuestas.

Figura 43. Arquitectura física de la Estación de Control.



FUENTE: El Autor.

Figura 44. Arquitectura física de la Estación de Control (Diagrama de bloques).



FUENTE: El Autor.

3.5 Arquitectura del Sistema de Control del SAT.

3.5.1 Sistema de Control del Nivel de caudal del río Damas.

Para realizar el diseño del sistema de control del nivel de caudal del río Damas en los puntos ya establecidos en la tabla 1, se procedió al estudio de los tipos de sensores de nivel con mayor enfoque a nuestra necesidad en el proyecto, realizando un análisis detallado de las características, ventajas, desventajas y aplicaciones, para logra la selección más factible del sensor de nivel acorde a nuestra necesidad.

Se implementó adicionalmente un pluviómetro para poder controlar la precipitación atmosférica de la zona aguas arriba de la población de Alluriquín.

Con el análisis profundo realizado a continuación en el cuadro se pudo optar por el sensor de nivel tipo radar, el cual cubre todas nuestras necesidades para poder obtener la información del nivel de caudal del río Damas en cualquier estado de agresividad presentada, sin tener desventajas que puedan variar y afectar con su funcionamiento.

- Análisis y selección del tipo de sensor de nivel.

Descripciones Sensores	Características					Ventajas	Desventajas	Aplicaciones	Observación
	Campo de medida	Exactitud	Precisión	Presión máxima	Temperatura máx. de fluido				
Desplazamiento (Flotador)	(0 a 10) metros	± 0,25 in	± 1-2 %	5 000 psi(g)	250°C	<p>Instalación sencilla.</p> <p>Método de medición probado y confiable.</p> <p>Permite medición continua.</p> <p>No afectan turbulencia y espuma.</p>	<p>La medición puede ser afectada por depósitos de materiales sobre el flotador.</p> <p>Los tubos guías muy largos pueden dañarse ante olas bruscas en la superficie del líquido o ante la caída violenta del líquido en el tanque.</p> <p>Mantenimiento frecuente.</p>	<p>Tanques abiertos.</p> <p>Tanques cerrados a presión o al vacío.</p>	<p>Este sensor es muy efectivo pero solo para líquidos estancados, para nuestra aplicación que es en condiciones abiertas o expuestas al ambiente y el caudal siempre se presentara en movimiento este sensor no es viable para el presente proyecto.</p>

<p style="text-align: center;">Ultrasonico</p>	(0,152 a 30,48) metros	$\pm (1 \text{ a } 3) \%$	$\pm 1 - 3\%$	400 kg/cm ²	200 °C	<p>Adecuados para todos los tipos de tanques y de líquidos.</p> <p>Muy exactos.</p> <p>Más sofisticados que los medidores convencionales.</p> <p>No poseen partes móviles.</p> <p>No requieren mantenimiento.</p>	<p>Costosos.</p> <p>La medición es afectada por las propiedades del medio como porosidad de la superficie.</p> <p>Sensibles a la densidad.</p> <p>Dan señales erróneas cuando la superficie del nivel del líquido no es nítida como la formación de espuma.</p> <p>La velocidad del sonido cambia con la temperatura.</p>	<p>Se utilizan para hacer medición es de nivel continuas y para alarmas.</p>	<p>Este sensor es muy fiable para la medición de nivel de líquido, si el entorno de trabajo no es propenso a partículas como la lluvia o formación de espuma, el lugar de operación de los sensores están expuestos a condiciones naturales.</p>
	<p style="text-align: center;">Microonda guiada</p>	20 m (65 pies)	3 mm (para sondas ≤ 10 m); 0,03% del rango (para sondas > 10 m)	$\pm 1\%$	(80 a 250) kg/cm ²	(200 a 400) °C	<p>Programación sencilla.</p> <p>Inmune a espuma, acumulación de material y polvo suspendido.</p> <p>No contiene partes móviles.</p> <p>Fáciles de limpiar.</p> <p>Presentan buena resistencia a la corrosión.</p> <p>Su campo de medición es bastante amplio.</p> <p>Puede soportar temperaturas y presiones extremas.</p>	<p>Las mediciones están sujetas a errores ocasionados por variaciones de temperatura, ya que la temperatura afecta la constante dieléctrica del material a ser medido.</p>	<p>Puede emplearse en la medición de interface.</p> <p>En la industria de procesamiento de alimentos.</p> <p>En aplicaciones on/off para alarmas o sistemas de control.</p>

Radar	0 a 70 metros	± 2,5 mm	(2-15) mm			<p>Bajo consumo energético.</p> <p>Montaje sencillo.</p> <p><u>Independiente de la agresividad del líquido.</u></p> <p><u>Miden distancias de forma continua y sin contacto.</u></p> <p><u>Emiten generalmente señales de 6 a 26 GHz.</u></p> <p><u>No se ve afectado por influencias externas.</u></p>	No se encontró desventajas que puedan variar o afectar con su operación o funcionamiento.	<p>Los transmisores de nivel por radar proporcionan lecturas precisas y fiables en un amplio abanico de aplicaciones en el área de control y medición de niveles de líquidos o caudal.</p>	<p>Este sensor es el más viable para la aplicación en el proyecto ya que es independiente del estado de agresividad presentada del caudal y no necesita el contacto directo, por ende este sensor está calificado para la aplicación del control de nivel del río Damas garantizando una alta confianza con respecto a su operación y entrega de datos.</p>
-------	---------------	----------	-----------	--	--	---	---	--	---

3.5.2 Selección del sensor de nivel tipo Radar.

Se optó por la elección del sensor tipo radar SEBAPULS por sus características para el control de nivel de caudal, opera con un sistema no intrusivo para la medida de alta precisión del nivel de agua superficial, esto quiere decir que no afecta la existencia de rocas dentro de la superficie, este tipo de sensor puede ser instalado en puentes, soportes y pilares con un rango de medida 0...15,35 o 70 metros.

Su alimentación es a base de baterías de 12V o 24V, paneles solares con regulador de carga o batería recargable y red de 220Vac/12Vdc/24Vdc. Hay que tener muy en cuenta que el sensor radar tipo SEBAPULS realiza mediciones del nivel del agua con una alta precisión sin entrar en contacto con la superficie, su principio de medida es por medio de pulsos (tecnología 26GHz), el llamado principio de pulsos, se basa en la emisión de una microonda que se detiene posteriormente por un corto intervalo de tiempo para recibir las señales de respuesta reflejadas por la superficie del agua y que se transmiten al sistema de evaluación integrado. El tiempo transcurrido entre los impulsos se

corresponde directamente con la distancia entre el sensor y la lámina de agua. Para realizar la transmisión de datos a un PC, emplea en su offline un Data Logger de SEBA (p.e. MDS-5) y en su Online de forma analógica con 4-20mA.

El sensor de nivel seleccionado es el modelo SEBAPULS 20, ver figura 45, el cual cubre todas nuestras necesidades con una certificación de calidad Standard ISO 9001:2008 y con una protección IP66 que por lo general es una protección al aire libre y ante cualquier fenómeno externo que pueda ocasionar daños al equipo, impidiendo la entrada de objetos extraños.

Tabla 7. Características del sensor de nivel SEBAPULS 20.

Sensor de nivel sebapuls 20	
Precisión	± 2mm.
Rango de medida	0...35 metros.
Diámetro del sensor	Ø 116mm.
Longitud del sensor	245mm.
Antena	Plástico.
Protección	IP66
Peso	2 kg aprox.
Temperatura de operación	-40°C...80°C
Salida	4...20mA o 0/4...2V

FUENTE: El Autor.

Figura 45. Sensor de nivel SEBAPULS 20.



FUENTE: El Autor; Catálogo de sensor SEBAPULS 20, www.seba.de

3.5.3 Selección de pluviómetro.

El pluviómetro seleccionado es un receptáculo independiente para medir la precipitación. A través de una abertura en la parte superior del dispositivo, la lluvia se recoge y luego canaliza a un dispositivo mecánico, llamado un cubo inclinado. A medida que se recoge el agua, el cubo basculante se llena hasta el punto de que se vuelca, causando un cierre momentáneo de un interruptor para medir incrementalmente la acumulación de lluvia. Esta acción vacía el cubo en preparación para la medición adicional. El agua descargada por el cubo basculante sale del pluviómetro sin necesidad de vaciar. El Sensor para controlar la precipitación o lluvia es el pluviómetro modelo TR-525M de Texas Electronics, Inc., ver figura 46. El TR-525M es un medidor de lluvia métrico robusto y confiable que ofrece alta precisión a un bajo costo, para mayor información sobre el montaje y características del TR-525M, lo podemos obtener del catálogo que se encuentra en la web www.texaselectronics.com.

Figura 46. Pluviómetro modelo TR-525M.

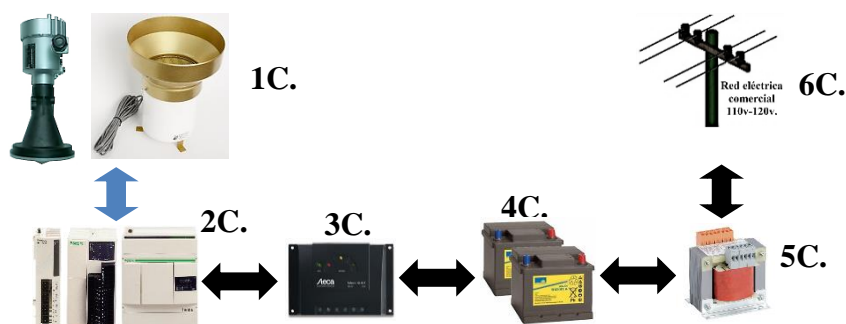


FUENTE: El Autor; Catálogo de pluviómetro modelo TR-525M, www.texaselectronics.com

3.5.4 Sistema de Control de los puntos del sensor 0, 1 y 2.

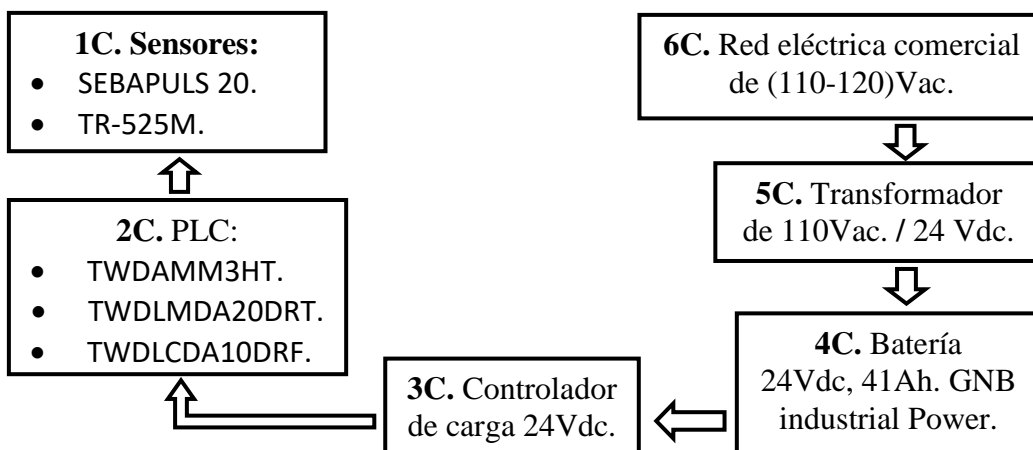
Para el diseño del sistema de control del nivel y precipitación en los puntos ubicados aguas arriba se utilizó un sensor de nivel SEBAPULS 20 y para la precipitación un pluviómetro modelo TR-525M, el cual, entregaran la información a un PLC que estará conectada su alimentación a un controlador de carga y esté a una fuente o baterías de 24VDC, para alimentar esta fuente se utiliza un transformador de conversión de 110VAC a 24 VDC que será alimentada por una red eléctrica comercial de 110VAC-120VAC que se encuentra a pocos metros en los tres puntos de ubicación de los sensores, siendo esto una gran ventaja para minimizar costos de alimentación de energía.

Figura 47. Arquitectura física de Control del SAT.



FUENTE: El Autor.

Figura 48. Arquitectura de Control del SAT. (Diagrama de bloques).

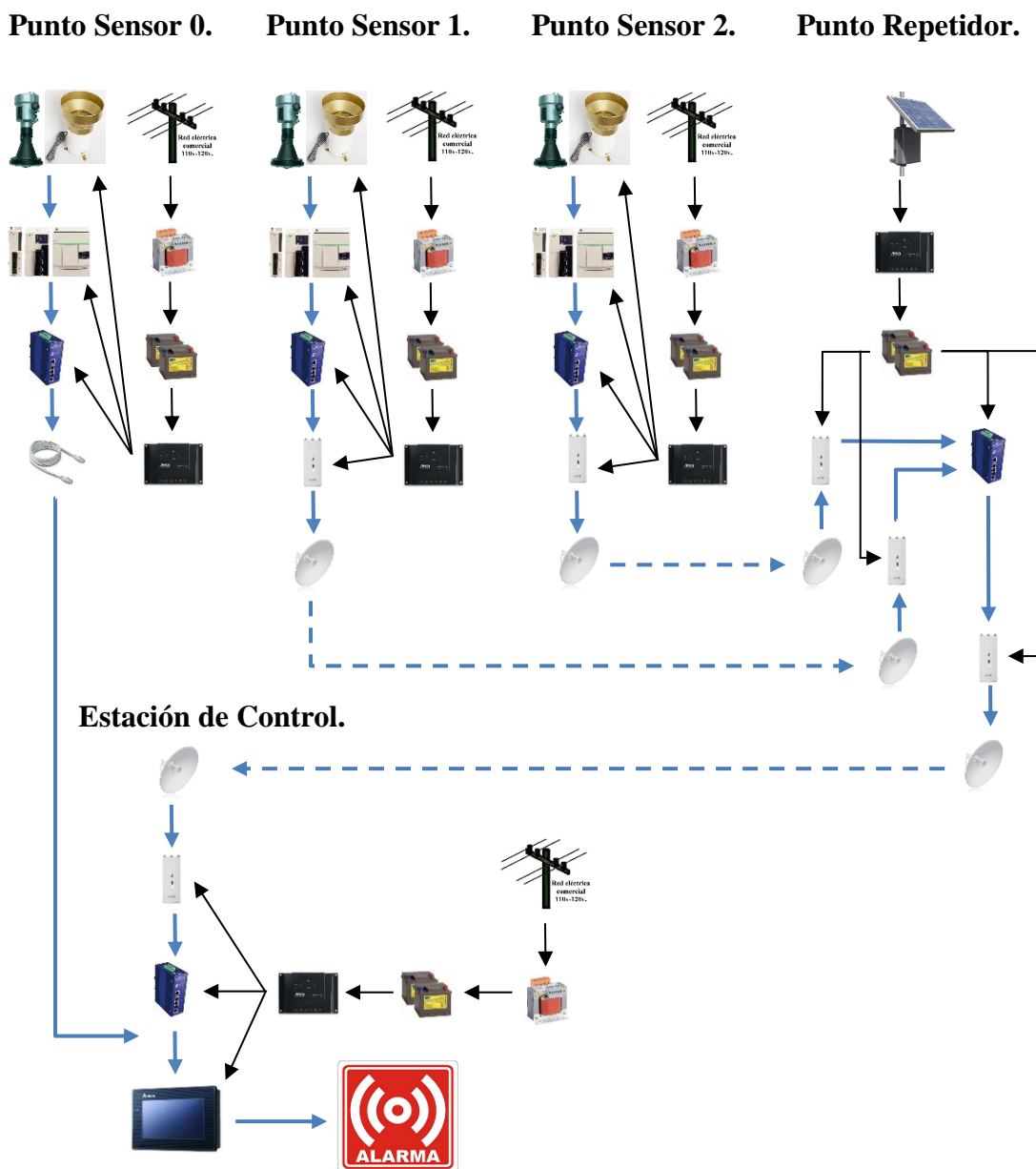


FUENTE: El Autor.

3.6 Arquitectura General del Sistema de Monitoreo, Comunicación y Control del SAT.

En la figura 49, se puede observar físicamente el diseño de la arquitectura de monitoreo del proyecto, también el sistema de comunicación y control, en la figura se puede identificar todos los equipos que se utilizaría para el montaje y sus conexiones, de igual manera su forma de alimentación en cada punto y el sistema de comunicación, el cual todos los puntos de los sensores de nivel y precipitación se comunicaran vía inalámbrica al punto repetidor, el cual, esté esta enlazada con la estación de control de la misma forma y que se encuentra en la parroquia, ver figura 55. En la estación de control existirá una pantalla HMI en el cual se ingresara todas las condiciones por parte del programador o usuario, emitiendo así la activación de una bocina o alarma a la población si esté cumple una de las condiciones.

Figura 49. Arquitectura General del Sistema de Comunicación, Control y Monitoreo del SAT.



FUENTE: El Autor.

3.7 Protección externa contra rayos.

Se implementará en todos los puntos la protección contra descargas de rayos, siendo un sistema de protección externa pasiva contra descargas atmosféricas, este tipo de protección no realiza ninguna acción previa a la caída del rayo, la función de esta protección se ejecuta cuando cae un rayo en la estructura encargándose de conducir la energía del rayo al punto tierra, aplicando la norma IEC 62.305-3, (observar Anexo 4), donde se muestra el ejemplo de montaje de la protección.

Figura 50. Pararrayos.



FUENTE: El Autor, catálogo INGESCO Lightning solutions, página 1.

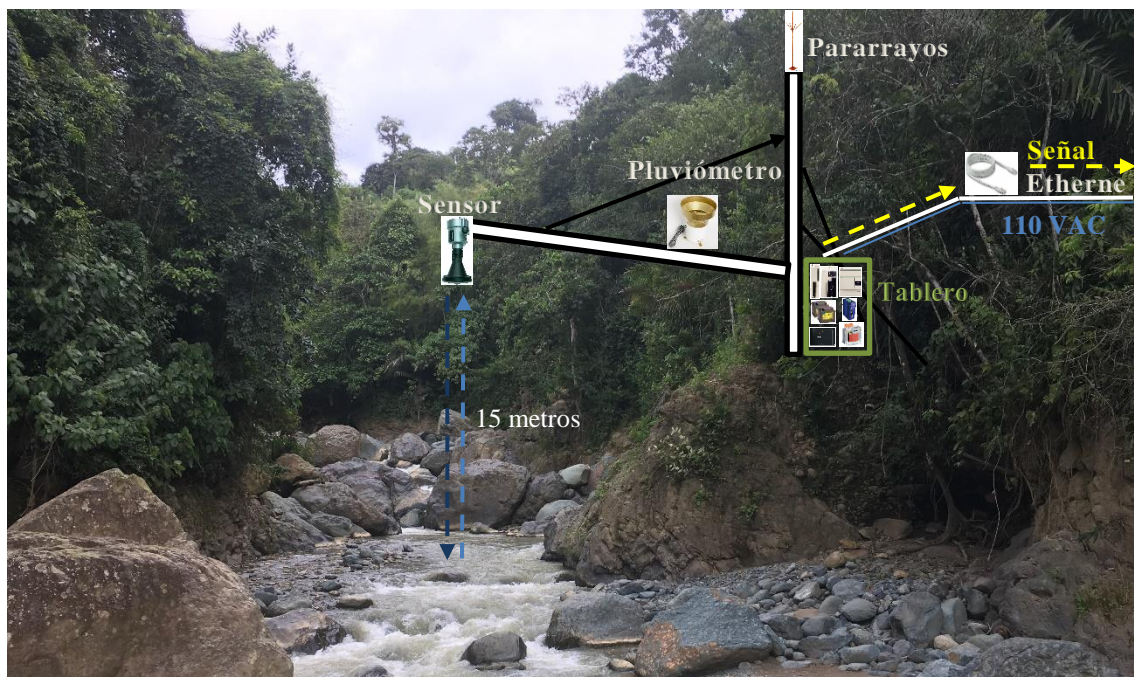
Debemos considerar que esta protección es muy importante ya que el nivel Isoceraúnico de un lugar es el número promedio de días al cabo del año en los que hay tormenta. El nivel de riesgo de caídas de rayos está representado en el mapa cerámico (observar anexo 5), en estas líneas determinan geográficamente las zonas de más o menos riesgo de actividad de rayos.

3.8 Identificación del lugar de todos los puntos de Monitoreo.

3.8.1 Localización del punto 0.

En la siguiente figura 51 se aprecia el lugar donde se realizara el ensamblaje de la estructura y equipos del punto del sensor 0, mostrando así un ejemplo básico de la forma de montaje si esté llega a realizarse.

Figura 51. Localización del punto del sensor 0.



FUENTE: El Autor

3.8.2 Localización del punto 1.

En las siguientes figuras 52 y 53 se pueden apreciar el lugar donde se realizará el ensamblaje de la estructura y equipos del punto del sensor 1, mostrando un ejemplo básico de la forma de montaje si este llega a realizarse.

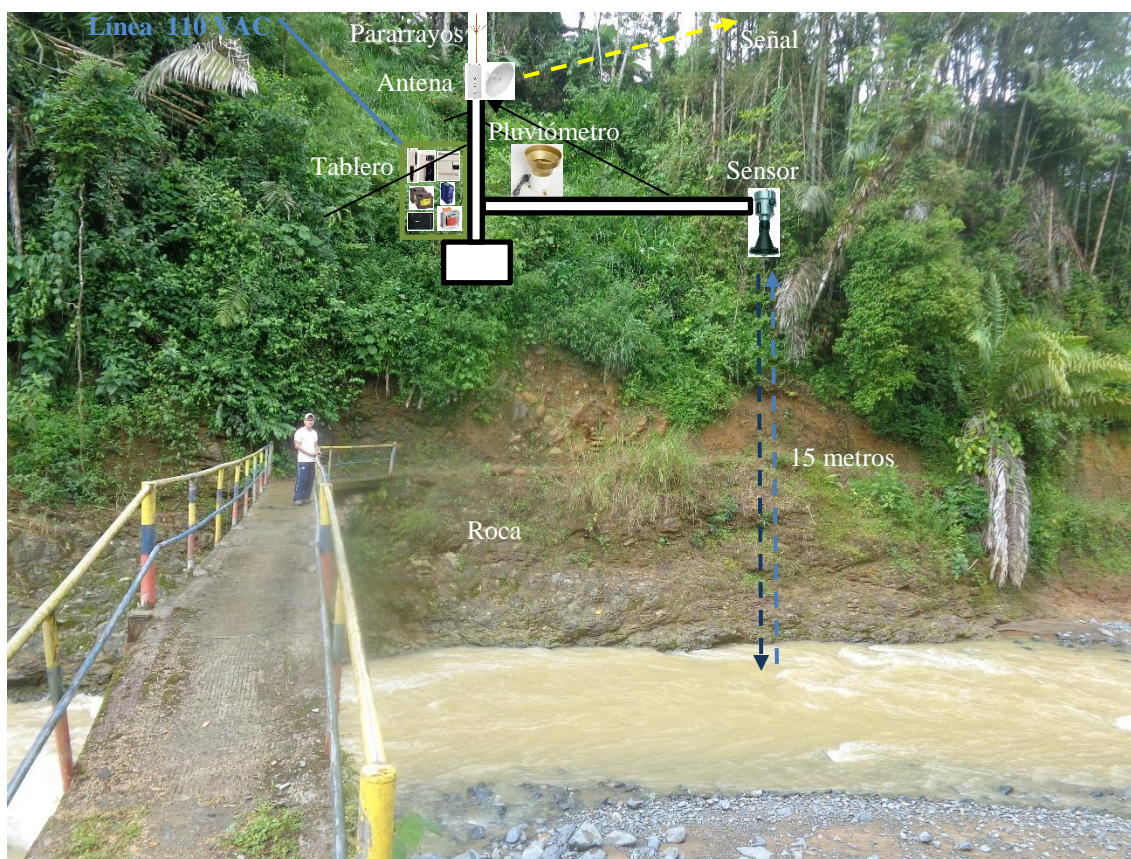
En la figura 52 se puede identificar la unión del río principal Damas y río Maltón, el cual llega a ser un punto estratégico que se encuentra luego de la unión de los dos ríos para poder controlar los dos caudales si en caso llegara a crecer uno de ellos, existiendo la posibilidad de que se produzca crecidas de caudal individual por el motivo que cada río proviene de diferentes regiones de la zona de Alluriquín. Teniendo como ventaja la existencia de una red comercial de 110 VAC a pocos metros del punto del sensor 1, el cual nos ayudara con la alimentación para los equipos del punto.

Figura 52. Identificación del río principal Damas y río Maltón.



FUENTE: El Autor

Figura 53. Localización del punto del sensor 1.



FUENTE: El Autor.

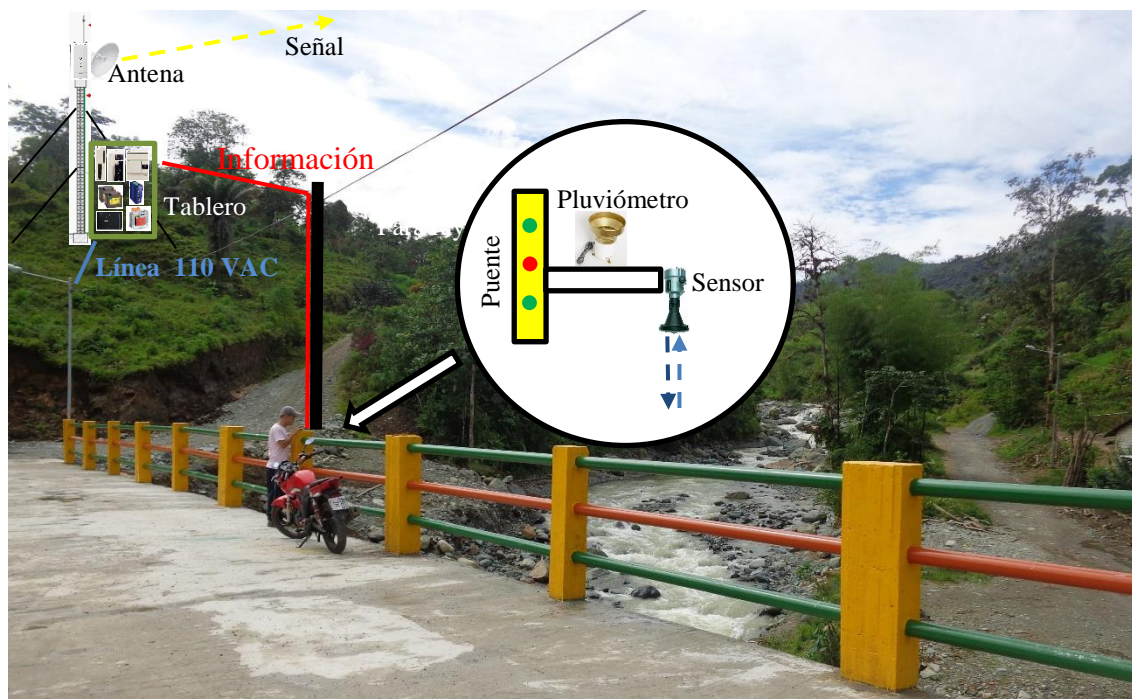
3.8.3 Localización del punto 2.

En la siguiente figura 54 se puede apreciar el lugar donde se realizara el ensamblaje de la estructura y equipos del punto del sensor 2, mostrando un ejemplo básico de la forma de montaje si éste se llega a realizar. Este es el punto más alejado de la población, el cual se encuentra a más de 4 km de distancia en línea recta.

Si se realiza el montaje en este punto se tomara como base el puente para colocar el sensor de nivel y el pluviómetro de precipitación, donde la torre de comunicación de radio enlace se encontrara a un costado del puente, por el motivo que se necesita una torre de 30 metros de altura para lograr el enlace con el punto repetidor que se encuentra en una de las zonas más altas del sector, otra de las razones para que la torre no esté en el puente es por falta de espacio ya que requiere de sensores o tirantes para lograr estabilidad de la torre, ya que se tomó un tipo de torre Arriostrada para minimizar costos, teniendo la misma garantía que los demás tipos de torres. Otra ventaja en este

punto es la facilidad de energizar los equipos, por el motivo que a pocos metros pasa una red comercial de 110VAC.

Figura 54. Localización del punto del sensor 2.



FUENTE: El Autor.

3.8.4 Localización del punto Repetidor.

En este punto tenemos que recalcar que se encuentra en uno de los lugares más altos de la zona, siendo un punto estratégico para poder realizar los enlaces entre los puntos de los sensores 1, 2 y estación de control, consiguiendo así una línea de vista sin obstáculos entre las antenas de los puntos; la coordenada de ubicación de este punto se encuentra en una latitud -0.33331513642186117 y una longitud -78.98999140271002 con esta información y la ayuda de un GPS podremos identificar el lugar, una vez el lugar ya identificado para realizar el montaje si este se llega a dar, tendremos que colocar una torre de 50 metros aproximadamente tipo Arriostrada con sus respectivos tensores y protección de pararrayos, anteriormente se mostró toda la arquitectura de elementos de monitoreo que irán implementados para lograr el objetivo de enlazar la información requerida.

El funcionamiento de este punto repetidor es de recibir la información en dos de las tres antenas que estarán en la torre, esa información llegará a un Switch ethernet industrial de 24VDC que conducirá la información a la tercera antena que estará enlazada con la

antena del punto de la estación de control que se encuentra en Alluriquín, ver figura 55, hay que tomar en cuenta que no hay garantía de una fuente de red de alimentación cercana, por lo cual se optó de realizar el diseño de alimentación por energía fotovoltaica; el panel solar se puede adquirir en el mercado local de 24VDC, una vez obtenido este voltaje pasara por un controlador de carga, este voltaje llegara a una fuente o batería de 24 VDC el cual alimentara a los equipos y antenas del punto. Hay que recalcar que todos los puntos están diseñados con una fuente o batería garantizando una alimentación mayor a 48 horas y este carece de energía eléctrica.

3.8.5 Localización de la estación de control.

En la siguiente figura 55 se pueden apreciar el lugar donde se realizara el ensamblaje de la estructura, equipos y si se requiere la obra civil del cuarto de control, si este llega a realizarse. A esta estación de control de monitoreo llegara toda la información del nivel de caudal y precipitación aguas arriba, la información del punto del sensor 0 llegara por medio de cable Ethernet por la corta distancia que existe entre puntos que es de 70 metros aproximadamente, ver figura 38.

La estación contara con una pantalla HMI el cual recibirá toda la información de los puntos, una vez obtenido los datos exactos del nivel de caudal en tiempo real se aplicara todas las condiciones requeridas en el proyecto, una de las condiciones más importantes es la identificación del nivel de caudal del Río Damas que representa una amenaza a la población de Alluriquín. Una vez identificado el nivel de peligrosidad en cada punto, este activara una alerta instantánea que será emitida por bocinas o alarmas de prevención para dar a conocer a la población de Alluriquín especialmente a los barrios más afectados por el posible desbordamiento, logrando así prevenir y minimizar pérdidas socioeconómicas o lo más importante salvar vidas humanas.

Si se llega a dar el montaje del proyecto y si se requiere se construirá un cuarto de concreto por seguridad donde irán los equipos más delicados como la pantalla HMI el cual transmitirá a un monitor la información, graficas del nivel del caudal de cada punto y la precipitación, para visualizar en tiempo real el potencial riesgo en función de la velocidad del caudal.

Figura 55. Localización de la estación de control.



FUENTE: El Autor.

3.9 Identificación del nivel de peligrosidad del caudal del Río Damas.

Para lograr identificar el nivel de peligrosidad del caudal del río Damas se realizó algunos analices tanto en el estado actual y a futuro sobre el muro de contención de caudal, teniendo claro en existe en la actualidad un muro de escollera, ver figura 30, y con proyecto de construcción de un muro de concreto como existía anterior mente antes del desbordamiento del río, se realizó un análisis visual del desprendimiento del muro de escollera, en los meses de invierno, representando una amenaza a la población de Alluriquín.

Teniendo en cuenta que la proyección de la construcción del muro de concreto tendrá una altura de cuatro metros y medio, esta información es obtenida del Comité y Vigilancia Ciudadana de Alluriquín, el cual esta delegado por los moradores la construcción del muro de concreto, el Comité tiene realizado los planos de construcción donde se establece los datos de las dimensiones, el cual llega a la medida mencionada anteriormente con respecto a la altura, con esta información se concreta que la altura del caudal se convierte en una posible amenaza para la población cuando llega aproximadamente a los tres metros, igual o mayor.

Figura 56. Crecida del río Damas 01 de mayo del 2017.



FUENTE: El Autor.

En la figura 58 se puede observar el desprendimiento del muro de escollera al superar los tres metros de altura aproximadamente, activando la preocupación de los moradores de un posible desbordamiento como se puede observar, demostrando así la factibilidad de un sistema de alertas tempranas para controlar el caudal del río Damas en tiempo real e identificando el nivel de caudal que representara una amenaza a la población de Alluriquín.

3.10 Cálculo del caudal, velocidad y tiempo.

Una vez determinada la ubicación de los sensores para poder prevenir a la población de crecidas del río Damas se realizó el cálculo para determinar el potencial riesgo en función de la velocidad del caudal. Realizando como ejemplo el cálculo en el programa Microsoft Excel, el cual se empleara o introducirá el mismo sistema de programación en el HMI, con sus respectivas condiciones, como es el nivel de peligrosidad del caudal del río y precipitaciones aguas arriba donde se encuentran ubicados los puntos del sensor 0, sensor 1 y sensor 2.

Para este cálculo se utilizó el método Aforo que es la operación de medición del volumen de agua en un tiempo determinado. Esto es, el caudal que pasa por un tramo de un curso de agua. Para calcular el tiempo promedio, la velocidad y el caudal, se realizó en una distancia o tramo de diez metros, se tomó diez muestras de tiempo recorrido, con dos diferentes objetos, pelota de pin-pon y de fútbol, encontrando así un tiempo promedio y la velocidad, observar Anexo 6.

Para encontrar el área de la cuenca del río Damas, se tomó la profundidad a una distancia de un metro, teniendo el río una cuenca de diez metros de ancho en el momento de toma de muestras, esto quiere decir que se tomó diez datos, encontrando el área total y por ende el caudal. Teniendo en cuenta que todo estudio existe un margen de error, en mecánica de fluidos específica que en la región de turbulencia dicho coeficiente de error es de 0.98, resultando adecuado en casi todos los casos. Por tal razón el caudal encontrado se multiplicara con este coeficiente, para obtener un caudal más aproximado.

Tabla 8. Calculo de tiempo de recorrido de caudal por el Método Aforo.

Método Aforo			
pelota PIN-PON		pelota Fútbol	
# Intentos	Tiempo= seg.	# Intentos	Tiempo= seg.
t1	7,48	t1	7,67
t2	9,7	t2	7,11
t3	7,41	t3	6,75
t4	8,15	t4	6,91
t5	6,43	t5	6,04
t6	7,43	t6	6,7
t7	6,5	t7	6,84
t8	8,81	t8	7,22
t9	7,35	t9	6,9
t10	7,72	t10	9,63
t. promedio	7,698	t. promedio	7,177
TIEMPO PROMEDIO (t)=		7,438	Segundos
DISTANCIA (D)=		10	Metros
VELOCIDAD (D/t)=		1,345	m /seg.

FUENTE: El Autor.

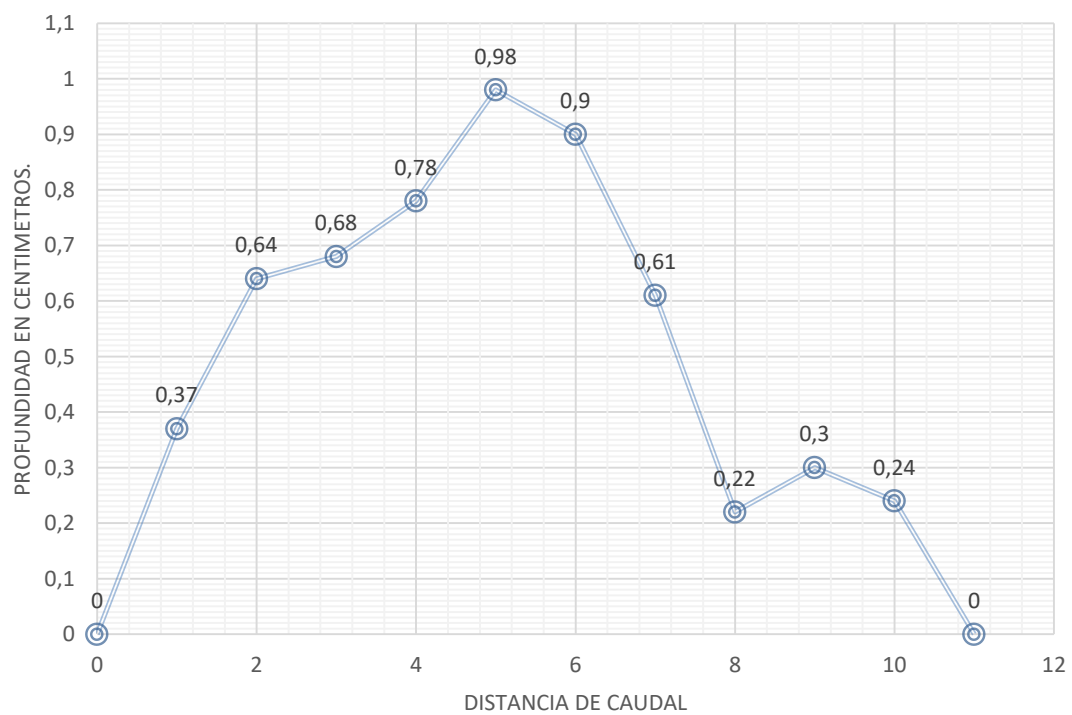
Encontrando el tiempo promedio en una distancia de diez metros y por ende encontrando la velocidad, con los datos obtenidos en la Tabla 8, se procedió a calcular el área del caudal total aplicando las formulas, teniendo como datos de profundidad de la cuenca en la Tabla 9.

Tabla 9. Profundidad de cuenca del río Damas.

Profundidad de cuenca.	
Tramos	Metros
0	0
1	0,37
2	0,64
3	0,68
4	0,78
5	0,98
6	0,9
7	0,61
8	0,22
9	0,3
10	0,24
11	0

FUENTE: El Autor.

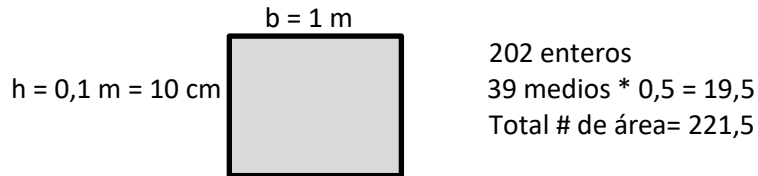
Figura 57. Área del caudal.



FUENTE: El Autor.

- Calculo del área total de la cuenca del río Damas.

$$A = b * h = 1m * 0,1m = \frac{1m^2}{4} = 0,025 m^2$$



$$\text{Área total} = A * \text{total \# de área} = 0,025 m^2 * 221,5 = 5,54 m^2$$

$$\text{Caudal} = \text{Área total} * V = 5,54 m^2 * 1,345 \frac{m}{seg.} = 7,449 \frac{m^3}{seg.}$$

$$\text{Caudal} * \text{Coeficiente de error} = 7,449 \frac{m^3}{seg.} * 0,98 = 7,3 \frac{m^3}{seg.}$$

Tabla 10. Estimación de relación entre nivel - velocidad

Estimación de relación entre nivel - velocidad		
Nivel	NIVEL SENSOR	Velocidad (m/seg.)
1	0	1,345
2	1	2,689
3	2	4,034
4	3	5,378
5	4	6,723
6	5	8,067
7	6	9,412
8	7	10,756
9	8	12,101
10	9	13,445
11	10	14,790
12	11	16,134
13	12	17,479

FUENTE: El Autor.

Se realizó el cálculo en el programa Microsoft Excel con el fin de estimar un tiempo aproximado del caudal desde los puntos de los sensores de nivel, ver tabla 11 y 12, con respecto a la población de Alluriquín, logrando poder prevenir a la población del potencial riesgo en función de la velocidad del caudal, evitando pérdidas de vidas humanas y socioeconómicas. Para el cálculo del tiempo de aproximación se tomó como ejemplo una altura de caudal de tres metros, misma información que nos brindara los sensores de nivel.

Tabla 11. Datos de cálculo de tiempo sensor 1.

Datos de cálculo de tiempo sensor 1		
Base	15	m.
Altura	3	m.
Área	45	m²
Relación de velocidad	5,378	m/seg.
Caudal	242,017	m³ / seg.
Caudal coef. (0,98)	237,176	m³ / seg.
Velocidad (c/a)	5,271	m/seg.
Distancia kilómetros	2,27	km.
Distancia metros	2270	m
	430,7	seg.
Tiempo aprox. (D/V) =	7	min.
	0	hrs.

FUENTE: El Autor.

Tabla 12. Datos de cálculo de tiempo sensor 2.

Datos de cálculo de tiempo sensor 2		
Base	25	m.
Altura	3	m.
Área	75	m²
Relación de velocidad	5,378	m/seg.
Caudal	403,361	m³ / seg.
Caudal coef. (0,98)	395,294	m³ / seg.
Velocidad (c/a)	5,271	m/seg.
Distancia kilometros	6,61	km.
Distancia metros	6606,36	m
	1253,4	seg.
Tiempo aprox. (D/V) =	21	min.
	0	hrs.

FUENTE: El Autor.

IV. ANÁLISIS DE RESULTADO.

4.1 Análisis de resultado: Preocupación de los moradores de Alluriquín con respecto al desbordamiento del 26 de abril del 2016.

Los moradores de la parroquia Alluriquín se encuentran en la actualidad preocupados con respecto a futuros desbordamientos del río Damas en épocas de invierno siendo la principal preocupación, los habitantes de la parroquia no se sienten conformes por el muro de escollera ya que no presenta las garantías suficientes de seguridad para un futuro desbordamiento, ver figura 56, demostrando así una gran viabilidad a realizar por alguna entidad pública el montaje o construcción del diseño de un sistema de alertas tempranas para controlar el caudal del río Damas, previniendo y evitando pérdidas de vidas humanas y socio económicas, ver figura 58.

Figura 58. Preocupación de la parroquia Alluriquín.



FUENTE: El Autor.

4.2 Análisis de resultado: Ubicación de los sensores.

Los sensores fueron ubicados en lugares estratégicos aguas arriba, teniendo en cuenta muchos aspectos principales:

- Alimentación de energía; ayudando a minimizar costos y suprimir la implementación de paneles solares.

- Presencia de arroyos y ríos; que puedan causar inestabilidad de nivel en el río principal Damas.
- Línea visual; que exista una línea visual directa libre de obstáculos entre los puntos que están ubicados los sensores de nivel con respecto al punto repetidor.
- Confiabilidad geológica de los puntos; el asentamiento de las bases de los puntos del sensor 0 y 1, se encuentran en lugares de suelos duros, rocosos, suelo firme o estable, se realizó la inspección visual de la ubicación de las bases de los puntos garantizando la estabilidad de funcionamiento de los equipos en cualquier estado de agresividad del río, y la base del punto del sensor 2 si se llega a realizar el montaje estará ubicado en el puente principal que une la vía Damas con la vía Chimborazo, ayudando de la misma manera a minimizar costos en el ahorro de la estructura donde ira ubicado el brazo del sensor.

4.3 Análisis de resultado: Identificación del nivel de peligrosidad del río Damas.

Para poder lograr identificar el nivel de peligrosidad del caudal del río Damas y que se convierta en una amenaza para la población de Alluriquín, se realizó un estudio visual en los meses de invierno que duro de 4 a 5 meses que va desde enero a abril/mayo del 2017.

En estos meses se realizó un seguimiento de medición visual de las crecidas del río Damas teniendo como resultado que a partir aproximadamente de los 3 metros de altura del nivel de caudal, se presenta una amenaza para la parroquia teniendo como efecto el desprendimiento del muro de escollera, ver figura 56.

4.4 Análisis de resultado: Cotización de la arquitectura de control y monitoreo del SAT.

Para el diseño de la arquitectura de control y monitoreo del Sistema de Alertas Tempranas, se optó por utilizar equipos de fácil adquisición en el mercado local, se realizó el diseño más viable y factible para lograr nuestras necesidad con respecto al funcionamiento y adquisición de información del sensor y pluviómetro, de la misma manera el diseño de comunicación entre los puntos.

A continuación (observar la tabla 13,14 y 15) se presentara un análisis económico del costo de control, comunicación o monitoreo y costo general del proyecto.

Tabla 13. Costo de control.

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Sensor SEBAPULS 20	1	3	1500,00	4500,00
Pluviómetro TR-525M	1	3	415,00	1245,00
PLC	3	3	759,81	2279,43
Controlador de carga	1	3	25,01	75,03
Batería	2	8	219,65	1757,20
Transformador	1	4	20,00	80,00
Cable eléctrico	1	80 metros	75,20	75,20
Gabinete eléctrico	1	5	446,90	2234,50
Estructura de los puntos	5	161 metros	60,00	9660,00
otros	1	1	100,00	100,00
Total				22006,36

FUENTE: El Autor.

Tabla 14. Costo de comunicación.

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Antena de radio enlace	2	6	309,99	1859,94
Switch industrial	1	5	342,00	1710,00
Pantalla HMI	1	1	500,00	500,00
Cable ethernet	1	100 metros	80,00	80,00
pararrayos	1	5	171,00	855,00
Kit Panel solar	1	1	2115,62	2115,62
Bocinas	1	2	149,00	298,00
otros	1	1	100,00	100,00
Total				7518,56

FUENTE: El Autor.

Tabla 15. Costo general del proyecto SAT.

Detalle	Unidad	Cantidad	Valor unitario (\$)	Valor total (\$)
Costo de control				22006,36
Costo de comunicación				7518,56
Transporte	1	30	20,00	500,00
Montaje		1	8000,00	8000,00
Programación		1	3000,00	3000,00
otros	1	1	500,00	500,00
Total				41024,92

FUENTE: El Autor.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES

- Se ha podido diseñar un sistema factible de alertas tempranas para controlar el caudal del río Damas en la parroquia Alluriquín ayudando alertar a la comunidad a prevenir futuros desbordamientos.
- Se determinó la ubicación estratégica en cada punto de monitoreo del nivel del río aguas arriba, teniendo en cuenta la forma de alimentación de energía eléctrica e influencias de otros arroyos y ríos.
- Se pudo identificar el nivel de caudal del río Damas que representara una amenaza a la población de Alluriquín, aplicando el método aforo para prevenir el potencial riesgo en función de la velocidad del caudal y un análisis visual en función de las condiciones reales en épocas de invierno.
- En el diseño realizado se determinó la arquitectura del sistema de alertas tempranas para la fácil adquisición de equipos y elementos en el mercado local.

RECOMENDACIONES

- Difundir la idea del proyecto en otros lugares de la región, similares a la situación de la parroquia Alluriquín.
- Con el puerto adicional en el Switch ethernet industrial en cada punto de monitoreo del río Damas, implementar una cámara de vigilancia para visualizar en tiempo real el comportamiento de agresividad del río.
- Fomentar en la población la idea de forestación de las pendientes propensas a deslaves en la cuenca del río Damas.
- Realizar inspecciones periódicas en cuenca del río Damas en épocas de invernales.
- Realizar un manual de procedimientos y acciones a realizarse en caso de darse la alerta de inundación.
- Dar a conocer el proyecto a entidades públicas o privadas para lograr obtener el financiamiento económico y poder implementarlo en la parroquia Alluriquín.

REFERENCIAS

De Libros

- Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O., Corinna, A.,...Emmanuel, T. (2013). REDES INALÁMBRICAS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Copenhagen: Jane Butler.
- Balcells, J., y Romeral, J. L. . (2004). AUTÓMATAS PROGRAMABLES. Mexico: SERVICIOS EDITORIALES CAYRO, S.A.
- Castillo G. G. (2005). Sistemas de Comunicaciones – Redes II . In C. G. G., ETHERNET Y PROTOCOLOS TCP/IPv4 (p. 34 y 35). Mixteca: M.C.
- Pérez C., Cordovés A., y Terán J. (2017). Control de calidad de gases de combustión de una caldera. Santo Domingo de los Tsachilas. (U.T.E.): Editorial Académica Española.

Webpage

- Jonathan Baker, UNESCO. (2012, Febrero). UNESCO-CEPREDENAC. Retrieved Febrero 2012, from <http://www.unesco.org/new/es/sanjose/natural-sciences/proyecto-dipecho/>: www.sinaproc.gob.pa
- Anguís J. (2008). Redes de Área Local Inalámbricas: Diseño de la WLAN de Wheelers Lane Technology College. Sevilla: Escuela Superior de Ingenieros Universidad de Sevilla.
- Balcells, J., y Romeral, J. L. . (2004). AUTÓMATAS PROGRAMABLES. Mexico: SERVICIOS EDITORIALES CAYRO, S.A.
- Blogger. (2011, Febrero 21). OPERACION DEL SISTEMA DE COMPUTO. Retrieved from EQUIPOS DE PROTECCION CONTRA VARIACION DE VOLTAJE: <http://modulo1computo.blogspot.com/2011/03/equipos-de-proteccion-contravariacion.html>
- Carlos y Rubén. (2016). Red Interamericana de Recursos Hídricos - Nodo Cono Sur. Retrieved from Hidrología: <http://www.conosur-rirh.net/ADVF/documentos/hidro1.pdf>
- Carlos, Roger y Alfredo. (2012). Diseño de un sistema Scada basado en labview, implementando el protocolo de comunicación inalámbrica zigbee. Grupo de Investigación en Sistemas Electrónicos y Energías Renovables, 45.
- Castillo G. G. (2005). Sistemas de Comunicaciones – Redes II . In C. G. G., ETHERNET Y PROTOCOLOS TCP/IPv4 (p. 34 y 35). Mixteca: M.C.
- Confirmado.net. (2015). Confirmado.net. Retrieved Abril 26, 2016, from Confirmado.net: <http://www.confirmado.net/presidente-correa-recorre-zona-afectada-crecida-rio-alluriquin/>

- El Telégrafo. (2016, Abril 27). Noticia . El desbordamiento del río Damas afecta el 40% de la parroquia Alluriquín.
- Ermanno, Rob. (2010, Junio 16). WTKit.org. Retrieved from The Abdus Salam International Centre For Theoretical Physics: http://140.105.28.115/sandbox/groups/wtkit/wiki/c3bc2/attachments/33c2a/02-Matematicas_con_dB-es-v1.12-notes.pdf
- EUMAR. (2013, Febrero). UNIVERSIDAD NACIONAL EXPERIMENTAL “FRANCISCO DE MIRANDA”. Retrieved Abril 7, 2017, from INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL DE PROCESOS: <https://instrumentacionunefm.files.wordpress.com>
- F., Sánchez. (2013, Abril). Retrieved from Dpto. Geología Universidad de Salamanca: <http://hidrologia.usal.es>
- GAD MUNICIPAL DE SANTO DOMINGO. (2015). PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL I PDOT 2030. PDOT 2030 “El Futuro de Chilachi To”, 53.
- Garcés J, y Gútierrez G. (2014, Mayo 19). UBIQUITI NETWORKS. Retrieved from Copyright © aire.ec 2014: www.aire.ec
- Huidobro J. M. (2013). ANTENAS DE TELECOMUNICACIONES. Revista Digital de ACTA, 1- 2.
- Jane, B., Ermanno, P., Marco, Z., Carlo, F., Stephen, O.,Corinna, A.,...Emmanuel, T. (2013). REDES INALÁMBRICAS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Copenhagen: Jane Butler.
- Jenny, Douglas y Nelson. (2015). Usabilidad del Diseño Gráfico en los Sistemas de Alertas. Grupo de Investigaciones de las (GITEL), 85.
- Jorge. (2016). Pluviómetro. Ingeniería Mecánica, 64.
- M.Sc. Melisa Acosta Coll. (2015). Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Barranquilla. Sistema de Información Científica Redalyc., 303.
- Mera, Castro, Basurto y Rojas. (2016). Zonas de Fresnel. Universidad Nacional Mayor Nacional de San Marcos.
- Merlos , E. (2011). EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT) DE SAN PEDRO MASAHUAT, DEPARTAMENTO DE LA PAZ, EL SALVADOR. Gloabl Water Parnership, 52.
- MILTON R. (2011). DISEÑO, SIMULACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE ENTRE LOS MUNICIPIOS DE ALCALÁ Y ANSERMANUEVO (VALLE DEL CAUCA). UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA: (Tesis de grado).

- Mirian. (2015). EVALUACIÓN DEL IMPACTO. RIESGO AMBIENTAL, 104.
- National Instruments. (2016, 12 30). National Instruments. Retrieved from National Instruments: <http://www.ni.com/pac/esa/>
- Pérez C., Cordovés A., y Terán J. (2017). Control de calidad de gases de combustión de una caldera. Santo Domingo de los Tsachilas. (U.T.E.): Editorial Académica Española.
- Perez, C., Sáinz de la Maza, J., y Casanueva A. (2007). SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN. Santander: Textos Clásicos de F.E. Terman.
- Prof. Oscar Cárdenas. (2011, Abril 26). www.ula.ve. Retrieved Abril 06, 2017, from Web del Prof. Oscar Cárdenas: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oscaror/>
- Rayo J., A. (2015, Mayo 5). “Guía para la Normalización del Proceso Constructivo en Torres Autosoportadas para Telecomunicaciones.”. GUAYAQUIL: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13580/4/4.CAPITULO%20I.pdf>
- SI – Dirección De Métodos, Análisis E Investigación. (2014). INEC - Censo de Población y Vivienda. SENPLADES - Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo.
- SUQUI K. (2010). “ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE CON TECNOLOGÍA MIKROTIK PARA EL I.S.P. JJSISTEMAS EN EL CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA MORONA SANTIAGO”. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA: (Tesis de grado).
- Walter y Ludwig. (1945). Pepperl+Fuchs, S.A. Retrieved Abril 7, 2017, from sov@es.pepperl-fuchs.com: <http://www.pepperl-fuchs.es>

Artículos científicos de internet

- M.Sc. Melisa Acosta Coll. (2015). Sistemas de Alerta Temprana (S.A.T) para la Reducción del Riesgo de Inundaciones Súbitas y Fenómenos Atmosféricos en el Área Metropolitana de Barranquilla. Sistema de Información Científica Redalyc. , 303.
- Jenny, Douglas y Nelson. (2015). Usabilidad del Diseño Gráfico en los Sistemas de Alertas. Grupo de Investigaciones de las (GITEL) , 85.
- Merlos , E. (2011). EL SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT) DE SAN PEDRO MASAHUAT, DEPARTAMENTO DE LA PAZ, EL SALVADOR. Gloabl Water Parnership , 52.
- Ermanno, Rob. (2010, Junio 16). WTKit.org. Retrieved from The Abdus Salam International Centre For Theoretical Physics: http://140.105.28.115/sandbox/groups/wtkit/wiki/c3bc2/attachments/33c2a/02-Matematicas_con_dB-es-v1.12-notes.pdf

Tesis

SUQUI, K. (2010). “ESTUDIO E IMPLEMENTACIÓN DE UN RADIO ENLACE CON TECNOLOGÍA MIKROTIK PARA EL I.S.P. JJSISTEMAS EN EL CANTÓN GUALAQUIZA, PROVINCIA MORONA SANTIAGO”. (Tesis de grado). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.

Rayo J., A. (2015, Mayo 5). “Guía para la Normalización del Proceso Constructivo en Torres Autosoportadas para Telecomunicaciones.”. GUAYAQUIL: ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL. Retrieved from <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13580/4/4.CAPITULO%20I.pdf>

Informes

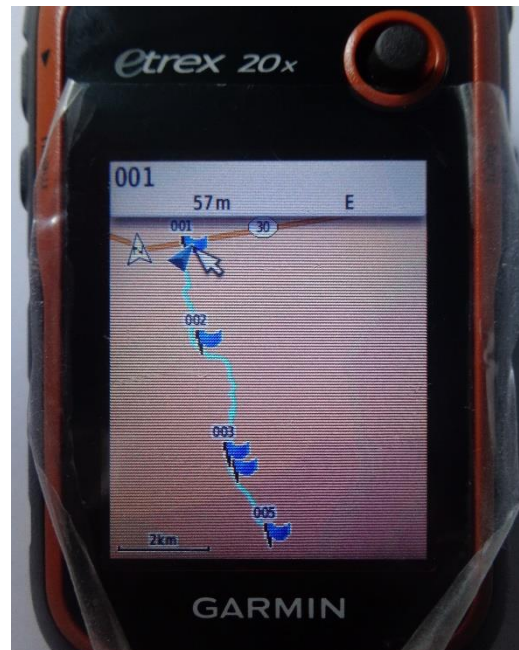
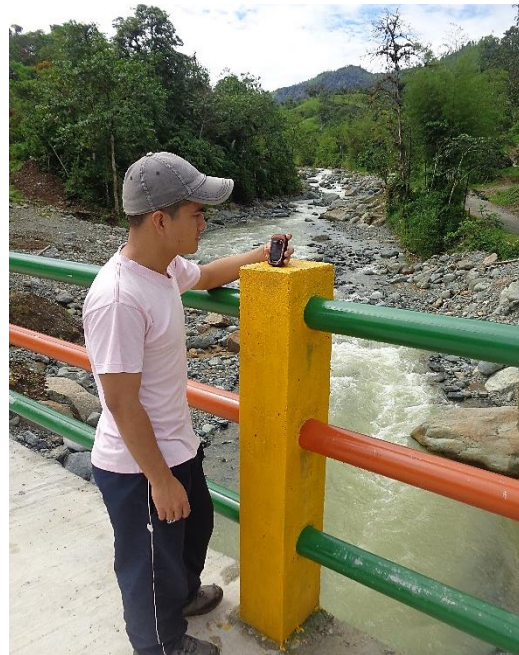
Prof. Oscar Cárdenas. (2011, Abril 26). www.ula.ve. Retrieved Abril 06, 2017, from Web del Prof. Oscar Cárdenas: <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/oscaror/>

Revista

Huidobro J. M. (2013). ANTENAS DE TELECOMUNICACIONES. Revista Digital de ACTA, 1- 2.

ANEXOS

Anexo 1. UTILIZACIÓN DE GPS-GARMIN PARA UBICACIÓN DE PUNTOS.



Anexo 2. ESPECIFICACIONES UBIQUITI AIRFIBER 5X.

General:

- Dimensiones 224 x 82 x 48 mm (8,82 x 3,23 x 1,89 ")
- Peso 0,35 kg (0,77 lb)
- Conectores de RF (2) RP-SMA intemperie (CH0, CH1)
- SMA intemperie (GPS)
- Antena GPS
- Externa, base magnética
- Fuente de alimentación de 24V, adaptador Gigabit PoE 1A (incluido)
- Método de alimentación
- Passive Power over Ethernet

Certificaciones:

- DFS Certified
- FCC Part 15.407
- CE EN 302 502 v1.2.1, EN 301 893 v1.7.1
- Temperatura de funcionamiento -40 a 55 ° C (-40 a 131 ° F)

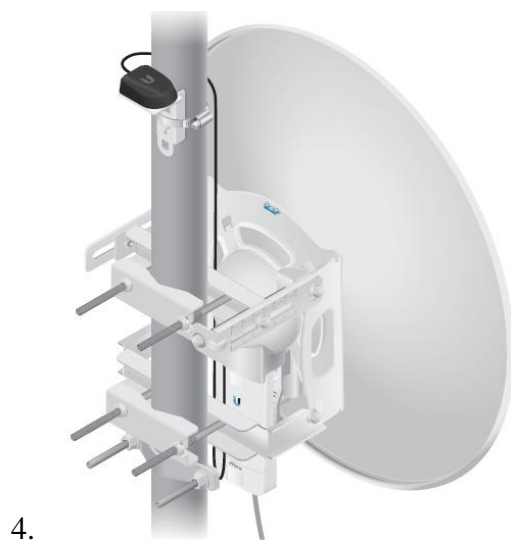
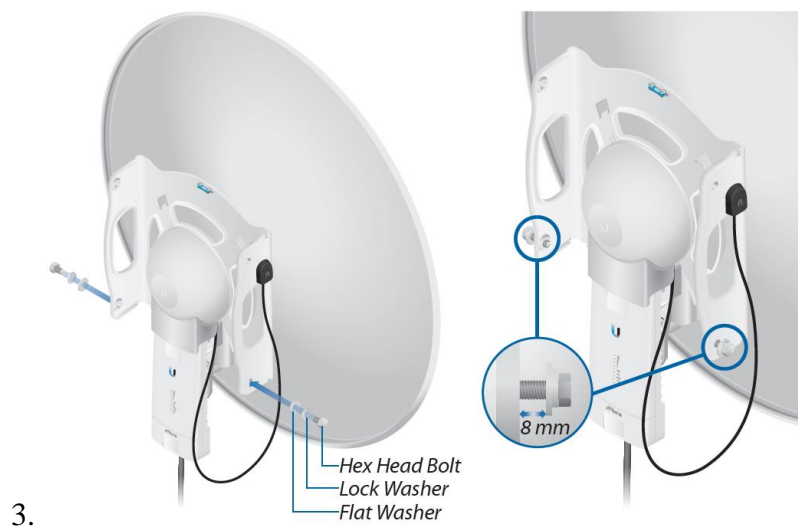
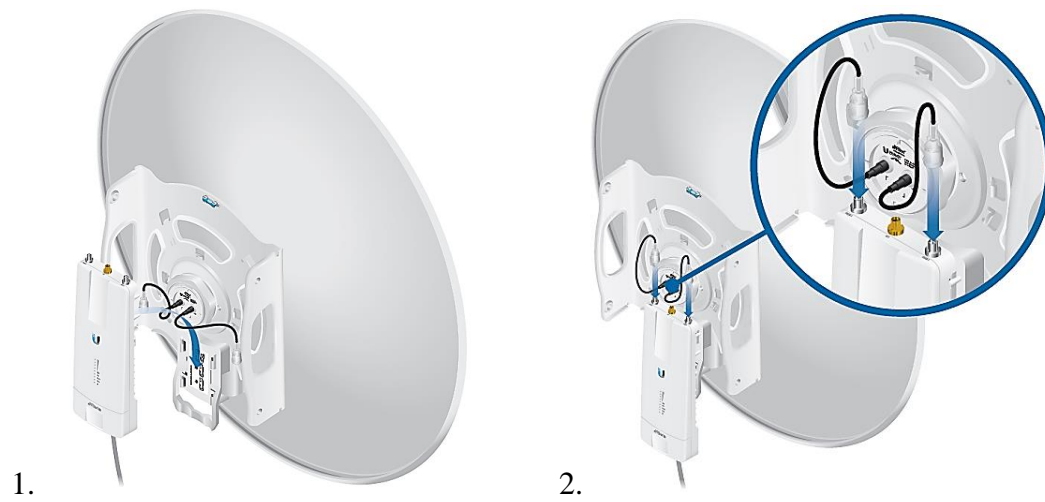
Interfaz de red:

- Puerto de datos (1) Puerto Ethernet 10/100/1000
- Puerto de gestión (1) Puerto Ethernet 10/100

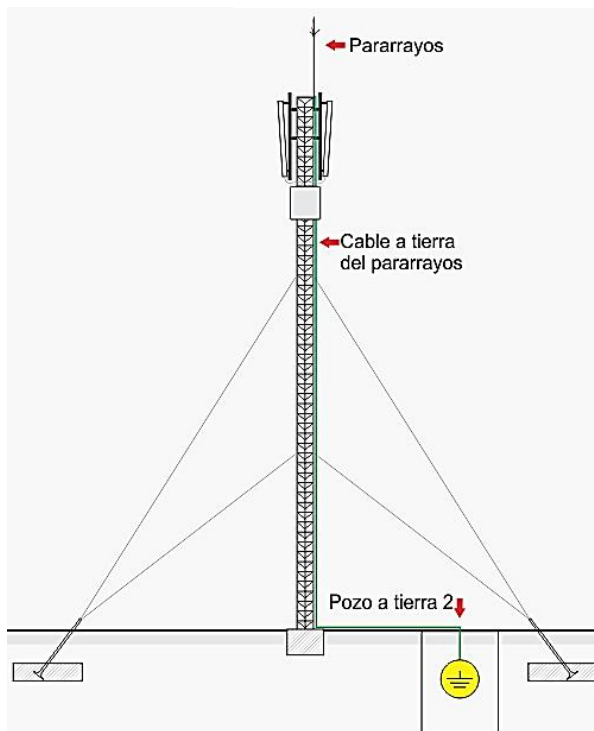
Sistema:

- Procesador INVICTUS IC
- Máximo rendimiento de 500 Mbps *
- Alcance máximo de 200 km *
- Cifrado AES de 128 bits
- OS AIROS F
- Wireless Modos Master / Slave

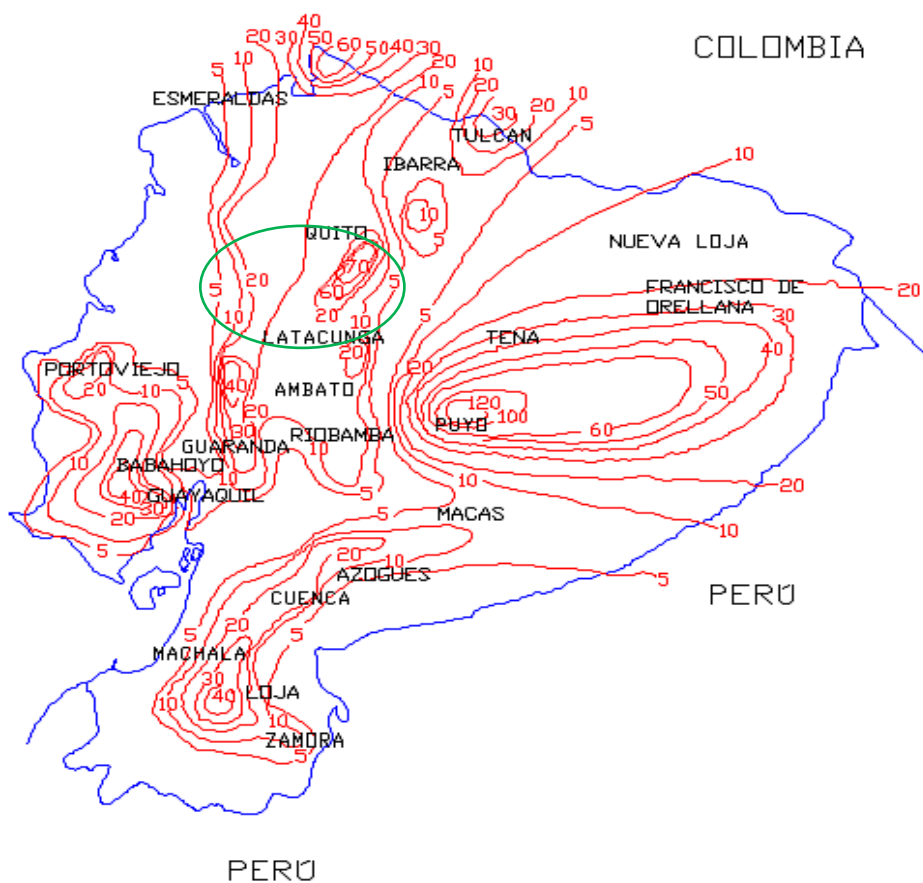
Anexo 3. CONEXIÓN DE EQUIPO airFiber AF-5X y ANTENA AirFiber X “AF-5G30-S45”.



Anexo 4. EJEMPLO DE MONTAJE DE PARARRAYOS.



Anexo 5. MAPA ISOCERÁUNICO DEL ECUADOR.



FUENTE: <http://elestudianteelectromecanico.blogspot.com/2015/09/mapa-isoceraunico-del-ecuador.html>

Anexo 6. MÉTODO AFORO.



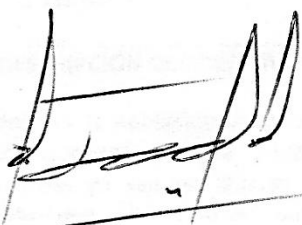


Anexo 7. COMPROMISO DEL GAD - ALLURIQUÍN.

Fecha, 23 de Junio del 2017

CARTA DE COMPROMISO

Yo, Lcdo. Willans Arteaga con cédula de identidad N.- 1715218226 en calidad de Presidente GAD Parroquial Rural Alluriquín, en nombre del GAD Alluriquín indico el compromiso de buscar los recursos económicos en entidades públicas o privadas para la implementación del proyecto “Diseño de un Sistema de Alertas Tempranas de crecidas del río Damas, en Alluriquín” teniendo como ideología que un proyecto de inversión se define como un plan que si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de diversos tipos, podrá producir un bien o servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general.

f. 
Lcdo. Willans Arteaga
C.I. 1715218226

