



**UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO**

**ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**ESTUDIO DE CASO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN  
ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO**

**TEMA:**

“ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL  
PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN EL PERÍODO 2010-  
2020”.

**AUTORES:**

AGUILA SILVA JENNIFER PATRICIA  
ALVAREZ OSORIO GRACE YADIRA

**TUTOR:**

ING. MARÍA VALLEJO MSc

GUARANDA - ECUADOR  
2021

La suscrita Ing. María Vallejo Ilijama, en calidad de TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN, “ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN PERIODO 2010-2020 ”, docente de la Universidad Estatal de Bolívar

### CERTIFICA

Que la Srta. JENNIFER PATRICIA AGUILA SILVA portador de la cédula de ciudadanía No. 172601391-3, y la Srta. GRACE YADIRA ALVAREZ OSORIO, portador de la cédula de ciudadanía No. 175284324-1, estudiantes de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano, culminados en la Carrera Administración para Desastres y Gestión de Riesgos, modalidad presencial, una vez revisado el documento " ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN PERIODO 2010-2020”, pueden realizar el proceso del empaste de su proyecto de investigación.

Guaranda, 08 de marzo de 2022

Atentamente,



Firmado electrónicamente por:  
**MARIA TRANSITO  
VALLEJO  
ILIJAMA**

.....  
Ing. María Vallejo Ilijama, MSc  
Tutor del proyecto de Investigación


## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

La suscrita Ingeniera María Vallejo Ilijama MSc. Tutora del proyecto de Investigación de Pre Grado de la Facultad de Ciencias de la Salud y del Ser Humano de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente- Tutor.

### CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado “ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN EL PERÍODO 2010-2020”, elaborado por los estudiantes: Jennifer Patricia Aguila Silva y Grace Yadira Alvarez Osorio. Previo a la obtención del título de Ingeniero en Administración para Desastres y Gestión del Riesgo, ha sido debidamente revisado y reúne los requisitos académicos y legales establecidos en el reglamento de titulación de la Facultad de Ciencias de la Salud. Por lo que autorizo la presentación en las instancias respectivas para el trámite correspondiente en la facultad para su revisión y calificación.

Es todo cuanto puede certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados dar al presente documento el uso legal que estimen conveniente.



Ing. Maria Vallejo, MSc.

Guaranda, a los 15 días del mes de enero del 2022



# CERTIFICACIÓN DE AUTORIA



Nosotras Aguila Silva Jennifer Patricia y Alvarez Osorio Garce Yadira, autoras, declaramos que el trabajo aquí es de nuestra autoría, este documento no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; que las referencias bibliográficas que se incluyen han sido consultadas con sus respectivos autoras

La Universidad Estatal de Bolívar puede hacer uso de los derechos de publicación correspondiente a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y normativa institucional vigente.

**Jennifer Patricia Aguila Silva**

172601391-3

**Grace Yadira Alvarez Osorio**

175284324-1



*Notaria Tercera del Cantón Guaranda*  
Msc. Ab. Henry Rojas Narvaez  
Notario



Nº ESCRITURA 20220201003P00462

**DECLARACION JURAMENTADA**

**OTORGADA POR:**

GRACE YADIRA ALVAREZ OSORIO y JENNIFER PATRICIA AGUILA SILVA

**INDETERMINADA**

**DI: 2 COPIAS L.L.**

Factura: 001-001-000010986

En la ciudad de Guaranda, capital de la provincia Bolívar, República del Ecuador, hoy día diecisiete de marzo de dos mil veintidós, ante mi Abogado HENRY ROJAS NARVAEZ, Notario Público Tercero del Cantón Guaranda, comparecen: las señoritas GRACE YADIRA ALVAREZ OSORIO soltera, domiciliada en el Cantón de Latacunga y de paso por esta ciudad de Guaranda, celular 0979015227; correo electrónico es [gracevalvarez26@gmail.com](mailto:gracevalvarez26@gmail.com); y, JENNIFER PATRICIA AGUILA SILVA soltera, domiciliada en el Cantón Chimbo y de paso por esta ciudad de Guaranda, celular 0992298215, correo electrónico es [jennifer1996as@gmail.com](mailto:jennifer1996as@gmail.com) p por sus propios derechos, obligarse a quienes de conocerlas doy fe en virtud de haberme exhibido sus documentos de identificación y con su autorización se ha procedido a verificar la información en el Sistema Nacional de Identificación Ciudadana; bien instruidas por mí el Notario con el objeto y resultado de esta escritura pública a la que procede libre y voluntariamente, advertidas de la gravedad del juramento y las penas de perjurio, me presenta su declaración Bajo Juramento declaran lo siguientes "Previo a la obtención de Ingeniería en Administración para Desastres, y Gestión del Riesgo, manifestamos que los criterios e ideas emitidas en el presente trabajo de investigación titulado "ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN EL PERÍODO 2010 - 2020", es de nuestra exclusiva responsabilidad en calidad de autoras". Es todo cuanto podemos declarar en honor a la verdad, la misma que la hacemos para los fines legales pertinentes. HASTA AQUÍ LA DECLARACIÓN JURADA. La misma que elevada a escritura pública con todo su valor legal. Para el otorgamiento de la presente escritura pública se observaron todos los preceptos legales del caso, leída que les fue a las comparecientes por mí el Notario en unidad de acto, aquellas se ratifican y firman conmigo se incorpora al protocolo de esta Notaria la presente escritura, de todo lo cual doy fe.-

GRACE YADIRA ALVAREZ OSORIO

C.C. 1752843241

JENNIFER PATRICIA AGUILA SILVA

C.C. 1726013913

AB. HENRY ROJAS NARVAEZ

**NOTARIO PUBLICO TERCERO DEL CANTON GUARANDA**







# CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD



**Número único de identificación:** 1726013913

**Nombres del ciudadano:** AGUILA SILVA JENNIFER PATRICIA

**Condición del cedulado:** CIUDADANO

**Lugar de nacimiento:** ECUADOR/BOLIVAR/CALUMA/CALUMA

**Fecha de nacimiento:** 2 DE DICIEMBRE DE 1996

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Sexo:** MUJER

**Instrucción:** SUPERIOR

**Profesión:** ESTUDIANTE

**Estado Civil:** SOLTERO

**Cónyuge:** No Registra

**Fecha de Matrimonio:** No Registra

**Datos del Padre:** AGUILA MEDINA DIOGENES MARCELO

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Datos de la Madre:** SILVA GARCIA GLADYS MARIANA

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Fecha de expedición:** 6 DE JULIO DE 2021

**Condición de donante:** SI DONANTE



Información certificada a la fecha: 17 DE MARZO DE 2022  
Emisor: HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ - BOLIVAR-GUARANDA-NT 3 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 229-691-29124



229-691-29124

Ing. Fernando Alvear C.  
Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación

Documento firmado electrónicamente







# CERTIFICADO DIGITAL DE DATOS DE IDENTIDAD

**Número único de identificación:** 1752843241

**Nombres del ciudadano:** ALVAREZ OSORIO GRACE YADIRA

**Condición del cedulao:** CIUDADANO

**Lugar de nacimiento:** ECUADOR/PICHINCHA/QUITO/SAN ROQUE

**Fecha de nacimiento:** 6 DE FEBRERO DE 1998

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Sexo:** MUJER

**Instrucción:** BACHILLERATO

**Profesión:** ESTUDIANTE

**Estado Civil:** SOLTERO

**Cónyuge:** No Registra

**Fecha de Matrimonio:** No Registra

**Datos del Padre:** ALVAREZ CORRALES NESTOR ANGEL

**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Datos de la Madre:** OSORIO ALVAREZ ANA FABIOLA

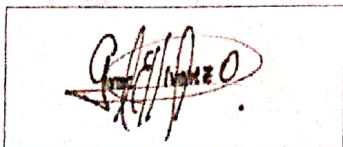
**Nacionalidad:** ECUATORIANA

**Fecha de expedición:** 1 DE SEPTIEMBRE DE 2016

**Condición de donante:** SI DONANTE

Información certificada a la fecha: 17 DE MARZO DE 2022

Emisor: HENRY OSWALDO ROJAS NARVAEZ - BOLIVAR-GUARANDA-NT 3 - BOLIVAR - GUARANDA



N° de certificado: 222-691-29066



222-691-29066

*F. Alvear*

Ing. Fernando Alvear C.

Director General del Registro Civil, Identificación y Cedulación

Documento firmado electrónicamente





**CÉDULA DE IDENTIDAD** REPÚBLICA DEL ECUADOR  
 DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN  
 APELLIDOS: AGUILA  
 NOMBRES: SILVA  
 NOMBRES: JENNIFER PATRICIA  
 NACIONALIDAD: ECUATORIANA  
 FECHA DE NACIMIENTO: 02 DIC 1996  
 LUGAR DE NACIMIENTO: BOLIVAR CALUMA  
 CALUMA  
 FIRMA DEL TITULAR: *Jennifer Patricia Silva*  
 SEXO: MUJER  
 No. DOCUMENTO: 005623036  
 FECHA DE VENCIMIENTO: 06 JUL 2031  
 NATACION: 309709



APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE: AGUILA MEDINA DIOGENES MARCELO  
 APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE: SILVA GARCIA GLADYS MARIANA  
 ESTADO CIVIL: SOLTERO  
 CÓDIGO DACTILAR: E434312242  
 TIPO SANGRE: B+
 DONANTE: SI  
 LUGAR Y FECHA DE EMISIÓN: CALUMA 06 JUL 2021  
 DIRECTOR GENERAL: *F. Rojas Narváez*  
 I<ECU0058230365<<<<<<A1726013913  
 9612028F3107069ECB<SI<<<<<<3  
 AGUILA<SILVA<<JENNIFER<PATRICI

**CERTIFICADO DE VOTACIÓN** 11 ABRIL 2021  
 PROVINCIA: BOLIVAR  
 CIRCUNSCRIPCIÓN:  
 CANTÓN: CALUMA  
 PARROQUIA: CALUMA / SAN ANTONIO/  
 ZONA: T  
 JUNTA No. 0001 FEMENINO  
 CC N°: 1726013913  
 AGUILA SILVA JENNIFER PATRICIA




**CIUDADANA/O:**  
 ESTE DOCUMENTO ACREDITA QUE USTED SUFRAGÓ EN LAS ELECCIONES GENERALES 2021  
 F. PRESIDENTA/E DE LA JRV



RAZON: De conformidad con lo dispuesto en el art. 18 No. 5 de la Ley Notarial, certifico que la fotocopia es igual al documento original que se me exhibió y se devolvió, Guaranda, a

*Henry Rojas Narváez*  
 17 MAR 2021  
 Msc. Ab. Henry Rojas Narváez  
 NOTARIO TERCERO - CANTÓN GUARANDA



REPÚBLICA DEL ECUADOR  
 DIRECCIÓN GENERAL DE REGISTRO CIVIL IDENTIFICACIÓN Y CEDULACIÓN  
 CÉDULA DE CIUDADANÍA  
 APELLIDOS Y NOMBRES: ALVAREZ OSORIO GRACE YADIRA  
 LUGAR DE NACIMIENTO: PICHINCHA QUITO  
 SAN ROQUE  
 FECHA DE NACIMIENTO: 1996-02-06  
 NACIONALIDAD: ECUATORIANA  
 SEXO: MUJER  
 ESTADO CIVIL: SOLTERO  
 No. 175284324-1



INSTRUCCIÓN: BACHILLERATO  
 PROFESIÓN / OCUPACIÓN: ESTUDIANTE  
 APELLIDOS Y NOMBRES DEL PADRE: ALVAREZ CORRALES NESTOR ANGEL  
 APELLIDOS Y NOMBRES DE LA MADRE: OSORIO ALVAREZ ANA FABIOLA  
 LUGAR Y FECHA DE EXPEDICIÓN: QUITO 2016-08-01  
 FECHA DE EXPIRACIÓN: 2026-08-01  
 V2133A1112




**CERTIFICADO DE VOTACIÓN** 11 ABRIL 2021  
 PROVINCIA: COTOPAXI  
 CIRCUNSCRIPCIÓN:  
 CANTÓN: LATACUNGA  
 PARROQUIA: ELOY ALFARO / SAN FELIPE  
 ZONA:  
 JUNTA No. 0002 FEMENINO  
 CC N°: 1752843241  
 ALVAREZ OSORIO GRACE YADIRA



**CIUDADANA/O:**  
 ESTE DOCUMENTO ACREDITA QUE USTED SUFRAGÓ EN LAS ELECCIONES GENERALES 2021  
 F. PRESIDENTA/E DE LA JRV



## **DEDICATORIA**

Dicen que la mejor herencia que nos brindan nuestros padres son los estudios, sin embargo, no creo que sea el único legado importante, mis padres han sido el pilar fundamental de mi carrera, ellos han sabido motivarme día a día, donde me han brindado en cada momento crucial su apoyo incondicional, les dedico este trabajo de titulación a mi padre Diogenes Aguila y madre Gladys Silva por ser las personas más importantes en trayecto de mi vida.

*Jennifer Aguila Silva*

Este tramo se lo dedico a las personas por quien existo y por quienes he llegado a convertirme en quien soy el día de hoy, ha llegado el momento para dedicar este gran logro a Dios quien ha caminado junto a mí hasta este instante y lo seguirá haciendo en el transcurso de mi vida.

Al pilar de mi vida que son mis padres Ángel & Anita, esto es para ustedes y por ustedes sin su apoyo, guía y sobre todo amor jamás lo hubiera logrado, sé que se merecen esto y mucho más papitos.

Como no dedicar este merecido trabajo a mis hermanos Pamela & Ricardo quienes han sido mi ánimo y fuerza durante todos estos años.

**¡LOS AMO INFINITAMENTE!**

*Grace Alvarez Osorio.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Me siento muy orgullosa de hacer mención de todos a quienes agradezco el poder llegar al cumplimiento de esta meta anhelada que es mi título profesional, a través de mi trabajo de tesis, en honor a tan orgullo esperado deseo empezar mi agradecimiento con Dios por darme la fuerza para seguir sin desmayar en todo este proceso de realización profesional, a mis padres por ser el apoyo constante en este proceso y ser lo más importante que tengo, agradezco a la universidad por permitirme forjarme con tan buenos profesionales y tener de guía una buena tutora que ha sabido guiarnos y brindarnos su apoyo junto a sus conocimientos, también hacer mención a las personas que demostraron ser más que compañeros de clases y llegar a ser parte de una buena familia con quienes compartimos momentos buenos y difíciles de nuestra carrera, y también a las personas que sin esperar ningún interés de por medio han sido la constancia para que se realice el cumplimiento de esta gran meta.

*Jennifer Aguila Silva*

Dios gracias por darme salud, vida y fortaleza en este trayecto tan largo, tú que nunca me dejaste agachar la cabeza.

A mis padres por darme todo su amor, paciencia y enseñanza, ustedes que nunca me sueltan y me apoyan incondicionalmente en cada decisión que tome.

A toda mi familia herman@s, cuñad@s y sobrin@s quienes estuvieron desde el inicio de esta travesía hasta hoy, el final, sus palabras tan llenas de amor son las que me presentan ahora como la persona que soy.

A cada una de las personas tan maravillosas que estuvieron en mi camino y aportaron a este gran logro muchísimas gracias por ser esos ángeles terrenales en mi vida.

A la parte docente Ing. María Vallejo, que siempre me abrió la puerta al conocimiento y la sabiduría de compartir su tiempo y guía para culminar este trabajo investigativo.

*Grace Alvarez Osorio.*



## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....</b>	<b>II</b>
<b>DECLARACIÓN DE AUTORÍA .....</b>	<b>III</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>IV</b>
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>V</b>
<b>ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS, MAPAS Y FIGURAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XII</b>
<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DE CASO .....</b>	<b>1</b>
1.1. TEMA.....	1
1.2. ANTECEDENTES.....	1
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. LIMITACIONES .....	4
1.5. OBJETIVOS.....	5
1.5.1. OBJETIVOS GENERAL.....	5
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	5
1.6. PREGUNTAS DE REFLEXIÓN.....	5
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>6</b>
<b>FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA .....</b>	<b>6</b>
2.1. ANÁLISIS MULTITEMPORAL.....	6
2.2. ÁREAS GEOMORFOLÓGICAS.....	6
2.3. AMENAZAS HIDROMETEREOLÓGICA.....	7
2.4. ANÁLISIS ESPACIAL.....	7
2.5. ESTUDIO MULTITEMPORAL.....	7
2.6. DINAMICA FLUVIAL.....	7

2.7.	DESASTRE.....	8
2.8.	GEOMORFOLOGÍA.....	8
2.9.	GESTIÓN DE RIESGOS .....	8
2.10.	INUNDACIÓN.....	8
2.11.	MEDIDAS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES.....	9
2.11.1.	<i>Medidas estructurales</i> .....	9
2.11.2.	<i>Medidas no estructurales</i> .....	9
2.12.	RESPUESTA.....	9
2.13.	RIESGO .....	10
2.14.	SAT.....	10
2.15.	VULNERABILIDAD .....	10
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>11</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>11</b>
3.1.	METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	11
3.1.1.	<i>Instrumentos y técnicas</i> .....	11
3.1.1.1.	Fuentes primarias: .....	11
3.1.1.2.	Fuentes secundarias .....	11
3.1.1.3.	Métodos Teóricos .....	12
3.1.1.4.	Métodos Empíricos.....	12
3.1.1.5.	Observación.....	12
3.1.1.6.	Ficha de Entrevista.....	13
3.1.1.7.	Análisis de documentos.....	13
3.1.1.8.	Internet.....	13
3.1.1.9.	Mapas temáticos .....	13
3.1.2.	<i>Metodología de Recolección de información por objetivo</i> .....	14
3.2.	MÉTODO DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	15
<b>CAPÍTULO IV.....</b>		<b>18</b>
<b>DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE CASO .....</b>		<b>18</b>
4.1.	ANÁLISIS Y CATEGORIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN.....	18

4.1.1. Componente Biofísico.....	18
4.1.1.1. Relieve y Pendiente.....	18
4.1.1.2. Geología.....	20
4.1.1.3. Geomorfología.....	23
4.1.1.4. Textura.....	24
4.1.1.5. Hidrología.....	26
4.1.1.6. Ecosistema.....	27
4.1.1.7. Cobertura y Uso de Suelo.....	29
4.1.1.8. Asignación de pesos.....	32
4.1.1.9. Geoprocesamiento de la información.....	34
4.1.2. Componente Social.....	36
4.1.2.1. Demografía.....	36
4.1.2.2. Educación.....	37
4.1.2.3. Salud.....	38
4.1.3. Dinámica Fluvial del Estero del Pescado.....	38
4.1.4. Análisis Multicriterio por Ponderación Lineal O Scoring.....	47
4.1.4.1. Medidas Estructurales y No Estructurales para la Reducción del Riesgo.....	48
4.1.5. Resultados de la evaluación de Medidas Estructurales y No Estructurales.....	55
4.2. NARRACIÓN DEL CASO.....	57
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>60</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>60</b>
5.1. CONCLUSIONES.....	60
5.2. RECOMENDACIONES.....	61
<b>MATERIALES DE REFERENCIA.....</b>	<b>62</b>
1. BIBLIOGRAFÍA.....	62
2. ANEXOS.....	66



## ÍNDICE DE TABLAS, MAPAS Y FIGURAS

### INDICE DE TABLAS:

<b>Tabla 1:</b> Descripción de Características Geológicas. ....	20
<b>Tabla 2:</b> Información Geomorfológica. ....	23
<b>Tabla 3:</b> Caracterización de la textura del sitio. ....	25
<b>Tabla 4:</b> Porcentajes de cobertura en la zona de estudio. ....	29
<b>Tabla 10:</b> Matriz de Saaty. ....	31
<b>Tabla 11:</b> Escala numérica de pesos. ....	32
<b>Tabla 12:</b> Categorías, variables y pesos. ....	33
<b>Tabla 5:</b> Población del Estero del Pescado. ....	37
<b>Tabla 6:</b> Niveles de educación en la Población. ....	37
<b>Tabla 7:</b> Centros médicos existentes. ....	38
<b>Tabla 8:</b> Variación de Superficie 2012 - 2019 ....	46
<b>Tabla 9:</b> Relación de cambios de superficie. ....	46
<b>Tabla 13:</b> Parámetros de implementación. ....	47
<b>Tabla 14:</b> Escala de ponderación. ....	49
<b>Tabla 15:</b> Medidas Estructurales. ....	50
<b>Tabla 16:</b> Costo, tiempo, reducción de las medidas estructurales. ....	50
<b>Tabla 17:</b> Metodología de Scoring de Medidas Estructurales. ....	51
<b>Tabla 18:</b> Medidas No Estructurales. ....	52
<b>Tabla 19:</b> Costo, tiempo, reducción de las medidas no estructurales. ....	54
<b>Tabla 20:</b> Metodología de Scoring de medidas no estructurales. ....	55
<b>Tabla 21:</b> Ranking de medidas para la disminución de inundaciones. ....	56
<b>Tabla 22:</b> Mejores medidas para la disminución de inundaciones en el Estero del Pescado – Cantón Caluma. ....	57

**INDICE DE MAPAS:.**

<b>Mapa 1:</b> Relieve del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 11).....	19
<b>Mapa 2:</b> Pendientes del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 12).....	19
<b>Mapa 3:</b> Geología del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 13). ....	22
<b>Mapa 4:</b> Geomorfología del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 14).....	24
<b>Mapa 5:</b> Textura del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 15).....	26
<b>Mapa 6:</b> Hidrografía del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 16). ....	27
<b>Mapa 7:</b> Ecosistemas del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 17). ....	28
<b>Mapa 8:</b> Cobertura y Uso de Suelo del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 18).....	30
<b>Mapa 9:</b> Riesgo de inundaciones del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 19). ....	36
<b>Mapa 10:</b> Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2012 - Cantón Caluma (Anexo 20). ....	41
<b>Mapa 11:</b> Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma (Anexo 21). ....	43
<b>Mapa 12:</b> Superposición de afluentes del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma (Anexo 22). .....	45
<b>Mapa 13:</b> Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma (Anexo 23). ....	46

**INDICE DE FIGURAS:**

<b>Figura 1:</b> Fotografía 2012.....	39
<b>Figura 2:</b> Vectorizado de la Fotografía 2012. ....	40
<b>Figura 3:</b> Caracterización del Estero del Pescado. ....	41
<b>Figura 4:</b> Fotografía 2019.....	42
<b>Figura 5:</b> Caracterización Fotografía 2019. ....	43
<b>Figura 6:</b> Información imagen 2014.....	44
<b>Figura 7:</b> Proceso para la superposición de Afluentes. ....	45

## **RESUMEN**

**TEMA:** “ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN EL PERÍODO 2010-2020”.

**AUTORES:** Jennifer Patricia Aguila Silva; Grace Yadira Alvarez Osorio.

**TUTOR:** Ing. Mg. María Vallejo

**FECHA:** enero 2022.

El estudio de caso se centra en el sector del Estero del Pescado ubicado a 1.1 km al Nordeste del Cantón Caluma con coordenadas X; 695706 Y: 9822290 Altitud: 405,94.

El desarrollo del estudio de caso se hizo mediante el uso de una metodología de análisis multivariable y multitemporal para determinar la posibilidad de que se generen eventos hidroclimáticos. Para ello se hizo una consulta bibliográfica sobre los eventos de inundación suscitados dentro del cantón.

El análisis multitemporal se realizó mediante el uso de fotografías aéreas del IGM proporcionadas por el GAD Municipal del cantón Caluma, posterior a eso se usaron programas como Excel y Word para sistematizar y organizar la información, para calcular los datos que incurren ante la amenaza de inundación se usó el software denominado ArcGis 10.5 para la elaboración de los mapas temáticos e interpretativos que representan las características geográficas de origen natural o antrópico.

Para la finalización de este estudio de caso se planteó la propuesta de determinar medidas de reducción ante el riesgo de inundaciones, para ello se realizó una matriz utilizando la metodología de Scoring misma que detalla el nivel de importancia según dos diferentes parámetros: “medidas estructurales” y “no estructurales”.

Estas fueron ponderadas según el grado de tolerancia frente a un evento peligroso como son las inundaciones, en su elaboración se generaron descripciones que se distribuyeron en una tabla de ranking detallando así las medidas más factibles para realizar como propuesta de medidas de reducción en el sector Estero del Pescado.



## **CAPÍTULO I**

### **FORMULACIÓN DEL ANÁLISIS DE CASO**

#### **1.1.Tema.**

“Estudio Multitemporal de la dinámica fluvial del Estero del Pescado, del cantón Caluma, Provincia Bolívar, en el período 2010-2020”

#### **1.2.Antecedentes.**

La dinámica de la población se caracteriza por el estudio de: natalidad y migración y la evolución de la población a través del tiempo, (Livi, 2007). Por lo que es la causante del cambio de paisaje territorial, el cual es un producto social que se conforma dependiendo de las necesidades que la población establezca para asentarse y determinar el crecimiento urbano y rural.

Amenazas más recurrentes del cantón Caluma durante los últimos 15 años, se determina que las amenazas que presentan mayor incidencia en el territorio desde el punto de vista de la frecuencia son: los deslizamientos con 23.70% , la crecida de los ríos en el 14.40%, los incendios estructurales con el 12.70% las inundaciones con el 10.20%, y desbordamiento con el 7.60% y en menor porcentaje el colapso estructural, sismos , incendio forestal, fuertes lluvias, accidentes de tránsito, caída de ceniza, hundimiento, explosión, colapso de alcantarilla, todas afectan la zona de manera local. (PDOT CANTÓN CALUMA, 2014-2019)

Durante los años 2008-2010:

En el año 2008 se percibe la presencia de la crecida de ríos en una porcentualidad del 40%, mientras que en el 2010 los desbordamientos y deslizamientos se destacan con un porcentaje del 45% y 33% cada uno.

Durante los años 2011-2012:

Para el año 2011 se presencia dentro del territorio la crecida de los ríos con un porcentaje de 28% y las fuertes lluvias con un 29% de eventualidad.

En el transcurso del tiempo para el año 2012 existieron varios eventos peligrosos que pusieron en el riesgo a la población entre ellos tenemos: un porcentaje por inundación del 12%, por crecida del río un 12%, colapsos estructurales un 13%, las fuertes lluvias un 13% y los hundimientos un 13%, situación alarmante para los habitantes que sufrieron daños a causa de los mismos.

Durante los años 2013-2014:

En el año 2013 el evento con mayor incidencia fue el colapso de alcantarillado con un 20%.

Mientras que en el año 2014 la presencia de la crecida de río se visualizó con un 9%, deslizamientos un 48%, las fuertes lluvias tuvieron un espacio del 5% y los colapsos estructurales un 29%.

Durante los años 2015-2016:

Para el año 2015 la crecida de río tuvo un gran porcentaje de importancia abarcando el 48% de incidencia, junto a los deslizamientos con un 33% y las inundaciones presenciadas fueron de un 9%, llevando esto al fin de tener un 10% como afectaciones referentes al colapso estructural.

En el año 2016 las inundaciones y el desbordamiento de ríos se manifestaron con un 9% cada una como incidencia dentro del cantón.

Durante los años 2017-2018:

El año 2017 fue auspiciado por un porcentaje abrupto correspondiente a inundaciones con un 55%, mientras que los desbordamientos y deslizamientos hicieron parte de esta eventualidad con un 27% y 9%.

A través del año 2018 se logró presenciar eventos como desbordamientos y deslizamientos captando así un 11% de afectación.

El número de personas heridas, afectadas y fallecidas ocasionadas por cada uno de estos eventos peligrosos han sido alarmantes, las estructuras colapsadas y la falta de recursos es precaria al momento de tratar ser resiliente ante la inminente amenaza a la que la población está expuesta.

El 15 de marzo del 2006, las lluvias y el desbordamiento de ríos mantienen aisladas, desde el pasado lunes a cuatro comunidades rurales del cantón Caluma, al momento se encuentran incomunicados los sectores de Charquiyacu, Retiros de Charquiyacu, Hoyo Bravo y Pasagua. Treinta viviendas que están ubicadas a orillas del Estero del Pescado también están en peligro de derrumbe (ELUNIVERSO, 2006)

El 13 de marzo del 2014, se informa que el sector Estero del Pescado un deslizamiento ocasionado por las frecuentes lluvias suscitadas en los últimos días del mes, mismo que afecto parte de la vía, 5m (aprox.), donde no existieron afectaciones humanas

Debido a un evento histórico suscitado el 20 de marzo del 2015, por la etapa invernal se produce el aumento del caudal del Estero del Pescado, provocando una afectación estructural a los muros del lado derecho del puente Caluma y así en el transcurso de los años se ha generado diversos acontecimientos que involucran de manera directa al recinto denominado “Estero del Pescado”, poniéndolos en una situación de vulnerabilidad y riesgo al encontrarse tan cerca de un fenómeno natural como es el desbordamiento de dicho Estero. (Departamento de Planificación GADM CALUMA, 2021).

En el transcurso de los años los moradores se han asentado a pocos metros de la rivera del Estero, denominado “Estero del Pescado”, encontrándose vulnerables a la amenaza existente en tiempo de invierno donde el estero tiende a aumentar su caudal provocando daños en infraestructuras.

### **1.3. Justificación.**

En base a este estudio de caso se visualizó la problemática, la cual se determinó que es necesario desarrollar un entendimiento adecuado de las variables presentes en la dinámica fluvial del cauce del Estero, esta se enfoca de manera precisa en la elaboración de un análisis multitemporal del comportamiento fluvial del Estero del Pescado, mediante una metodología de análisis espacial por medio del uso de fotografías aéreas con una variación de años comprendidos entre el año 2012 hasta el año 2019 (7 años), con el fin de detectar las variaciones del cauce y así poder establecer medidas que faciliten el control de inundaciones en el sector.

El Estero del Pescado es uno de los principales afluentes del cantón Caluma, convirtiéndose en un lugar concurrido para el asentamiento de viviendas, esto sumado a la inestabilidad del terreno para la captación de agua ha provocado algunos desbordamientos de los cauces de la red hidrográfica del cantón, ocasionando daños materiales en la mayoría de los eventos. (GAD Municipal de Caluma, 2020)

A través de este estudio de caso las autoridades del GAD del cantón Caluma podrán implementar medidas de prevención y mitigación apoyándose en el resultado de este trabajo y así proceder de manera pertinente y eficaz, aportando confianza y seguridad a los moradores del sector.

La Universidad Estatal de Bolívar tendrá un aporte significativo mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos sobre las zonas susceptibles a inundaciones del Estero del Pescado, para que a futuro las posteriores generaciones de la carrera de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo hagan uso de dicha información recolectada y proponga soluciones actualizadas en el momento que sea necesario.

### **1.4. Limitaciones**

- La escases de sitios o portales digitales que contenga fotografías aéreas del sector “Estero del Pescado”, con una escala visible no permitió realizar un estudio más minucioso de otros años para la comparación y análisis de las fotografías aéreas.
- La falta de información documental por parte del GAD nos colocó en una posición de desorientación y complejidad para recolectar más información de investigación.



- Al realizar el estudio de caso se nos presentó una dificultad, en el área de estudio debido a que se tuvo que recortar para poder realizar el tratamiento de las imágenes y así poder presentar una comparación entre las fotografías que pudimos obtener.

## **1.5.Objetivos.**

### **1.5.1. Objetivos General.**

- Realizar un estudio multitemporal de la dinámica fluvial del Estero del Pescado en un periodo de tiempo del año 2012 a 2019 en un estimado de (7 años).

### **1.5.2. Objetivos Específicos.**

- Caracterizar los componentes biofísico y social expuestos a una posible inundación del Estero del Pescado.
- Determinar el comportamiento de la dinámica fluvial del Estero del Pescado en un período de 7 años, con base al procedimiento de fotografías aéreas.
- Establecer medidas de reducción para las zonas susceptibles a inundación del Estero del Pescado.

## **1.6.Preguntas de reflexión.**

- ¿Cuáles son los componentes que inciden en una inundación?
- ¿Cómo conocer la dinámica fluvial?
- ¿Qué tan práctico es realizar una comparación entre imágenes aéreas para determinar el grado de afectación dentro del área de estudio ante inundaciones?
- ¿Qué características han tenido los principales escenarios de inundaciones fluviales históricos dentro del sector Estero del Pescado, en el período de los años 2012 hasta el 2019?
- ¿Qué sitios se localizan en zonas de riesgo frente a inundaciones en el recinto Estero del Pescado?
- ¿Existen lugares a los cuales se puede evacuar a la población en caso de suscitarse una inundación?

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA TÉCNICA**

#### **2.1. Análisis Multitemporal.**

Los análisis multitemporales permiten detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre el medio.

Este análisis se ejecuta a través de imágenes satelitales, con el fin de determinar el estado de fragmentación del paisaje y los cambios de uso de suelo a partir de la clasificación de imágenes Landsat (Ruiz, 2013, p. 117), que para este estudio son de insumo importante en la dinámica fluvial.

El desarrollo de un proyecto donde incluya la manipulación de las imágenes satelitales, indica que se debe seleccionar un sensor como recurso y la época de adquisición de este, esta figura de trabajo: esta condicionadas en función de las salidas gráficas y sus respectivas escalas, que se pretenden obtener como resultado final (Alonso & Moreno, 1996, p. 5-12).

#### **2.2. Áreas geomorfológicas.**

Corresponde a un conjunto de regiones con geoformas parecidas y definidas por un macrorelieve y una génesis geológica similar, mientras que, el SGC en (Carvajal, 2012), define una **región geomorfológica** como la agrupación de geoformas relacionadas y definidas por ambientes morfogenéticos con procesos geomórficos parecidos.

### **2.3.Amenazas Hidrometeorológica.**

Anomalía de procedencia climática, oceanográfica, hidrológica que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos al bienestar de las personas y, además destrucciones masivas de bienes materiales, perdida de suministro, inclusive deterioro ambiental (UNISDR, 2009).

### **2.4.AnálisisEspacial**

Es el proceso de obtener la información cartográfica, modelos y relaciones entre las características. Donde se analiza los métodos que se ubican en el origen de esas estructuras, mediante la distancia, interpretación espacial, alcance espacial, de polarización, de centralidad, de estrategia o elección espacial, de territorialidad (HYPERGEO, 2014)

### **2.5.Estudio Multitemporal.**

Visto de esta forma (Chuvieco, 1991), Es un estudio que permite comparar los procesos dinámicos que se han ido realizando dentro de una zona determinada, a partir de un análisis de dos o más imágenes satelitales, donde se puede observar los cambios ocurridos sobre el territorio mediante imágenes capturadas en distintos años y períodos, resultando el progreso visible del medio natural o las secuelas de las acciones antropicas sobre dicha zona determinada.

### **2.6.Dinamica Fluvial.**

Desde el punto de vista de (Segura, 2013), la dinámica fluvial comprende un conjunto de procesos complejos activos de los sistemas fluviales y sus metamorfosis, de sus propios componentes espaciales y temporalmente evolutivos; de la misma forma, la morfología fluvial se denomina un campo derivado de la dinámica fluvial analiza y estudia todas las formas de los cuerpos de agua, lo que conlleva a resultantes de los procesos que ejecuta un río durante su recorrido (Erosión en el cauce y transporte de sedimentos). Los ríos son afluentes cambiantes que está en constante evolución en función de factores meteorológicos e hidrológicos, geomorfológicos; por lo que este dinamismo suele verse afectado por factores de origen antrópico.

Es considerable mencionar que los ríos no son simples cuerpos de agua, estan estrechamente relacionado al ecosistema y la desviación del cauce puede generar alteraciones graves, causando



variaciones en el caudal y/o modificar la calidad del agua, generandos impactos relevantes sobre todos los sistemas naturales.

## **2.7.Desastre**

De acuerdo con (UNISDR, 2009) Un desastre se define en las actividades diarias de una sociedad, causando severos daños humanos, sociales, materiales, ambientales, y económicos, limitando a la población afectada limitando para salir adelante con sus recursos propios. Dejando consecuencias de las condiciones de vulnerabilidad, amenazas y las pocas formas establecidas para disminuir los efectos negativos del riesgo.

## **2.8.Geomorfología.**

Según el SGC (Carvajal, 2012), define las geomorfoestructuras como grandes áreas geográficas o amplios espacios continentales o intracontinentales, caracterizados y definidos por estructuras geológicas y topográficas y regionales que han tenido deformación o basculamiento. Se consideran geomorfoestructuras a los escudos, los bloques de origen continental, las grandes cuencas de sedimentación las cuencas intracratónicas y las plataformas y cinturones orogénicos.

## **2.9.Gestión de Riesgos**

Desarrollo permanente y estable encaminado a la prevención y mitigación, preparación y respuestas a eventos urgentes, siendo estos aspectos responsables de los organismos de rescate y socorro inmediato, siguiendo también con la restauración y preparación luego ocurrido un evento de desastre, las cuales tiene que ser efectuadas por los organismos de desarrollo, citado a (UNISDR, 2009)

## **2.10. Inundación**

Son sucesos causados por las precipitaciones, olas, mareas de tempestad o la falta de una estructura, adecuada para la presión, provocando una expansión en el nivel de la superficie libre del agua, de los cuerpos de agua o del propio océano produciendo intrusión o entrada de agua en lugares donde normalmente no existe agua, causando daños a la población, construcciones, agroindustrias, y a los animales (OMM/UNESCO, 1974)

## **2.11. Medidas estructurales y no estructurales.**

De acuerdo con (Rodríguez & Momparler, 2010), el estudio del riesgo de inundación es generar importancia a la naturaleza y la magnitud frente a la existencia del riesgo, a través de una evaluación de amenazas y el análisis de vulnerabilidad que pueden proceder de dicha amenaza, donde se ocasiona afectaciones humanas y ambientales. Para reducir el riesgo de inundación se describe dos medidas; medidas estructurales y medidas no estructurales.

### **2.11.1. Medidas estructurales**

Las medidas estructurales comprenden a la fundamentación a la cimentación de obras civiles con el objetivo de proteger zonas expuestas a inundaciones. Las estructuras conviene plantearlas respetando los cursos naturales de agua donde las medidas estructurales son de vital importancia para reducir el riesgo de inundación dividiendo en dos grupos que se detallaran a continuación.

- Estanque de retención: Consiste en la retención de agua impidiendo inundaciones ligadas a descargas grandes, Se utiliza para controlar el flujo de la escorrentía, en las zonas susceptibles a inundaciones en períodos de fuertes lluvias a través de la retención del agua, a corto plazo donde su construcción se lo realiza aguas arriba de las zonas habitables.
- Estructuras de protección: Resguardan a los lugares expuestos de manera directa, impidiendo que el desbordamiento de agua entre, siendo estos: muros de gaviones, enrocado de rocas, muros de hormigón armado dando resguardo frente a inundaciones fluviales.

### **2.11.2. Medidas no estructurales**

Hace mención al progreso del conocimiento, las políticas, concientización, contratos públicos, incluidos los sistemas de participación y la administración de la información a la población, de forma que se puede reducir el riesgo existente y los impactos derivados de una amenaza, con el fin de reducir la vulnerabilidad de la población en riesgo lo cual logren disminuir su impacto. (PNUD, 2008)

## **2.12. Respuesta**

Son medidas adoptivas directamente antes, durante o inmediatamente en un desastre disminuyendo los impactos en la salud, salvaguardar la vida de las personas, brindar custodia

publica y compensar las necesidades fundamentales de las localidades afectadas, aspectos que estarán a cargo de los servicios de emergencia y de socorro público, mientras esté dándose el desastre o inmediatamente ocurrido el mismo, citado a (UNISDR, 2009).

### **2.13. Riesgo**

Evento probabilístico de obtener resultados destructivos y catastróficos, o infortunios esperados (propiedad, paralización de actividades económicas o quebranto ambiental, defunciones, heridas) producto de la combinación de las condiciones de vulnerabilidad y de las amenazas naturales y antropogénicas (UNISDR, 2009).

### **2.14. SAT**

Un sistema de alerta temprana es una medida de adaptación al cambio climático que utiliza sistemas de comunicación integrados con el fin de ayudar a las comunidades a prepararse para los peligros relacionados con el clima, el SAT es diseñado para ayudar a salvar vidas, puestos de trabajo, tierras e infraestructuras, y contribuye a la sostenibilidad a largo plazo. (UNISDR, 2009).

### **2.15. Vulnerabilidad**

Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien los hace susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza, por causas de procesos ambientales, sociales, económicos y físicos (UNISDR, 2009).

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Metodología e instrumentos de Recolección de Información.**

##### **3.1.1. Instrumentos y técnicas.**

###### **3.1.1.1. Fuentes primarias:**

Desde el punto de vista de ( Avello Martinez, 2019, pág. 1), “Son aquellas que contienen información nueva y original obtenida como resultado de la investigación científica, entre los que se encuentran: monografías, publicaciones seriadas, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos, patentes, normas, tesis doctorales, actas de congresos, entre otras”.

Para la investigación utilizaremos este tipo de información debido a que se sintetizará la recolección de información en la fuente primaria de acuerdo con las necesidades requeridas según el desarrollo de tema.

###### **3.1.1.2. Fuentes secundarias**

De acuerdo con (Guzman Stein, 2018, pág. 1), “Son aquellas que nos permiten conocer hechos o fenómenos a partir de documentos o datos recopilados por otros”.

Para la investigación se usó documentación proporcionada por diferentes fuentes bibliográficas y gubernamentales.



### **3.1.1.3.Métodos Teóricos**

(Del Sol Fabregat, Tejada Castañeda, & Mirabal Díaz, 2017) , “Este método permite revelar las relaciones esenciales del objeto de investigación no observables de manera directa, efectuando así una función gnoseológica importante al posibilitar una interpretación conceptual de los datos empíricos encontrados, la construcción y el desarrollo de las teorías, creando así las condiciones para la caracterización de los fenómenos puestos en estudio”.

Con la ayuda de este método se obtuvo información clave para la interpretación de relaciones entre los objetos de estudio con el fin de lograr una investigación sistematizada con las experiencias adquiridas por quienes han sido afectados por un desastre de origen natural como es en este caso, inundación.

### **3.1.1.4.Métodos Empíricos**

Para el desarrollo de la investigación se utilizó un método muy eficaz el cual se sustenta sobre la observación científica la cual manifiesta que, “Consiste en un examen directo de una realidad, tal cual se presenta ya sea de manera espontánea por toma de datos y análisis”. (Software DELSOL)

Con la aplicación de este método después de poder observarla se necesitará de algunos criterios de estudio a los cuales llamaremos categorías, mismas que van a intentar ser comprendidas y descritas según las vayamos viendo, dando una perspectiva diferente de la misma.

Teniendo en cuenta que se va a trabajar con un método y tipo de investigación mixta, en las cuales las principales técnicas de recolección de información son utilizadas dentro de este proceso se detallaran como: observación, análisis de documentos, internet y entrevistas, mismas que tienen aplicación en cualquier enfoque ya sea cualitativo o cuantitativo.

### **3.1.1.5.Observación.**

Según (Zapata, 2006, pág. 7), menciona que las técnicas de observación son procedimiento que utiliza el investigador para presenciar directamente el fenómeno que estudia, sin actuar sobre él, es decir sin modificarlo o realizar cualquier tipo de operación que le permita manipular”.

A través de esta técnica se relacionaron los objetos que van a ser analizados y comparados en el lapso del periodo de tiempo establecido.

#### **3.1.1.6.Ficha de Entrevista.**

Citando a (Pardinas, 2005, pág. 7), destaca que la técnica consiste simplemente en plantear las preguntas tan rápidamente como el entrevistado sea capaz de comprender y de responder.

Se usó esta técnica mediante una ficha de información directa que contiene una breve y precisa entrevista que permitió levantar información a través del diálogo para conocer las problemáticas actuales del Estero del Pescado y así obtener un punto de partida para el estudio de caso. **Anexo 1**

#### **3.1.1.7.Análisis de documentos.**

Para (Hurtado, 2008, pág. 9), es una técnica en la cual se recurre a la información escrita, ya sea bajo la forma de datos que pueden haber sido productos de mediciones hechas por otros, o como textos que en sí mismos constituyen los eventos de estudio.

Con esta herramienta de investigación se desarrolló una cantidad considerable de conocimientos adquiridos por las experiencias empíricas de los habitantes cercanos al área de estudio para poder destacar la información más relevante y hacer un barrido de total de antecedentes.

#### **3.1.1.8.Internet**

Como señala (Rocco, 2010), el internet se ha constituido con creciente interés, por parte del ámbito académico y del mercado, como un medio potencial”.

Se utilizó para recabar más información en la investigación y vincularla con la información de campo trabajada.

#### **3.1.1.9.Mapas temáticos**

Como dice (Garcia Rodriguez, 2021), los mapas temáticos son aquellos que muestran las características estructurales de la distribución espacial de un fenómeno geográfico.

Con ayuda de estos mapas se realizó la identificación clara de los indicadores, su ubicación cartográfica y la obtención de información topográfica detallada de la superficie terrestre para determinar sus diferentes características geofísicas de origen natural o antrópico y así poder determinar las circunstancias en las que se encuentra la zona vulnerable a inundación.

### **3.1.2. Metodología de Recolección de información por objetivo.**

Según el objetivo 1: **“Se caracterizará los componentes biofísicos y sociales a los que están expuestos a una posible inundación del Estero del Pescado”.**

Se recolectó información oficial secundaria del componente biofísico y social, las variables utilizadas para la caracterización del Estero del Pescado fueron: relieve, geomorfología, geología, cobertura de suelo, ecosistemas, textura del suelo, precipitación e hidrología. Mismos que fueron recolectados de los geoportales de las instituciones gubernamentales entre las que destacan el MAGAP, INEC, MAAE e INAMHI.

Según el objetivo 2: **“Se determinará el comportamiento de la dinámica fluvial del Estero del Pescado en un período de 7 años, con base al procesamiento de imágenes aéreas.”**

Se procedió a la toma de puntos GPS en el área de estudio para determinar los diferentes cambios producidos en las orillas del Estero del Pescado. Se constató en campo las huellas dejadas por las eventualidades suscitadas anteriormente en la zona. Se realizó una socialización con los habitantes del sector del mismo nombre los cuales manifestaron sus problemas.

En referencia a la determinación de la dinámica fluvial, se presentaron inconvenientes en la extensión total del área de estudio debido a las condiciones climáticas, al encontrarse localizada en una zona de alta nubosidad se imposibilitó la obtención de material fotogramétrico y satelital, por lo cual el área de estudio se vio limitada al uso de fotografías aéreas que fueron proporcionadas por el GAD Cantón Caluma.

Según el objetivo 3: **“Se establecerá medidas de reducción para las zonas susceptibles a inundación del Estero del Pescado”**

Se recolectó información sobre la geomorfología, el uso del suelo, la textura del suelo, precipitación y el drenaje, con la finalidad de elaborar el mapa de riesgos, estos datos se

recolectaron de todo el cantón Caluma debido a la limitación en la extensión del área de estudio, información espacial generada por las instituciones gubernamentales como: INAMHI, 2002 y MAGAP, 2018. además, se obtuvieron los pesos de la matriz de Saaty por medio de documentos bibliográficos.

Posterior a eso se recolecto información técnica y teórica requerida para la implementación de la matriz lineal de Scoring mediante el uso de documentos bibliográficos y entrevistas breves a profesionales con el fin de analizar la matriz y obtener la ponderación de las medidas de mitigación.

### **3.2.Método de Análisis de Información.**

Según el objetivo 1: **“Se caracterizará los componentes biofísicos y sociales a los que están expuestos a una posible inundación del Estero del Pescado”.**

Se utilizaron los programas como Excel y Word para sistematizar y organizar la información con el fin de que esta pueda ser manipulable en cualquier momento.

Posterior a eso, se procesó la información en el software denominado ArcGis 10.5 y con ello se elaboraron los mapas temáticos e interpretativos para representar las características geográficas de origen natural, en base a la información recolectada se pudo tener una perspectiva sobre la dinámica territorial, la interacción entre sus componentes, y cómo estos reaccionan ante cualquier eventualidad o fenómeno latente por las diferentes condiciones climáticas.

La caracterización del área de estudio se realizó a escala 1:5.000.

Según el objetivo 2: **“Se determinará el comportamiento de la dinámica fluvial del Estero del Pescado en un período de 7 años, con base al procesamiento de imágenes aéreas.”**

La digitalización vectorial de las líneas sobre las fotografías aéreas obtenidas se trazó a escala 1:1.000. Las fotografías aéreas analizadas fueron obtenidas para los años de 2012 y 2019.

Algunos mapas dentro de la caracterización del área de estudio se encuentran representados a escala 1:125.000.

**Fotografía 2012.** – La fotografía que fue proporcionada por el GAD del cantón Caluma no presentó una buena resolución espacial dentro del área de estudio, por lo cual se precedió a realizar



una combinación de bandas para visualizar con claridad los elementos del terreno, en este caso la combinación de bandas resaltó los cuerpos de agua, esto determinó de mejor manera en donde se encontraba la orilla del estero para digitalizarla mediante el software ArcGis 10.5.1

**Fotografía 2019.** – La fotografía al igual que la anterior fue proporcionada por el GAD del cantón Caluma, presenta una excelente resolución espacial por lo que la caracterización y digitalización de los elementos para el análisis se dibujó con normalidad. Esta fotografía sirvió como referencia para corregir la imagen del 2012 debido a que presentaba pequeñas inconsistencias al momento de sobreponerse una sobre otra.

La digitalización del afluente de la fotografía proporcionada por el software ArcGis se la realizó a escala 1:4.000, no se pudo hacer un mayor acercamiento debido a un error producido en la imagen al disminuir el valor de la escala.

El cálculo de los cambios de la dinámica fluvial se realizó a través de la superposición de polígonos utilizando la herramienta **symmetrical difference**, que permitió observar los cambios dentro de las áreas entre los diferentes períodos de tiempo analizados, la relación porcentual del cambio se lo realizó interpretando la diferencia de las áreas.

**Nota:** Se utilizó la imagen proporcionada por las imágenes de galería almacenadas en el software ArcGis 10.5.1. La imagen corresponde al año 2014.

Según el objetivo 3: **“Se establecerá medidas de reducción para las zonas susceptibles a inundación del Estero del Pescado”**

Se realizó el mapa de amenaza de inundación del cantón Caluma mediante el uso de la Matriz de Saaty. El mapa de susceptibilidad a riesgo de inundaciones permite tener una idea de cómo se encuentra el sector ante esta amenaza para poder proponer las medidas necesarias para su mitigación.

Finalmente se utilizó la metodología de análisis multicriterio por ponderación lineal o Scoring para determinar las mejores medidas estructurales y no estructurales como propuesta para la mitigación a eventos de inundación.

**Análisis de ponderación lineal o scoring:** Facilita las decisiones en base a los juicios comunes. El resultado de este análisis es una medida que soluciona dichos factores que se encuentran en problemas y así determinar una alternativa como solución para resolverlos.

Mediante este método se usa dificultades que imponen de un análisis multicriterio con insuficiente información, de igual manera se pondera de manera lineal a causa de las asignaciones de pesos en cada uno de los criterios ocasionando así una dependencia lineal que nos ayudó a establecer las mejores medidas estructurales y no estructurales propuestas en el objetivo 3.

Este modelo cumple la siguiente ecuación:

$$S_j = \sum w_i * r_{ij}$$

Donde:

- $S_j$ : Valor para la Alternativa j
- $w_i$ : ponderación para cada Alternativa j
- $r_{ij}$ : ponderación del Criterio i en función de la Alternativa j (Roche & Vejo, 2011).

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL ANÁLISIS DE CASO**

#### **4.1. Análisis y categorización de la información.**

A los que corresponde la categoría de análisis se identificara:

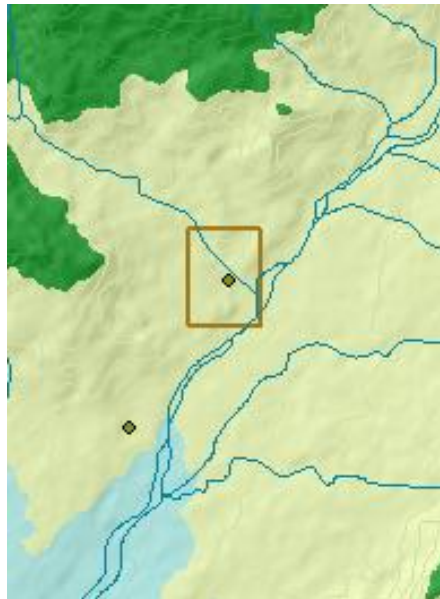
- Según el objetivo 1: **“Se caracterizará los componentes biofísicos y sociales a los que están expuestos a una posible inundación del Estero del Pescado”.**

##### **4.1.1. Componente Biofísico.**

###### **4.1.1.1. Relieve y Pendiente.**

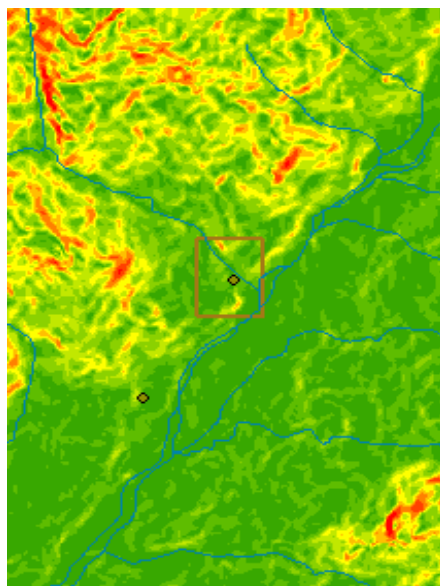
La mayor parte del cantón Caluma se encuentra localizado en la zona de pie de monte de la cordillera de los Andes, su rango altitudinal oscila entre los 115 – 3.148 msnm a excepción de una parte que se encuentra en la parte superior de la cordillera occidental de la cordillera. El Estero del Pescado un sitúa dentro de un rango de 400 – 500 msnm por lo que su ángulo de buzamiento de es muy pronunciado. A excepción de la porción del territorio en la zona Este del sector, además posee un rango de pendiente que oscila entre los 0° hasta 70° de buzamiento (USGS,2011).

**Mapa 1:** Relieve del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 11).



**Fuente:** IGM, 2011.  
**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 2:** Pendientes del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 12).



**Fuente:** IGM, 2011.  
**Elaborado por:** Autoras.



#### 4.1.1.2. Geología

La composición geológica del cantón Caluma pertenecen a cenizas volcánicas recientes provocando suelos poco consolidados propensos a movimientos en masa. Son suelos con alto contenido de magnesio, hierro y con alta presencia de sulfatos (GAD Municipal de Caluma, 2020).

Su formación geológica pertenece a la unidad Macuchi su composición geoquímica contiene basamento basáltico – andesítico y está subyacida por rocas del grupo Angamarca y se encuentra interpretado como un arco volcánico submarino (Vallejo, Winkler, Spikings, & Luzieux, 2009). A continuación, se presenta un cuadro con las formaciones geológicas obtenidas por medio de la información digital proporcionada por el MAGAP. 2018

**Tabla 1:** Descripción de Características Geológicas.

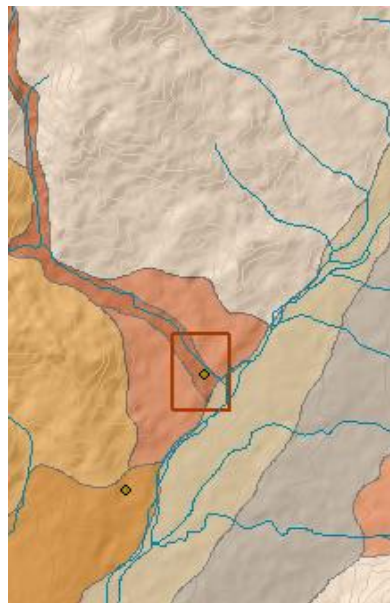
Formación	Litología	Área	Porcentaje
Depósitos Aluviales	Arenas, limos, arcillas y conglomerados	791,92	4,52%
Formación Macuchi	Areniscas volcánicas de grano grueso, brechas, tobas, hialoclastitas, limolitas volcánicas, microgabros-diabasas, basaltos sub-porfiríticos, lavas en almohadillas y escasas calcarenitas.	10606,78	60,49%
Depósitos Coluviales	Bloques angulares heterogéneos centimétricos a métricos.	9,41	0,05%
Depósitos Coluvio Aluviales	Bloques heterogéneos subangulosos con matriz	7,52	0,04%

	limo arenosa, de tipo torrencial.		
Depósitos Aluviales (Terrazas)	Conglomerado, limo arenoso, arcilla limosa.	577,72	3,29%
Otros	Cuerpo intrusivo ígneo de ácido a intermedio.	1679,60	9,58%
Otros	Granodiorita.	903,43	5,15%
Depósitos Aluviales (Terrazas)	Gravas, arenas y limos.	1,15	0,01%
Formación Macuchi	Lava andesítica verdosa con presencia de sulfuros.	60,98	0,35%
Depósitos Aluviales (Abanico Aluvial)	Limos y arcillas (predominantes en la zona distal) y arenas, gravas y bloques (predominantes en la zona apical), en proporciones variables y con acusados cambios de facies laterales y verticales.	1693,36	9,66%
Depósitos Coluvio Aluviales	Limos, arcillas, arenas, gravas y bloques.	220,17	1,26%
Depósitos De Ladera (Coluvial)	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos, con ausencia de estratificación y estructuras de ordenamiento interno.	774,87	4,42%

Depósitos De Ladera (Derrumbe)	Mezcla heterogénea de materiales finos y fragmentos angulares rocosos de muy diverso tamaño.	195,43	1,11%
No Aplica	No aplica.	5,30	0,03%
Rocas Intrusivas	Rocas graníticas indiferenciadas granodiorita, cuarzo y diorita.	6,77	0,04%
Volcánicos Guaranda	Tobas andesíticas de grano fino, de color pardo a amarillo, con andesitas porfiríticas interestratificadas.	0,12	0,00%

**Fuente:** MAGAP, 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 3:** Geología del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 13).



**Fuente:** MAGAP, 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

#### 4.1.1.3. Geomorfología

Las geoformas dentro de nuestra área de estudio pertenecen en su mayoría a depósitos aluviales, se han encontrado un total de 28 geoformas a lo largo del cantón. Para nuestro estudio nos centraremos únicamente en las geoformas que se encuentran alrededor del Estero del Pescado que son los coluviones aluviales y los valles fluviales. A continuación, se presenta un cuadro con las formaciones geológicas obtenidas por medio de la información digital proporcionada por el MAGAP 2018.

**Tabla 2:** Información Geomorfológica.

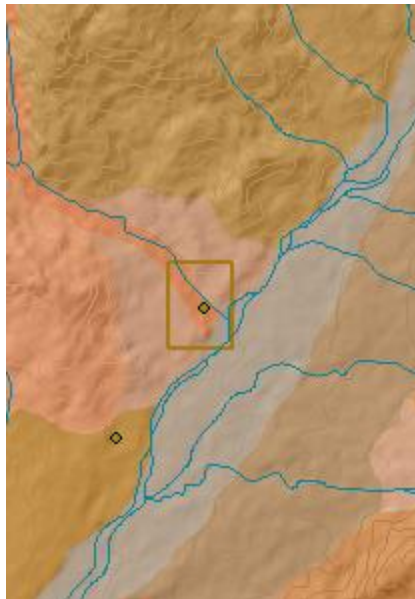
Geoforma	Formación	Área	Porcentaje
Vertiente abrupta	Formación Macuchi	1119,06	6,38%
Vertiente rectilínea con abruptos	Formación Macuchi	0,03	0,00%
Coluvión antiguo	Depósitos de Ladera (Coluvial)	784,28	4,47%
Vertiente rectilínea	Formación Macuchi	1546,50	8,82%
Abrupto de cono de esparcimiento	Depósitos Aluviales (Abanico Aluvial)	156,86	0,89%
Superficie de cono de esparcimiento disectado	Depósitos Aluviales (Abanico Aluvial)	1544,02	8,81%
Terraza media	Depósitos Aluviales (Terrazas)	578,81	3,30%
Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	Depósitos de Ladera (Derrumbe)	195,43	1,11%
Relieve montañoso	Otros	804,91	4,59%
Coluvio-aluvial antiguo	Depósitos Coluvio Aluviales	220,17	1,26%
Relieve colinado medio	Otros	35,46	0,20%
Vertiente heterogénea	Formación Macuchi	948,17	5,41%
Barranco	Formación Macuchi	365,03	2,08%
Superficie inclinada	Formación Macuchi	32,59	0,19%
Superficie volcánica ondulada	Formación Macuchi	107,89	0,62%
Vertiente rectilínea con fuerte disección	Formación Macuchi	4258,43	24,29%
Relieve colinado alto	Otros	93,24	0,53%
Interfluvio de cimas estrechas	Formación Macuchi	67,46	0,38%
Valle fluvial, llanura de inundación	Depósitos Aluviales	791,92	4,52%
Valle en V	Formación Macuchi	6,55	0,04%
Interfluvio de cimas redondeadas	Otros	112,87	0,64%
Vertiente abrupta con fuerte disección	Formación Macuchi	483,16	2,76%



Relieve volcánico montañoso	Formación Macuchi	436,11	2,49%
Relieve volcánico colinado muy alto	Formación Macuchi	889,80	5,07%
Relieve volcánico colinado alto	Formación Macuchi	35,92	0,20%
Vertiente heterogénea con fuerte disección	Formación Macuchi	1876,94	10,70%
No aplica	No Aplica	5,30	0,03%
Relieve colinado muy alto	Formación Macuchi	37,58	0,21%
Terrazas indiferenciadas	Depósitos Aluviales (Terrazas)	0,06	0,00%

**Fuente:** MAGAP, 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 4:** Geomorfología del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 14).



**Fuente:** MAGAP. 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

#### 4.1.1.4. Textura

Las propiedades físicas del suelo proporcionan las condiciones adecuadas para realizar cualquier tipo de actividad agrícola o antropogénica, cada una de las propiedades pueden variar su composición dependiendo de la composición de sus horizontes y el lugar en donde se localizan (Rucks, Garcia, Kaplán, Ponde de León , & Hill, 2004). Dentro del cantón Caluma se pueden encontrar tres tipos de horizontes A, B y C. La textura de los suelos pertenece es su gran mayoría

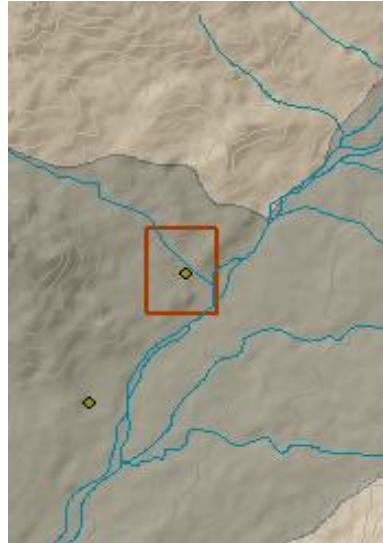
a suelos franco arenosos cuya capacidad de infiltración buena por la disección de su conglomerado, los suelos franco arcillosos ocupan un segundo gran espacio alrededor de nuestra área de estudio, estos suelos poseen un poco capacidad de infiltración por la poca disección del suelo. A continuación, se presenta un cuadro con las formaciones geológicas obtenidas por medio de la información digital proporcionada por el MAGAP 2018.

**Tabla 3:** Caracterización de la textura del sitio.

Densidad	Textura	Área	Porcentaje
Grueso (Poco Disectado)	Arcillo-Arenoso	811,01	4,63%
Medio (Disectado)	Arcillo-Limoso	24,45	0,14%
Grueso (Poco Disectado)	Arcilloso	1517,58	8,65%
Grueso (Poco Disectado)	Franco	1584,44	9,04%
Medio (Disectado)	Franco Arcillo-Arenoso	35,32	0,20%
Medio (Disectado)	Franco Arcilloso	4673,80	26,65%
Grueso (Poco Disectado)	Franco Arenoso	8511,02	48,54%
No Aplica	Franco Limoso	0,06	0,00%
Fino (Muy Disectado)	No Aplicable	376,87	2,15%

**Fuente:** MAGAP, 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 5:** Textura del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 15).



**Fuente:** MAGAP, 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

#### **4.1.1.5.Hidrología**

El Estero del Pescado se encuentra localizado en la subcuenca del río Babahoyo perteneciente a la cuenca del río Guayas, es un afluente del río Caluma cuya confluencia con otros ríos como Tablas, Escaleras y Chaquiyacu dan como resultado el río Pita. El recurso hídrico se encuentra gestionado por el GAD municipal quienes lo distribuyen hacia los distintos barrios del cantón tanto como para el consumo humano como para los cultivos y bebederos. Se están aplicando actividades enfocadas a la conservación del agua mediante la gestión de cuencas hidrográficas y fomentando la educación sobre la protección de todos los recursos hídricos como ríos, vertientes, quebradas ojos de agua y aguas subterráneas (GAD Municipal de Caluma, 2020).

**Mapa 6:** Hidrografía del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 16).



**Fuente:** IGM, 2011.  
**Elaborado por:** Autoras.

#### **4.1.1.6. Ecosistema**

El cantón Caluma posee cuatro tipos de ecosistemas en su extensión territorial correspondientes a: 1) Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes; 2) Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes, 3) Bosque siempre verde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes y 4) Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Chocó Ecuatorial. Para nuestro análisis únicamente se utilizará la descripción del bosque siempreverde pie montano debido a su influencia en la cuenca alta del Estero del Pescado (MAE, 2013).

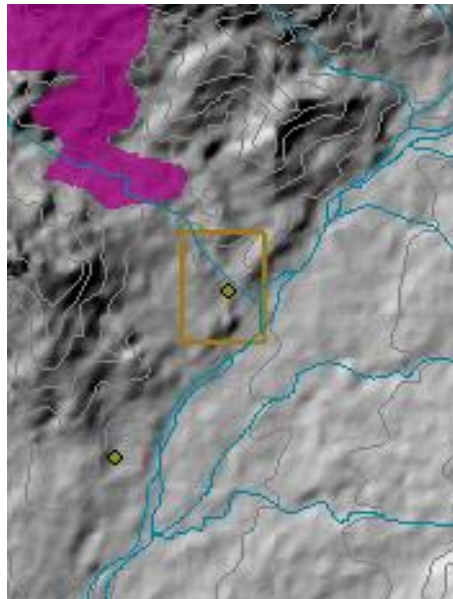
Este tipo de ecosistema se encuentra localizado en rango altitudinal entre 300 a 1.400 msnm, su bioclima pluvial presenta temperaturas promedio entre 16 – 26°C y una media de precipitación anual que oscila entre los 757 mm; estos bosques poseen una estación seca, la cual dura alrededor de 8 meses, (Baquero, y otros, 2004). Se encuentra localizado desde Esmeraldas, rodeando la zona oriental de la Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas, bajando hasta la unión con el cañón del Toachi, (MAE, 2013). Al encontrarse en las estribaciones de la cordillera occidental de los andes hace que se encuentren relieves montañosos, en donde se pueden apreciar las formaciones de

colinas y cuevas. Su distribución espacial dentro del Ecuador la conforman las provincias de Esmeraldas (Reserva Ecológica Cotacachi – Cayapas), subiendo por la cordillera de los Andes por la provincia de Imbabura, Santo Domingo de los Tsachilas hasta el límite sur de la provincia de Bolívar, (MAE, 2013).

La presencia de bosques estratificados caracteriza la vegetación de este tipo de ecosistemas. Especies arbóreas alcanzan una altura de dosel de entre 25 a 30 m especialmente en las laderas de las montañas. La vegetación está conformada por familias como Aracaceae y Lauraceae y Rubiaceae y Malvaceae, esta última es la más representativa en abundancia, (MAE, 2013).

El cambio de la cobertura vegetal se debe principalmente al cambio de uso de suelo y a la extracción de sus especies maderables en la cuenca alta del estero; la expansión demográfica hacia las periferias del cantón provoca la modificación de los ecosistemas debido al cambio de uso de suelo por pastizales o nuevas zonas para viviendas (GAD Municipal de Caluma, 2020).

**Mapa 7:** Ecosistemas del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 17).



**Fuente:** MAE, 2013.  
**Elaborado por:** Autoras.

#### 4.1.1.7. Cobertura y Uso de Suelo

El cambio de uso abrupto de suelo ha provocado inconvenientes no solo en el cantón, sino también a lo largo de la extensión territorial del país. La deforestación con para extracción de madera y aparición de nuevas superficies para el sembrío se han incrementado provocando que actualmente se encuentren cultivos en zonas de alto riesgo. Aproximadamente el 78% del cantón Caluma no posee agua para realizar actividades agrícolas por lo cual es época de sequía los cultivos tienden a desaparecer por la escasez del recurso hídrico (GAD Municipal de Caluma, 2020). La siembra de pastizales para alimentar al ganado vacuno ocupa el 50,17%, los remanentes de bosque alrededor del cantón se ven amenazados por este cambio de uso de suelo devastador debido a la remoción de la cobertura vegetal y la compactación del suelo a causa del pastoreo.

**Tabla 4:** Porcentajes de cobertura en la zona de estudio.

<b>Cobertura</b>	<b>Área</b>	<b>Porcentaje</b>
Área no intervenida	90,08016633	0,51%
Área Poblada	280,6547173	1,60%
Bosque Nativo	2626,318072	14,98%
Cuerpo Agua	53,76193713	0,31%
Cultivo	4881,779446	27,84%
Erial	4,683183849	0,03%
Pastizal	8797,533543	50,17%
Vegetación Arbustiva	278,8021997	1,59%
Zona sin información	520,9329686	2,97%

**Fuente:** MAGAP, 2018.

**Elaborado por:** Autoras.



**Mapa 8:** Cobertura y Uso de Suelo del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 18).



**Fuente:** MAGAP, 2018.  
**Elaborado por:** Autoras.

**Se determinó realizar un mapa de riesgos de inundación con las características estudiadas:**

El mapa se realizó utilizando la metodología de análisis multicriterio por medio del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) por sus siglas en inglés, las variables utilizadas según su jerarquía son: geomorfología, uso de suelo, drenaje, precipitación y textura. Estas variables fueron analizadas mediante la matriz de Saaty, (**Tabla 5**) para determinar el vector propio utilizado para la generación del mapa de riesgo de inundaciones. A continuación, se presenta la matriz.

**Tabla 5:** Matriz de Saaty.

Identificación de ponderados según criterios asignados a la variable inundaciones													
Tamaño de la Matriz													
n=	5												
Código	C1	C2	C3	C4	C5	Normalización de la matriz					Vector propio	Vector lambda máximo	
Riesgo por inundaciones en el Estero del Pescado	Geomorfología	Uso del suelo	Textura del suelo	Precipitación	Drenaje	C1	C2	C3	C4	C5	Ti	λmax	
<b>C1</b>	Geomorfología	1	2	2	7	5	0,427	0,385	0,385	0,636	0,294	<b>0,425</b>	0,996
<b>C2</b>	Uso del suelo	0,500	1	1	1	5	0,213	0,192	0,192	0,091	0,294	<b>0,197</b>	1,022
<b>C3</b>	Textura del suelo	0,500	1,000	1	1	5	0,213	0,192	0,192	0,091	0,294	<b>0,197</b>	1,022
<b>C4</b>	Precipitación	0,143	1,000	1,000	1	1	0,061	0,192	0,192	0,091	0,059	<b>0,119</b>	1,310
<b>C5</b>	Drenaje	0,200	0,200	0,200	1,000	1	0,085	0,038	0,038	0,091	0,059	<b>0,062</b>	1,061
	Total	2,343	5,200	5,200	11,000	17,000						1,000	5,412
Evaluación de la consistencia de los juicios													
Fórmulas	Descripción		Resultados										
$CI = \frac{(L_{max} - n)}{(n - 1)}$	Índice de Consistencia		CI= 0,102944946										
IA= 1,188	Índice de consistencia Aleatorio		n= 5		IA = 1.98 (n-2)/ n								
RC= IC/IA	Ratio de consistencia		RC= debe ser menor al 10% 0,086653995		%								
					8,67								

**Fuente:** (Jaramillo, 2017)

**Modificado por:** Autoras

#### 4.1.1.8. Asignación de pesos

Las variables seleccionadas poseen sus propias categorías, mismas a las que se les deben asignar un peso en un rango de 0,5 a 2, en donde 0,5 posee menor influencia en el riesgo de inundación y 2 posee un gran riesgo que se suscite un evento hidrológico (Tabla 6). La metodología utilizada corresponde al proceso analítico jerárquico (AHP) basado en la Matriz de Thomas Saaty que presenta un cuadro con los posibles valores determinados por la relación de las variables (Jiménez, 2002).

**Tabla 6:** Escala numérica de pesos.

Escala Numérica	Escala Verbal	Explicación
1	Igual importancia	Los dos elementos contribuyen igualmente a la propiedad o criterio.
3	Moderadamente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen a un elemento frente al otro.
5	Fuertemente más importante un elemento que el otro	El juicio y la experiencia previa favorecen fuertemente a un elemento frente al otro
7	Mucho más fuerte la importancia de un elemento que la del otro	Un elemento domina fuertemente. Su dominación está probada en práctica
9	Importancia extrema de un elemento frente al otro	Un elemento domina al otro con el mayor orden de magnitud posible
2,4,6,8	Suelen utilizarse en situaciones intermedias	Cifras decimales en estudios de gran precisión.

**Fuente:** (Jiménez, 2002)

**Elaborado por:** Autoras

Una vez asignados los pesos, añadimos el vector propio obtenido en el cálculo de la matriz de Saaty y los multiplicamos ente sí, generando los resultados que fueron utilizados para la elaboración del mapa de inundaciones para el cantón Caluma. Las categorías mostradas en la **Tabla 7** pertenecen a la información espacial generada por las instituciones gubernamentales como: INAMHI, 2002 y MAGAP, 2018.

**Tabla 7:** Categorías, variables y pesos.

Variable	Vulnerabilidad en el cantón Caluma por inundación	Pesos	Vector propio	Multiplicación
<b>Indicador</b>	<b>Geomorfología</b>			
1	Abrupto de cono de esparcimiento	1,5	0,425	0,638
2	Barranco	1	0,425	0,425
3	Coluvio-aluvial antiguo	1	0,425	0,425
4	Coluvión antiguo	1	0,425	0,425
5	Depósitos de deslizamiento, masa deslizada	1,5	0,425	0,638
6	Relieve colinado alto	1	0,425	0,425
7	Relieve colinado medio	1	0,425	0,425
8	Relieve colinado muy alto	0,5	0,425	0,213
9	Relieve volcánico colinado alto	0,6	0,425	0,255
10	Relieve volcánico montañoso	0,5	0,425	0,213
11	Superficie de cono de esparcimiento disectado	1,5	0,425	0,638
12	Superficie inclinada	1	0,425	0,425
13	Superficie volcánica ondulada	0,6	0,425	0,255
14	Terraza media	0,9	0,425	0,383
15	Terrazas indiferenciadas	0,9	0,425	0,383
16	Valle en V	2	0,425	0,851
17	Valle fluvial, llanura de inundación	2	0,425	0,851
18	Vertiente abrupta	1	0,425	0,425
19	Vertiente abrupta con fuerte disección	1,3	0,425	0,553
20	Vertiente heterogénea	1,6	0,425	0,680
21	Vertiente heterogénea con fuerte disección	1,6	0,425	0,680
22	Vertiente rectilínea	1	0,425	0,425
23	Vertiente rectilínea con abruptos	1,1	0,425	0,468

24	Vertiente rectilínea con fuerte disección	1,3	0,425	0,553
25	Interfluvio de cimas estrechas	0,8	0,425	0,340
<b>Indicador</b>	<b>Uso de suelos</b>			
1	Área no intervenida	0,5	0,197	0,098
2	Área Poblada	2	0,197	0,393
3	Bosque Nativo	0,5	0,197	0,098
4	Cultivo	1,5	0,197	0,295
5	Erial	0,5	0,197	0,098
6	Pastizal	1,5	0,197	0,295
7	vegetación Arbustiva	0,5	0,197	0,098
<b>Indicador</b>	<b>Drenaje</b>			
2	Bueno	0,8	0,062	0,050
3	Moderado	1,5	0,062	0,094
5	No Aplicable	0	0,062	0,000
<b>Indicador</b>	<b>Precipitación</b>			
1	Alta	2	0,119	0,238
2	Media	1,5	0,119	0,179
3	Baja	1	0,119	0,119
<b>Indicador</b>	<b>Textura del suelo</b>			
1	Arcillo-arenoso	1,3	0,197	0,256
2	Arcilloso	1,5	0,197	0,295
	Arcillo – limoso	1,6	0,197	0,315
3	Franco	1,3	0,197	0,256
4	Franco – arcilloso	1,5	0,197	0,295
5	Franco arcillo-arenoso	1,1	0,197	0,216
6	Franco arenoso	1,6	0,197	0,315
7	Franco limoso	2	0,197	0,393
8	No aplicable	0	0,197	0,000

**Fuente:** INAHMI, 2002; MAGAP, 2018.

**Elaborado por:** Autoras.

#### **4.1.1.9. Geoprocesamiento de la información.**

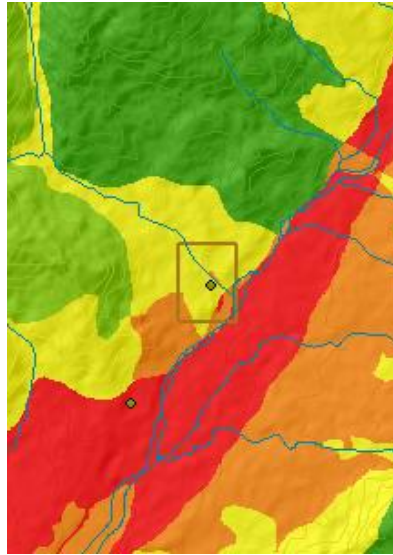
Los resultados obtenidos de la multiplicación del vector propio por el peso de cada categoría fueron procesados dentro del software ArcGis. Inicialmente se añadieron tres nuevos campos en el

cual se encuentran contenidos los valores de los pesos, vector propio y multiplicación, estos pasos se realizaron para cada una de las variables. Tomando como referencia únicamente los valores obtenidos en la multiplicación se procedió a realizar un geoprocésamiento con la herramienta Intersect para obtener un archivo con el cruce de las variables, la variable precipitación fue excluida en este geoprocésamiento debido a que puede generar pesos adicionales y proporcionar información falsa por la distribución espacial de sus isoyetas. El resultado del geoprocésamiento es un nuevo archivo dentro del cual se añadió un nuevo campo, dentro de este campo se realizó una sumatoria de las variables de geomorfología, uso de suelo, textura de suelo y drenaje, a estas variables se las denomina variables condicionantes; a el resultado de la sumatoria se le debe asignar el peso adicional perteneciente a la categoría de precipitación, la cual denotó con mayor relevancia las zonas propensas a un evento de inundación.

Con el resultado de la sumatoria de las variables condicionantes se creó otro campo en el cual se encuentra contenido los valores de riesgo de amenaza para inundaciones en el cantón Caluma, para ello se precedió a realizar una multiplicación de la sumatoria de los factores condicionantes por 0,8 y la multiplicación de la variable precipitación por 0,2. Los resultados se proyectaron en colores graduados utilizando la opción *Natural Jenks*. Como último paso se realizó una clasificación ordinal en el cual se establecieron los valores menores como menor probabilidad de incidencia y los más altos como una alta probabilidad de incidencia de un evento de inundación.



**Mapa 9:** Riesgo de inundaciones del Estero del Pescado - Cantón Caluma (Anexo 19).



**Elaborado por:** Autoras.

#### **4.1.2. Componente Social.**

##### **4.1.2.1. Demografía.**

Según los datos del INEC correspondientes al último censo de población y vivienda realizado en el año 2010, la población del cantón Caluma es de 13 129 habitantes de los cuales 6 509 son hombres y representan el 49,58%, las mujeres poseen una población de 6 620 y representan el 50,42 % del total de habitantes. Mediante una proyección demográfica utilizando como base la información censal para el año 2010 se ha establecido que la población del cantón Caluma para el año 2020 es de aproximadamente 16 429 habitantes (GAD Municipal de Caluma, 2020).

El área de estudio se encuentra localizada en el sector censal con el código 020650999019 dentro del cual se encuentran habitando aproximadamente 258 personas, esto para el censo del 2010.

**Tabla 8:** Población del Estero del Pescado.

Sexo	Casos	Porcentaje
1. Hombre	136	52,71 %
2. Mujer	122	47,29 %
Total	258	100%

**Fuente:** INEC, 2010.  
**Elaborado por:** Autoras.

#### 4.1.2.2. Educación

La oferta educativa en el cantón cuenta con 30 establecimientos entre educación básica, secundaria y educación superior, esta última es la extensión que posee la Universidad Estatal de Bolívar dentro de la zona urbana de la ciudad de Caluma. La población dentro del área de estudio alcanza un nivel educativo de primaria/secundaria con aproximadamente el 2.83% de la población, solamente el 0.43% de la población ha continuado sus estudios para obtener un título de tercer nivel (INEC, 2010).

Dentro de nuestra área de estudio se encuentra localizado un centro educativo, según la información proporcionada por el Ministerio de Educación, la Escuela de Educación Básica Freddy Chávez Del Pozo brinda los servicios de educación inicial y básica en el horario matutino, este establecimiento es de régimen fiscal.

**Tabla 9:** Niveles de educación en la Población.

Nivel de instrucción más alto al que asiste o asistió.	Grupos de Edad							
	De 0 a 14 años	De 15 a 64 años	De 65 años y más	Total	% 0 a 14 años	% 15 a 64 años	% 65 años y más	% Total
1. Preescolar	40	25	-	65	0.04%	0.25%	-	0.29%
2. Educación Básica	39	20	20	76	0.39%	0.2%	0.76%	1.35%
3. Bachillerato - Educación Media	39	18	5	62	0.39%	0.18%	0.62%	1.19%
4. Superior	15	5	3	23	0.15%	0.05%	0.23%	0.43%
5. Se ignora	-	-	-	-	0,00%	0.00%	0,00%	0.00%
Total	133	68	28	<b>229</b>				

**Fuente:** INEC, 2010.  
**Elaborado por:** Autoras.

### 4.1.2.3.Salud

La oferta de salud dentro del cantón cuenta con 6 establecimientos entre los que se encuentran puestos de salud de primer nivel y centro de salud de primer nivel lo cual cubre el 64,25% de la población total. Se han creado programas entorno a formar políticas saludables para promover la participación ciudadana en la toma de decisiones para el bienestar de la población (MSP, 2014). Los puestos de salud más cercanos a nuestra área de estudio son: el centro de salud de Caluma y el puesto de salud de Charquiyacu. Estos centros cuentan con médicos y enfermeros y personal de limpieza para su mantenimiento y atención al público.

**Tabla 10:** Centros médicos existentes.

Nombre	Nivel	Tipología	Institución
Pita	Primer Nivel	Puesto De Salud Ps	MSP
Yatuví	Primer Nivel	Centro De Salud Cs	MSP
Centro De Salud Caluma	Primer Nivel	Centro De Salud Cs	MSP
Charquiyacu	Primer Nivel	Puesto De Salud Ps	MSP
Dispensario Pasagua	Primer Nivel	Puesto De Salud Ps	IESS
Dispensario San Pablo De Pita	Primer Nivel	Puesto De Salud Ps	IESS

**Fuente:** MSP, 2014.

**Elaborado por:** Autoras.

Según el objetivo 2: **“Se determinará el comportamiento de la dinámica fluvial del Estero del Pescado en un período de 7 años, con base al procesamiento de imágenes aéreas.”**

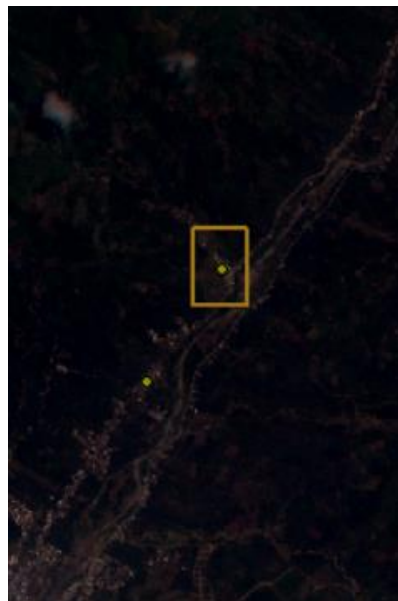
### 4.1.3. Dinámica Fluvial del Estero del Pescado

El estudio de la dinámica fluvial de los principales causas hídricas dentro del sector es necesario para establecer medidas de mitigación y preparación para la población frente a los principales procesos y causas de origen natural o antrópico que influyen en la transformación geomorfológica en su evolución temporal. Los productos fotográficos permiten obtener una visión general de las acciones que influyen en la dinámica del territorio y precisamente para este caso las acciones que han influido en los cambios en el Estero del Pescado.

El estudio se lo realizó mediante la interpretación visual de las fotografías aéreas para los años anteriormente mencionados, se analizó el comportamiento del cuerpo de agua debido a que se puede obtener una mejor visualización dentro del espectro del infrarrojo cercano por la capacidad de absorción de energía de este elemento (Gómez González, 2021). Para la digitalización se utilizó el software ArcGis 10.5.1.; a partir de las fotografías aéreas adquiridas se procedió a crear un nuevo archivo shapefile tipo polígono para cada año y con ello se determinó el trazado de las orillas del Estero del Pescado para su interpretación. Adicionalmente se corroboró la información utilizando la información digital provista por el software ArcGis 10.5.1., la imagen satelital corresponde al año 2014. El área de estudio se estableció mediante un polígono alrededor de la fotografía obtenida para el año 2019.

La información oficial acerca de la red hidráulica otorgada por el IGM no se ajusta a nuestra área de estudio por lo cual no fue utilizada dentro del análisis. La interpretación se realizó mediante la superposición de los afluentes para los años establecidos, y mediante la herramienta “symmetrical difference”.

**Figura 1:** Fotografía 2012.

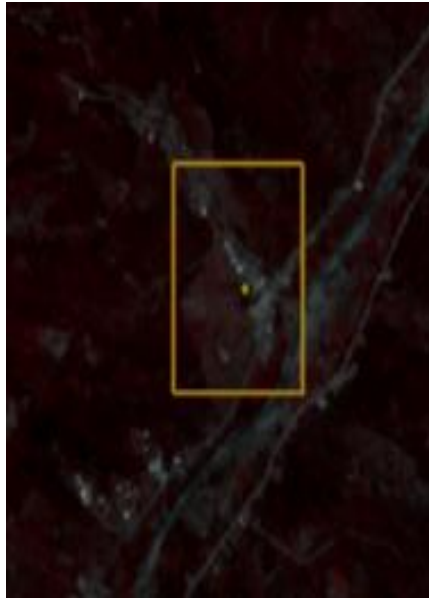


**Fuente:** GAD Caluma.  
**Elaborado por:** Autoras.

La resolución espacial por el gran tamaño del píxel es muy baja, para visualizar el elemento de interés fue necesario realizar una combinación de bandas utilizando las bandas del infrarrojo para facilitar la digitalización de las orillas del estero, la combinación fue 4,3,3.

Se creó un archivo SHAPEFILE para almacenar la información vectorial tipo línea de las orillas del estero.

**Figura 2:** Vectorizado de la Fotografía 2012.

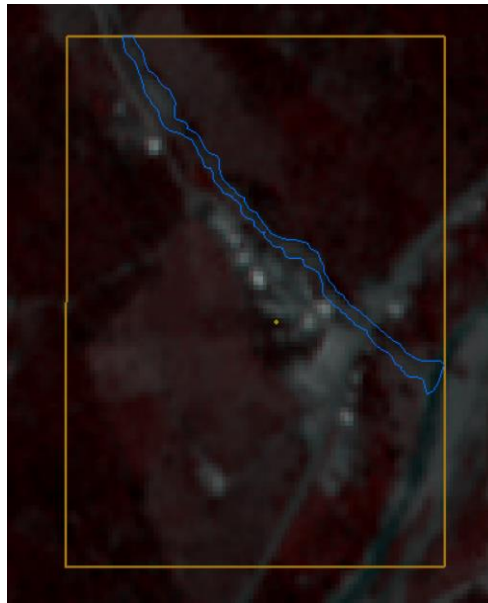


**Elaborado por:** Autoras.

Se creó un archivo .shp para almacenar la información vectorial tipo polígono alrededor de las orillas del estero y se establece el sistema de coordenadas referente a nuestra área de estudio (Zona 17 S, UTM).

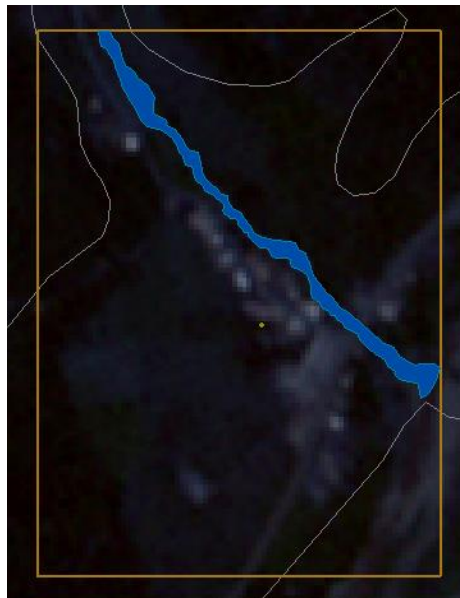
La caracterización se la realizó a escala 1:1.000 por la pixelación de la fotografía.

**Figura 3:** Caracterización del Estero del Pescado.



**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 10:** Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2012 - Cantón Caluma (Anexo 20).



**Fuente:** GAD Caluma.  
**Elaborado por:** Autoras.



**Figura 4:** Fotografía 2019.



**Fuente:** GAD Caluma.  
**Elaborado por:** Autoras.

La fotografía presenta una excelente resolución espacial, no fue necesario realizar ningún tipo de combinación de bandas debido a que la caracterización del elemento analizado se puede visualizar claramente. El problema de esta fotografía radica en la extensión de la escena, debido a las limitaciones expuestas no fue posible encontrar una fotografía aérea con la extensión total del Estero del Pescado. Se creó un archivo .shp para almacenar la información vectorial tipo polígono trazado alrededor de las orillas del estero del pescado.

Al poseer una buena calidad de imagen el trazado vectorial de las líneas para la determinación de los cambios suscitados en nuestra área de estudio se realizó a escala 1:1.000, esta imagen fue utilizada para sobreponer la fotografía del año 2012.

**Figura 5:** Caracterización Fotografía 2019.



**Fuente:** GAD Caluma.  
**Elaborado por:** Autoras.

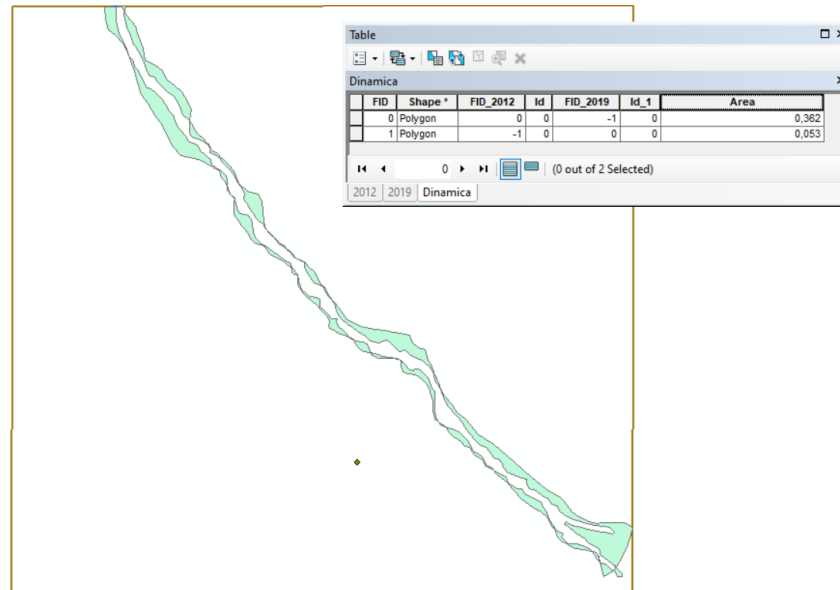
**Mapa 11:** Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma (Anexo 21).



**Fuente:** GAD Caluma.  
**Elaborado por:** Autoras.

Para la interpretación de la dinámica fluvial de este afluente se sobrepusieron las capas vectoriales creadas, se puede observar de manera general que existen cambios relevantes en algunos tramos del estero. Utilizando la herramienta **symmetrical difference** se ha generado un nuevo archivo .shp correspondiente a los cambios dentro del área del afluente. Uno de los factores que han incidido en estos cambios es la expansión poblacional provocada por el crecimiento de la ciudad hacia sus periferias. Para el año 2012 no se divisa una mancha poblacional considerable como sucede en el año 2019 en donde se puede observar un asentamiento poblacional ya consolidado con varias casas alrededor del Estero. Por la limitación de la imagen no se puede determinar si han existido cambios alrededor del área de estudio.

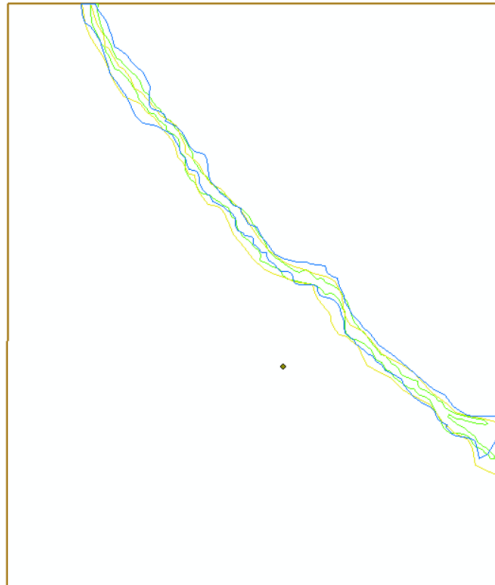
**Figura 6:** Información imagen 2014.



**Elaborado por:** Autoras.

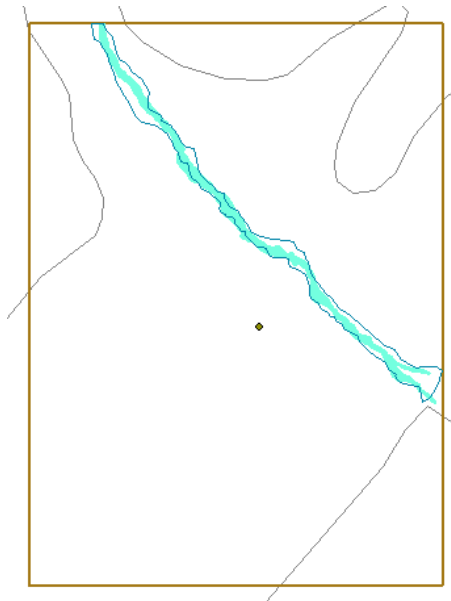
La información digital obtenida de la imagen para el año 2014 no se la utilizó en el cálculo de la diferencia de áreas debido a que solo se la utilizó para visualizar si existió algún tipo de cambio considerable dentro de la morfología del estero.

**Figura 7:** Proceso para la superposición de Afluentes.



**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 12:** Superposición de afluentes del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma (Anexo 22).



**Elaborado por:** Autoras.

El cálculo de la variación de hectáreas se lo realizó mediante la fórmula  $VP = (\text{Área Final} - \text{Área Inicial})$ . El cálculo de la variación porcentual se lo realizó mediante la fórmula  $VP = (\text{Área Final} / \text{Área Inicial}) - 1$ . A continuación se presenta un cuadro en el que se muestra el resultado.

**Tabla 11:** Variación de Superficie 2012 - 2019

Estero del Pescado	Área 2012	Área 2019	ha Variación 2012 – 2019	% Variación 2012 - 2020
Área ha	0,705	0,396	0,31	56,17%

**Elaborado por:** Autoras.

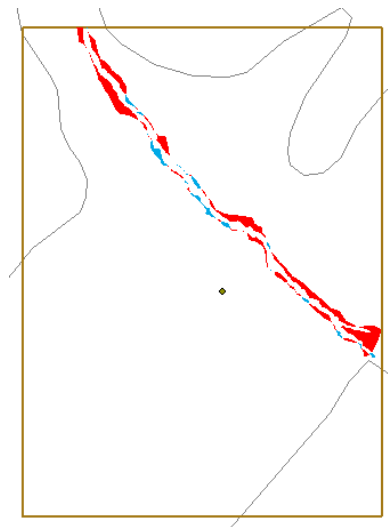
A su vez, se muestra un cuadro en el cual se muestra la relación de cambios para visualizar las hectáreas pérdidas para el año 2012 y lo que ha aumentado para el año 2019 entre los años analizados.

**Tabla 12:** Relación de cambios de superficie.

Estero del Pescado	Área 2012	Área 2019	Cambio 2012	Cambio 2019	% variación 2012	% variación 2019
Área ha	0,705	0,396	0,36	0,053	72,83%	33,80%

**Elaborado por:** Autoras.

**Mapa 13:** Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma (Anexo 23).



**Elaborado por:** Autoras.

Según el objetivo 3: “Se establecerá medidas de reducción para las zonas susceptibles a inundación del Estero del Pescado”

#### 4.1.4. Análisis Multicriterio por Ponderación Lineal O Scoring.

El ente focal de esta propuesta se basa directamente en la gestión de riesgos frente a inundaciones en el área de estudio denominado “Esteros del Pescado”, se lo realizara con un método por ponderación lineal o scoring, el cual trata de ponderar variables las cuales se realizara a través de dos ejes principales como son las medidas estructurales y no estructurales, las mismas que serán evaluadas a base de costos , tiempo de ejecución y factibilidad de implementación , el porcentaje de reducción sobre inundaciones y las sostenibilidad con el medio ambiente.

Es importante recalcar que el ultimo parámetro solo se lo utilizara con las medidas estructurales ya que estas se fundamentan sobre la cimentación en obras civiles las cuales pueden repercutir y generar daños al medio ambiente al momento de ponerlas en ejecución

Para la determinación de estas variables se lo realizara a través de las medidas estructurales y no estructurales, las mismas que serán evaluadas con base a costos, tiempo de ejecución, la cual se detallara en la siguiente tabla.

**Tabla 13:** Parámetros de implementación.

<b>Criterio</b>	<b>Descripción</b>	<b>Indicador</b>
Costos	Despilfarro económico que se necesita para la realización de una obra o producción de servicios, establecer el costo principal al momento de tomar una decisión, tener en cuenta el presupuesto y validar que esté acorde para satisfacer las necesidades del lugar, en caso de no ser así no se la podrá realizar.	Dólares
Tiempo de ejecución	El periodo que se necesita para la ejecución de la implementación de una obra o servicio, es un factor transcendental que nunca debe sobrepasar como importancia ya que esto determinara la calidad y cumplimiento de la obra en el menor tiempo posible para que sea viable y rentable.	Meses / años



Factibilidad de implementación	Siempre deberá estar acompañado de las características que pose dicho lugar y así verificar la factibilidad de poder realizar una obra o servicio, para ello se debe plasmar necesariamente el análisis de las características externas que pueden afectar o beneficiar en la implementación de las medidas.	Ejecución
Reducción de inundaciones	El grado de disminución que propone la obra o servicio, respecto a los posibles eventos peligrosos es esencial , ya que esta variable será icónica ya que representara el beneficio que tomara significancia en una obra de mitigación o reducción de riesgo ante un posible evento de inundación.	Porcentaje
Sostenibilidad con el medio ambiente	La importancia de mantener el respeto al medio ambiente, visualiza la necesidad de buscar medidas sostenibles para no causar efectos colaterales en el área de estudio.	Reducción de contaminación ambiental

**Fuente:** (Vargas Guajala, 2017).

**Elaborado por:** Autoras.

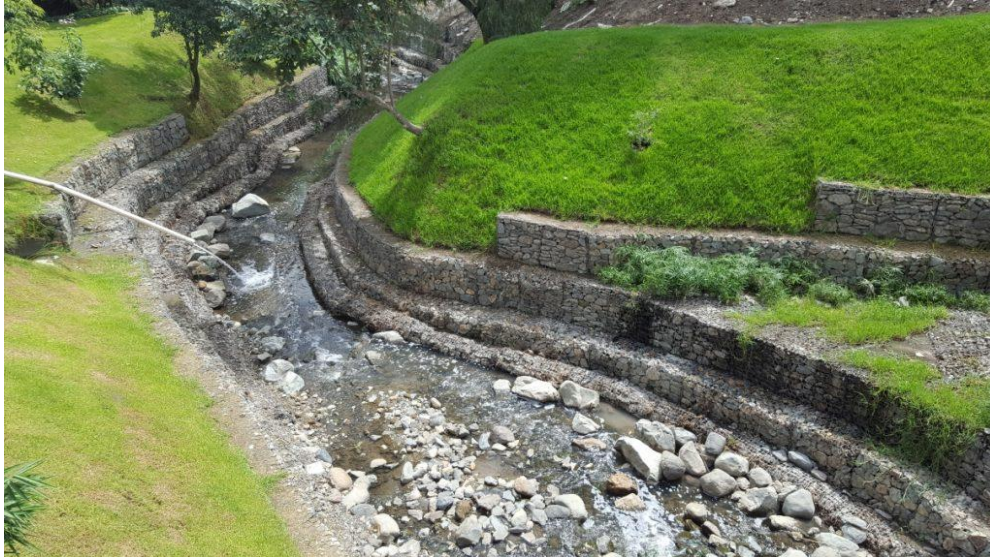
#### **4.1.4.1. Medidas Estructurales y No Estructurales para la Reducción del Riesgo.**

Este estudio de riesgo sobre inundación se fundamenta en establecer la magnitud y naturaleza de la existencia de un riesgo, mediante una evaluación de amenazas y análisis de los escenarios ante las posibles vulnerabilidades que puede proceder de una amenaza, produciendo afectaciones personales y al medio ambiente. Es por ello que para reducir el riesgo de inundación se divide a las medidas en dos grupos: medidas estructurales y no estructurales.

- **Medidas Estructurales**

Se seleccionaron las siguientes medidas estructurales: muros de gaviones, enrocamiento con material granular de gran tamaño, encauzamiento del río con muros de hormigón.

**Figura 8:** Muro de Gaviones.



**Fuente:** Google, 2021.

Mediante la metodología de scoring, se estableció la ponderación en una escala de 1 a 5, misma que será detallada a continuación:

**Tabla 14:** Escala de ponderación.

Descripción	Ponderación
Poca importancia	1
Leve importancia	2
Moderada importancia	3
Esencial importancia	4
Extrema importancia	5

**Fuente:** (Vargas Guajala, 2017).

**Elaborado por:** Autoras.

En la siguiente tabla se seleccionaron algunas medidas estructurales que pueden ser usadas en el sector Estero del Pescado.

**Tabla 15:** Medidas Estructurales.

Tipo	Medidas	Descripción
Estructura de detención	Estanque de Retención	Se utiliza para controlar el flujo de la escorrentía, en las zonas susceptibles a inundaciones en períodos de fuertes lluvias a través de la retención del agua, a corto plazo.
Estructura de protección	Muro de Gaviones	Esta medida de protección consiste en la colocación de muros constituidos de piedra bola de un diámetro aproximado de 20cm dentro de una malla metálica que deberán ser ubicados en los sectores más susceptibles a inundaciones en base al análisis multitemporal.
	Enrocado	Consiste en la colocación de rocas de gran tamaño (piedra escollera) en los márgenes con la finalidad de encauzar el estero y así controlar el riesgo de inundación.
	Muros de Hormigón Armado.	Esta medida presenta la construcción de muros de hormigón reforzados con barras de acero en las orillas con mayor volumen de asentamientos.

**Fuente:** (Domínguez, 2021).

**Elaborado por:** Autoras.

**Tabla 16:** Costo, tiempo, reducción de las medidas estructurales.

Medidas estructurales	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de inundación
Estanque de retención.	\$150 000 – \$300 000	60 - 90 días	Medio
Muro de Gaviones.	\$250 000 – \$400 000	60 - 90 días	Medio
Enrocado.	\$ 300 000 – \$490 000	90 - 120 días	Medio
Muros de Hormigón Armado.	\$800 000 - \$1 000 000	120 - 180 días	Alto

**Fuente:** (Domínguez, 2021).

**Elaborado por:** Autoras.

Para finalizar se realizó la ponderación perteneciente a cada opción en función a los criterios identificados. La cual se puede observar en la **Tabla 17** exponiendo así los resultados de la metodología Scoring para las medidas estructurales.

**Tabla 17:** Metodología de Scoring de Medidas Estructurales.

Medidas estructurales	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de inundación	Sostenible con el Ambiente	Total
Estanque de retención	5	5	3	5	18
Muro de Gaviones	5	5	4	5	19
Enrocado	4	4	4	5	17
Muros de Hormigón Armado.	3	3	5	3	14

**Fuente:** (Vargas Guajala, 2017).

**Elaborado por:** Autoras.

- **Medidas no Estructurales**

Las medidas no estructurales abarcan medidas para el desarrollo de conocimiento, políticas, procesos de participación de manera pública y la recolección de información que en su inmediatez posibilite la reducción del riesgo. Dichas medidas estarán presentes para el estudio mismas que se detallarán a continuación: políticas y planeamiento urbano, predicción de inundaciones, comunicación, movilización, capacitaciones. Como se visualiza en la siguiente tabla.

**Tabla 18:** Medidas No Estructurales.

Tipo	Medida	Descripción
Políticas y planeamiento urbano	Planeamiento urbano	<p>La existencia de lugares donde habita la población con zonas inundables, se encuentran presentes infraestructuras nada seguras, ni en condiciones de ser habitables, están ahí enfrentándose al riesgo que están expuestos.</p> <p>La mejor manera de realizar un planeamiento urbano, es mediante la prohibición de la construcción en zonas altamente vulnerables, mismas que necesitan ser construidas a través de una normativa que delimite los usos de suelo y un adecuado modelo de edificación en lugares con peligro a inundaciones.</p>
Predicción de inundaciones	Predicción meteorológica	Esta particularidad nos proporciona información estandarizada para poder realizar modelos calificados para la pre-caracterización de aluviones, con el único fin de poder pronosticar una inundación antes de que esta ocurra.
Comunicación	Comunicación general	A través de esta medida se podrá realizar una instrucción a los habitantes del sector, con el fin de lograr una comunicación correcta y así puedan aprender a reaccionar ante un caso de evento peligroso (inundación).
	Sistemas de Alerta Temprana (SAT)	La caracterización de este sistema se enfoca en avisar a la población en caso de existir alguna eventualidad, el uso apropiado de este procedimiento va de la mano con las acciones de formación como instrumento esencial para una correcta evacuación.

Tipo	Medida	Descripción
Movilización	Evacuación preventiva	Esta se deberá realizar antes de que inicie un acontecimiento de inundación
	Evacuación forzosa	Se lleva a cabo justo en el momento del evento, tratando de respetar los protocolos de seguridad para salvaguardar la integridad de la población.
Capacitaciones	Capacitaciones	Es un instrumento de información teórica y práctica que se proporcionara a los pobladores, para que tengan una herramienta de acción de respuesta.

**Fuente:** (Vargas Guajala, 2017).

**Elaborado por:** Autoras.

Para cumplir con las medidas estandarizadas en el sector “Estero del Pescado”, se realizó una estimación de costos, tiempo de ejecución, factibilidad de implementación, porcentaje de reducción de inundaciones, como se detalla en la siguiente tabla.

**Tabla 19:** Costo, tiempo, reducción de las medidas no estructurales.

Medidas estructurales	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de inundación
Planeamiento urbano	\$2 500-\$5 000	6-8 meses	Alto
Comunicación general	\$1500	5 días	Alto
Sistemas de Alerta Temprana (SAT)	\$7 940 costo de un sistema básico	1km/día	Alto
Evacuación preventiva	\$1 000 - \$3 000	1-3 horas	Alto
Evacuación forzosa	\$250 - \$500	1-2 horas Dependiendo de fuerza y altura al que se encuentre el caudal.	Medio
Capacitaciones	\$1 500 - \$2 500 Dependiendo el tipo de capacitación según el especialista.	1 capacitación trimestral	Alto

**Fuente:** (Vargas Guajala, 2017).

**Elaborado por:** Autoras.

Posterior se realizó la ponderación perteneciente a cada opción en función a los criterios identificados. La cual se puede observar en la **Tabla 20** exponiendo así los resultados de la metodología Scoring para las medidas no estructurales.



**Tabla 20:** Metodología de Scoring de medidas no estructurales.

Medidas estructurales	Costo de implementación	Tiempo de implementación	Reducción de inundación	Total
Planeamiento urbano	5	4	5	14
Comunicación general	5	5	5	15
Sistemas de Alerta Temprana (SAT)	5	4	5	14
Evacuación preventiva	3	4	5	12
Evacuación forzosa	4	4	3	11
Capacitaciones	5	5	5	15

**Fuente:** (Vargas Guajala, 2017).

**Elaborado por:** Autoras.

#### **4.1.5. Resultados de la evaluación de Medidas Estructurales y No Estructurales.**

Se ejecutó la evaluación de las medidas estructurales y no estructurales a través de la metodología de Scoring para comprobar que medidas serían las más factibles de incorporar en el sector Estero del Pescado, obteniendo resultados, que presentan medidas / alternativas de mejor puntuación para su ejecución.

Se determina como factor importante la sostenibilidad con el medio ambiente es decir que para su ejecución debe ser tomado en cuenta los beneficios que pueda aportar a la mitigación de riesgo sobre inundaciones.

Se determinó como mejor medida estructural la implementación de “Muros de Gaviones”, y como mejores medidas no estructurales: “Comunicación General” y “Capacitaciones”.

Se puede mejorar la reducción del riesgo de inundaciones a costos viables en tiempos óptimos para su correcta implementación en beneficio de la población expuesta a dicho evento peligroso.

Es por ello que se presenta en la siguiente tabla un ranking de las medidas más viables de manera estructural y no estructural.

**Tabla 21:** Ranking de medidas para la disminución de inundaciones.

Ranking de las medidas estructurales			Ranking de las medidas no estructurales		
Posición	Medida	Puntuación	Posición	Medida	Puntuación
1	Muro de Gaviones	<b>19</b>	1	Capacitaciones	<b>15</b>
2	Estanque de retención	<b>18</b>	2	Comunicación General	<b>15</b>
3	Enrocado	<b>17</b>	3	Sistema de Alerta Temprana (SAT)	<b>14</b>
4	Muros de Hormigón Armado.	<b>14</b>	4	Planeamiento Urbano	<b>14</b>

**Elaborado por:** Autoras.

El resultado de la medida estructural de “muro de gaviones” pertenece a 4 de los criterios analizados (costo de implementación, tiempo de implementación, reducción de inundación, sostenible con el medio ambiente), una vez analizados los parámetros, se posicionó como la medida con mayor puntaje en la escala de ranking, obteniendo una ponderación de 19 situándose como la medida más factible para reducir riesgos en zonas susceptibles a inundaciones en el Estero del Pescado.

Respecto a los resultados de las medidas no estructurales “comunicación general” y “capacitaciones” pertenecen a 3 de los criterios analizados (costo de implementación, tiempo de implementación, reducción de inundación), una vez analizados los parámetros obtuvieron la puntuación más alta en la escala del ranking con una ponderación de 15, reportándose como las más viables en el área de estudio.

Para finalizar el resto de medidas estructurales y no estructurales están aliadas con la medida que consiguió mayor puntaje dentro de los criterios expuestos y respetando los indicadores de estudio.

**Tabla 22:** Mejores medidas para la disminución de inundaciones en el Estero del Pescado – Cantón Caluma.

Número	Medidas	Tipo
1	Muro de gaviones	Estructural
2	Comunicación General	No estructural
3	Capacitaciones	No estructural

**Elaborado por:** Autoras.

#### 4.2.Narración del Caso.

Se escogió el sector del Estero del Pescado, por la accesibilidad e importancia, por ser uno de los sectores del Cantón Caluma que sufre muchos daños producto de las inundaciones en cada etapa invernal, ubicado a 1.1 km al Nordeste del Cantón Caluma con coordenadas X; 695706 Y: 9822290 Altitud: 405,94 el estero del pescado es un afluente del río Caluma, cuya geomorfología del pie de monte va desde 115 hasta 3840 msnm, convirtiéndose en una zona de sedimentación donde en la cuenca alta, existe extracción de madera y cambios de uso de suelos que se producen por la transformación de bosques primarios a cultivos y pastizales que provocan que la lámina de escorrentía cause afectaciones en la cuenca baja por el arrastre del material pétreo y sedimentos, convirtiéndolo, efectivamente, en un sector de alta susceptibilidad a inundaciones.

El área de estudio se encuentra ubicada en una zona de alta precipitación, poseyendo una media anual que varía entre 2.000 a 3.000 mm; dentro del mapa de riesgo de inundación se observa que existe una mediana posibilidad de ocurrencia de evento de tal magnitud, pese a ello se han registrados eventos que han causado afectaciones en las infraestructuras aledañas al estero, con esta premisa el siguiente trabajo se enfoca en un acercamiento a la perspectiva de los habitantes del sector el Estero del Pescado y las posibles medidas de mitigación y prevención ante un posible evento de inundación a futuro.

Los factores antrópicos que intervienen son: el cambio de uso y suelo, la expansión urbana hacia las periferias.

La necesidad de captar el líquido vital hace que las personas construyan las viviendas en las orillas de ríos, quebradas, esteros y vertientes ubicados principalmente en zonas de alto riesgo.

Actualmente pocas de estas fuentes aún poseen características hídricas propicias para el consumo humano principalmente (Estero del Pescado captación para consumo), actividades productivas (riego de parcelas agrícolas) y micro industriales establecidas en zonas de escasa población, el consumo de este recurso es alto debido a la falta de control por las autoridades provocando captaciones de agua ilegales causando una disminución en los caudales provocando un déficit hídrico por dichas acciones; otro factor que incide en la contaminación de la red hídrica es el uso para lavado de vehículos livianos y pesados en la vía pública, además el sitio de captación ha sufrido procesos de degradación que se ha intervenido en la tala de productos forestales que retienen y conservan el recurso, mismos que tienen un escaso control por parte de las entidades municipales y provinciales. (CALUMA P. C., 2020)

El estudio de caso se realizó utilizando una metodología de análisis multivariable y multitemporal para determinar la posibilidad de que se generen eventos hidro climáticos y la reacción de los principales actores públicos, privados y sociales que intervienen en el área de estudio. Realizamos una consulta bibliográfica sobre los eventos de inundación suscitados dentro del cantón para determinar la periodicidad y peligrosidad a futuro. Los datos fueron recolectados por fuentes de información oficial como: desinvertar.org, periódicos locales, GAD Municipal Caluma e instituciones gubernamentales, y por entrevistas a los habitantes quienes supieron manifestar sus problemáticas durante las temporadas invernales.

Para el análisis multitemporal se presentaron varios inconvenientes al momento de adquirir información digital y espacial de nuestra área de estudio; al encontrarse en las estribaciones de la cordillera occidental de los Andes la obtención de imágenes satelitales y fotografías aéreas por parte de las instituciones encargadas se ha visto dificultada por la alta nubosidad y condiciones climáticas características de los bosques siempre verdes pie de monte de la cordillera occidental de los Andes. La búsqueda de imágenes satelitales se realizó mediante la plataforma proporcionada por la USGS denominada Glovis en la cual se constató dentro de los principales sensores satelitales la presencia de alta nubosidad dentro de nuestra área de estudio dificultando la caracterización y visualización del terreno para la determinación de los cambios ocurridos en el afluente; se buscó en los sensores de: Landsat, Sentinel y Alos Palsar. Al no encontrar una imagen satelital que permita una correcta visualización del terreno se optó por buscar fotografía aérea en el IGM, la

institución manifestó que por las condiciones climáticas no ha sido posible obtener información sobre la zona de pie de monte el territorio ecuatoriano. Al no encontrar la información necesaria dentro de la institución se realizó un acercamiento con el técnico encargado del departamento de Gestión de Riesgos quien nos solicitó realizar un oficio dirigido al Alcalde del cantón explicando nuestra situación estudiantil, el fin de nuestra investigación, y los problemas para la obtención de información espacial del área de estudio.

Para la finalización de este estudio de caso se realizó una matriz utilizando la metodología de Scoring misma que detalla el nivel de importancia según dos diferentes parámetros: “medidas estructurales” y “no estructurales”.

Estas fueron ponderadas según el grado de tolerancia frente a un evento peligroso como son las inundaciones, en su elaboración se generaron descripciones que se distribuyeron en una tabla de ranking detallando así las medidas más factibles para realizar como propuesta de medidas de reducción en el sector Estero del pescado, a través de su costo, tiempo y reducción ante una inundación, siendo estas factibles para su implementación a futuro, siempre y cuando se obtenga una detallada asistencia técnica por parte de las autoridades competentes.

Resaltando a las siguientes medidas como la propuesta a nuestro último objetivo:

1. Muro de Gaviones
2. Comunicación General
3. Capacitaciones

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- El Estero del Pescado, por su localización en zona de pie de monte posee un nivel amenaza muy bajo con el 52,07% de porcentaje total de la parroquia como se puede visualizar en el mapa No. 13; nuestra área de estudio se encuentra localizada en zona de amenaza media, alta y muy alta. El polígono sobre el Estero del Pescado para identificar el área de interés posee un área de 23,60 ha que representa el 0,13% de la superficie total del cantón, de este porcentaje alrededor del 78,19% se encuentra en un nivel de amenaza medio, el 16,97% posee un nivel de amenaza alto y solamente el 4,84% necesita implementar de manera urgente medidas de mitigación por su nivel de amenaza muy alto.
  
- La variación del afluente dentro de los años estudiados fue de 0.310 ha o el 43,83%. Con la herramienta symmetrical difference se obtuvieron los resultados de la pérdida de superficie para el año 2012 con respecto a su superficie inicial con un porcentaje de 72,83% o 0,360 ha. Para el año 2019 presenta un aumento dentro de la superficie del estero con un 33,80% o 0,053 ha con respecto a la superficie del año 2012. La variación se debe principalmente a la erosión hídrica y al arrastre de sedimentos y rocas estancadas en las orillas del estero.
  
- Las afectaciones producto de eventos anteriores han provocado zozobra dentro de los habitantes del estero del pescado, mediante un diálogo sostenido con algunas personas del sector supieron manifestar los distintos inconvenientes y afectaciones sufridos en sus bienes inmuebles razón por la cual han manifestado su deseo de ser reubicados en zonas de menor nivel de amenaza debido a los altos costos de reparación que tuvieron a afrontar después de las afectaciones provocadas por el desbordamiento del afluente.

- En base a la metodología de Scoring se ha establecido como mejor medida de mitigación estructural, por su costo y tiempo de implementación, la construcción de muros de gaviones en las zonas de amenaza alta y muy alta, debido a que, dentro de estas zonas se encuentran ubicadas viviendas y cultivos que sufrirían afectaciones por el aumento del cauce del estero.
- Mediante el uso de la misma metodología se determinó como medida no estructural la implementación de la comunicación general utilizada para la concientización y educación de las personas acerca del riesgo de inundaciones mediante un sistema de capacitaciones entre las personas, barrios y comunidades que se encuentran amenazadas por un fenómeno de inundación, esto ayudara a estar preparados y prevenidos ante un evento de inundación.

## **5.2.Recomendaciones**

- Realizar un plan de gestión de cuencas hidrográficas debido al cambio de uso de suelo en las cuencas altas del sector. Se debe crear una zona de amortiguamiento que ayude en la prevención de inundaciones por su capacidad de infiltración y retención de agua, para ello se debe conocer que especies nativas o endémicas serían las más adecuadas para retener el agua.
- Una recomendación sugerida por los moradores es aportar con la mitad del costo de reubicación, para lo cual se deberá solicitar apoyo institucional al gobierno central para delegar a los actores encargados según su competencia entre los cuales se debe destacar la presencia del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) y el Ministerio de Inclusión Económica y Social (MIES) junto con el Gobierno Municipal del Cantón Caluma, quien debe ser el principal intermediario en la gestión de la reubicación del sector Estero del Pescado.
- Gestionar recursos económicos y personal técnico capacitado para el desarrollo de los diseños preliminares para cada una de las propuestas de mitigación tanto estructurales como no estructurales con la finalidad de obtener valores más precisos para su posterior construcción o ejecución.



## MATERIALES DE REFERENCIA

### 1. Bibliografía

- Avello Martinez, R. (19 de Marzo de 2019). Las fuentes de informacion y su evaluación. *Escuela de Autores COMUNICAR*, 1.
- Arevalo, C. (30 de 06 de 2021). Departamento de Planificacion GADMCALUMA. (J. Aguila, & G. Alvarez, Entrevistadores)
- Baquero, F., Sierra , R., Ordoñez, L., Tipán , M., Espinosa, L., Rivera, M. B., & Soria, P. (2004). *La Vegetación de los Andes del Ecuador. Memoria explicativa de los mapas de vegetación: potencial y remanente a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras*. Quito: EcoCiencia/CESLA/Corporación EcoPar/MAG SIGAGRO/CDC.
- Cadier, É., Gómez, G., Calvez, R., & Rossel, F. (1994). Inundaciones y sequias en el Ecuador. *20*, 107-116.
- CALUMA, D. d. (2014-2019). *PDOT CANTÓN CALUMA*. Caluma.
- CALUMA, P. C. (2020). *GOBIERNO MUNICIPAL CALUMA*. Obtenido de file:///C:/Users/7450I7A/Downloads/PDOT%20CANT%20C3%93N%20CALUMA%202020%20(FINAL)%20(1).pdf
- Carvajal, J. H. (2012). Caracteristica geomorfologicas de la sabana de Bogota. *40*. Obtenido de <http://hdl.handle.net/1834/6698>
- Chuvieco, E. (1991). Fundamentos de Teledetección espacial. *Estudios Geográficos*, *52*(203), 371.
- Del Sol Fabregat, L. A., Tejeda Castañeda, E., & Mirabal Díaz, J. M. (2017). *SciELO*. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2077-28742017000400021](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2077-28742017000400021)
- Domínguez, A. (2021). Medidas Estructurales de Protección. (G. Alvarez, & A. Jennifer., Entrevistadores)

ELUNIVERSO. (15 de marzo de 2006). Desborde de ríos y esteros del Cantón Caluma. Obtenido de

<https://www.eluniverso.com/2006/03/15/0001/12/1374A6443E7E43F6A5032F913A6257A1.html/>

GAD Municipal de Caluma. (2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Caluma 2020 - 2024*. Caluma.

García Rodríguez, M. (22 de Agosto de 2021). *Plataforma de eLearning sobre Geoinformación*. Obtenido de <http://pdi.topografia.upm.es/mab/tematica/htmls/inicial.html>

Gómez González, A. M. (2021). *Análisis de inundación y cambios en la dinámica fluvial del Río Magdalena en la zona urbana del municipio de Puerto Boyacá-Boyacá*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.

Guzmán Stein, L. (2018). *DOCPLAYER*. Obtenido de <https://docplayer.es/23915703-Las-fuentes-secundarias-laura-guzman-stein-1.html>

Hurtado. (2008). Obtenido de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>

HYPERGEO. (2014). *Análisis Espacial*. Obtenido de <http://www.hypergeo.eu/spip.php?article265>

Jaramillo, S. (2017). *Generación de un Mapa Multiamenazas del Cantón Portoviejo Provincia de Manabí*. Quito: PUCE.

Jiménez, J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones. *Rect@ Revista Electrónica de Comunicaciones y Trabajos de ASEPUMA*, 1, 28 - 71.

MAE. (2013). *Sistema de clasificación de ecosistemas del Ecuador continental*. Quito - Ecuador: Subsecretaría de Patrimonio Natural.

OMM/UNESCO. (1974). *Directrices Sobre Sistemas De Alerta Temprana Y Aplicación De Predicción Inmediata Y Operaciones De Aviso*. Obtenido de [http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/documents/PWS21-TD1559\\_111543\\_es.pdf](http://www.wmo.int/pages/prog/amp/pwsp/documents/PWS21-TD1559_111543_es.pdf)

- Pardinas. (2005). *Marco Metodológico*. Obtenido de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>
- Paula, P., Zambrano, L., & P. P. (15 de Junio de 2018). *SCIELO*. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-65422018000200125](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422018000200125)
- PNUD. (2008). Ministerio del Litoral, Organización Panamericana de la Salud, programa de Naciones Unidas para el Desarrollo.
- Rocco, L. (2010). *Características metodológicas de la investigación social en Internet*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477847122007>
- Rodríguez, & Momparler. (2010). *Strategies of Urban Flood Risk Management*. Obtenido de [http://www.ipresas.upv.es/docs/2010\\_12\\_15\\_Memoria\\_SUFRI\\_WP3\\_borrador.pdf](http://www.ipresas.upv.es/docs/2010_12_15_Memoria_SUFRI_WP3_borrador.pdf)
- Rossel, F., Cadier, E., & Gómez, G. (1996). Las inundaciones en la zona costera Ecuatoriana: Causas, obras de protección existentes y previstas. *Bulletin de l'Institut Français d'Etudes Andines*, 25(3), 399-420.
- Rucks, L., Garcia, F., Kaplán, A., Ponde de León, J., & Hill, M. (2004). *Propiedades físicas del suelo*. Montevideo: Universidad de la República: Facultad de agronomía.
- Segura. (10 de 2013). Obtenido de [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/2010](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2010)
- Software DELSOL*. (s.f.). Obtenido de <https://www.sdelsol.com/blog/tendencias/metodos-de-investigacion/>
- UNISDR. (2009). *Terminología sobre Reducción de Riesgos de Desastres*. Obtenido de <https://www.undrr.org/>
- Vallejo, C., Winkler, W., Spikings, R., & Luzieux, L. (2009). Evolución geodinámica de la cordillera Occidental (Cretácico tardío-Paleógeno).
- Varela, A., & Ron, S. (2021). *Anfibios del Ecuador*. Obtenido de Geografía y Clima del Ecuador.: <https://bioweb.bio/faunaweb/amphibiaweb/GeografiaClima/>

Vargas Guajala, G. (2017). *Repositorio PUCE*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14441/RIESGO%20F%20C3%8DSIC%20FRENTE%20A%20INUNDACIONES%20FLUVIALES%20Y%20PLUVIALES%20EN%20LA%20CABECERA%20PARROQUIAL%20ROCAFUERTE%20DE.pdf?squence=1&isAllowed=y>


Vargas Pérez, J. A., & Suarez Casas, J. D. (2021). Análisis multitemporal en el cambio de la dinámica fluvial en relación con el cambio de coberturas de la tierra en el afluente principal de la subcuenca del Río San Juan Cundinamarca.

Zapata. (2006). *Marco Metodológico*. Obtenido de <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0092769/cap03.pdf>

**2. Anexos.**

<b>Anexo 1:</b> Ficha de Evaluación. ....	67
<b>Anexo 2:</b> Puntos levantados en campo. ....	69
<b>Anexo 3:</b> Reconocimiento del área de estudio en el sector Estero del Pescado. ....	70
<b>Anexo 4:</b> Tanque de captación de agua, vulnerables a desbordamiento del Estero.....	71
<b>Anexo 5:</b> Represamiento de agua para atracciones turísticas. ....	71
<b>Anexo 6:</b> Diálogo con los moradores que se encuentran directamente asentados en las riveras del Estero. ....	72
<b>Anexo 7:</b> Dragado del Estero sin dirección técnica. ....	72
<b>Anexo 8:</b> Crecida del estero llegando al nivel del muro. ....	73
<b>Anexo 9:</b> Nivel de las manchas de agua que alcanza la inundación. ....	73
<b>Anexo 10:</b> Fotografía Aérea.....	74
<b>Anexo 11:</b> Relieve del Estero del Pescado - Cantón Caluma .....	75
<b>Anexo 12:</b> Pendiente del Estero del Pescado - Cantón Caluma.....	76
<b>Anexo 13:</b> Geología del Estero del Pescado - Cantón Caluma.....	77
<b>Anexo 14:</b> Geomorfología del Estero del Pescado - Cantón Caluma. ....	78
<b>Anexo 15:</b> Textura del Estero del Pescado .....	79
<b>Anexo 16:</b> Hidrografía del Estero del Pescado - Cantón Caluma.....	80
<b>Anexo 17:</b> Ecosistemas del Estero del Pescado – C-antón Caluma.....	81
<b>Anexo 18:</b> Cobertura y Uso de Suelo del Estero del Pescado - Cantón Caluma. ....	82
<b>Anexo 19:</b> Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2012 - Cantón Caluma.....	83
<b>Anexo 20:</b> Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma.....	84
<b>Anexo 21:</b> Superposición de afluentes del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma.....	85
<b>Anexo 22:</b> Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2019 - Cantón Caluma.....	86
<b>Anexo 23:</b> Riesgo de inundaciones del Estero del Pescado - Cantón Caluma. ....	87

Anexo 1: Ficha de Evaluación.

 <b>UNIVERSIDAD</b> ESTATAL DE BOLIVAR	<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b> <b>FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL</b> <b>SER HUMANO</b> <b>ESCUELA EN ADMINISTRACIÓN PARA</b> <b>DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO</b>					
<b>TRABAJO DE TITULACIÓN: “ESTUDIO MULTITEMPORAL DE LA DINÁMICA FLUVIAL DEL ESTERO DEL PESCADO, DEL CANTÓN CALUMA, PROVINCIA BOLÍVAR, EN EL PERÍODO 2010-2020</b>						
<b>Datos de ubicación geográfica</b>						
<b>Provincia:</b>	Bolívar	<b>Cantón:</b>	Caluma	<b>Sector:</b>	Estero del Pescado	
<b>FICHA DE EVALUACIÓN ANTE INUNDACIÓN EN EL RECINTO ESTERO DEL PESCADO</b>						
<b>Información General</b>						
<b>Indicadores</b>	<b>Descripción</b>	<b>Datos</b>		<b>Check list</b>	<b>Observaciones</b>	
<b>Ubicación</b>	Coordenadas geográficas	Norte (Y)	Este (X)			
		9822290	695706			
<b>Entorno inmediato</b>	Característica del entorno físico	Suelo		✓		
		Vías		✓		
		Acceso		✓		
	Identificación y determinación de las amenazas		Inundaciones		✓	En temporadas invernales
			Deslizamientos		✓	
			Erosión y sedimentos		✓	
	Características geotécnicas		Tipo de suelo		✓	
			capacidad de soporte del suelo de sedimentación - instrumento		✓	
Topografía			✓			
nivel freático de la zona			✓			
<b>Aspectos Estructurales</b>						
	Tipo de edificación	Vertical		✓		
		Horizontal		✓		
		Número de pisos		✓	2 pisos	
			Cemento		✓	

<b>Características Estructurales de la edificación</b>	Material de construcción	Adobe	✓	
		Mixto	✓	
		Madera		
	Año de construcción	2000-2010	✓	
		2011-2015	✓	
		2016-2020	✓	
<b>Aspecto No Estructural</b>				
<b>Características de los servicios básicos</b>	Sistemas Básicos	Agua potable	✓	
		Alcantarillado	✓	
		Electricidad	✓	
		Comunicación	✓	
<b>Aspectos Funcionales</b>				
<b>Antecedentes de desastres</b>	Registros de desastres anteriores	Inundaciones	✓	
		Deslizamientos	✓	
		Incendios forestales		
		Tala de arboles	✓	
		Terremotos		
<b>Capacidad de respuesta</b>	Existencias de planes	Planes de contingencia		No cuentan con planes de respuesta
		Planes de emergencias		
		Periodicidad de simulacros		

**Elaborado por:** Autoras.



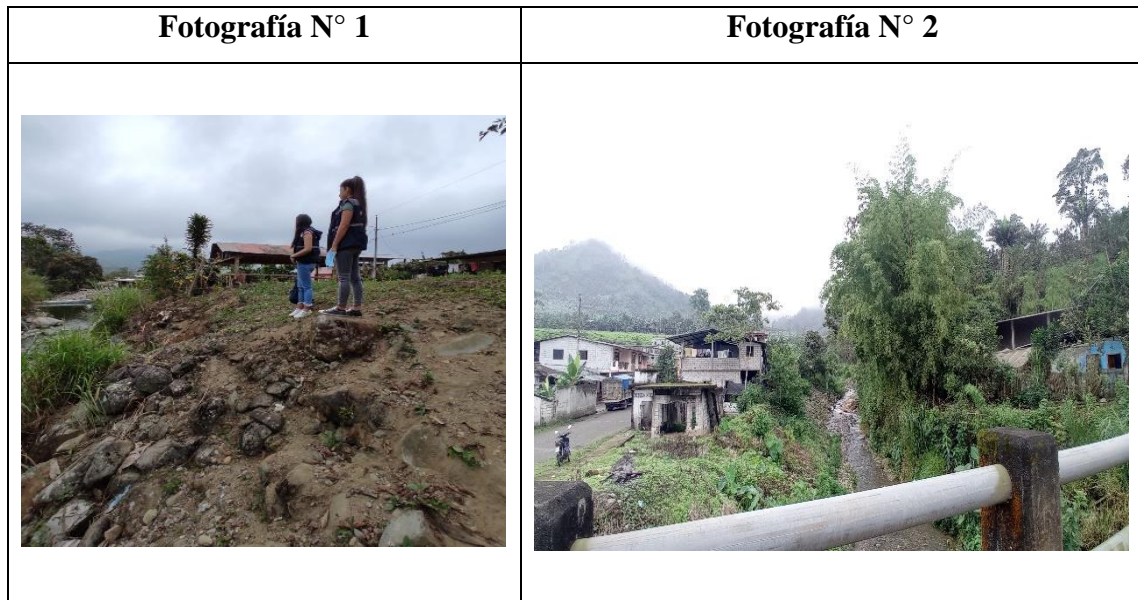
**Anexo 2: Puntos levantados en campo.**

<b>ID</b>	<b>Este</b>	<b>Norte</b>	<b>Altitud</b>	<b>Sector</b>	<b>Descripción</b>
1	695441	9822640	431	Estero del Pescado	Superficie de inundación
2	695467	9822558	425	Estero del Pescado	Superficie de inundación
3	695456	9822571	431	Estero del Pescado	Superficie de inundación
4	695508	9822476	402	Estero del Pescado	Superficie de inundación
5	695542	9822449	398	Estero del Pescado	Superficie de inundación
6	695583	9822405	341	Estero del Pescado	Superficie de inundación
7	695611	9822380	427	Estero del Pescado	Superficie de inundación
8	695599	9822366	436	Estero del Pescado	Vivienda
9	695611	9822352	436	Estero del Pescado	Vivienda
10	695622	9822342	433	Estero del Pescado	Vivienda
11	695635	9822332	431	Estero del Pescado	Vivienda
12	695644	9822324	426	Estero del Pescado	Vivienda
13	695653	9822315	436	Estero del Pescado	Vivienda
14	695663	9822309	436	Estero del Pescado	Vivienda
15	695677	9822300	409	Estero del Pescado	Vivienda
16	695697	9822301	425	Estero del Pescado	Superficie de inundación
17	695714	9822315	436	Estero del Pescado	Vivienda
18	695729	9822309	420	Estero del Pescado	Vivienda
19	695706	9822290	406	Estero del Pescado	Puente
20	695744	9822276	400	Estero del Pescado	Superficie de inundación
21	695760	9822261	400	Estero del Pescado	Superficie de inundación
22	695709	9822278	420	Estero del Pescado	Vivienda
23	695723	9822275	405	Estero del Pescado	Superficie de inundación
24	695778	9822226	391	Estero del Pescado	Superficie de inundación
25	695792	9822233	403	Estero del Pescado	Islote
26	695769	9822161	391	Estero del Pescado	Superficie de inundación
27	695791	9822183	380	Estero del Pescado	Islote

<b>28</b>	695723	9822152	386	Estero del Pescado	Terraza de inundación
<b>29</b>	695812	9822206	395	Estero del Pescado	Unión del cauce Estero del Pescado y Caluma
<b>30</b>	695427	9822637	442	Estero del Pescado	Carretera
<b>31</b>	695574	9822405	419	Estero del Pescado	Carretera



**Elaborado por:** Autoras.

**Anexo 3:** Reconocimiento del área de estudio en el sector Estero del Pescado.





**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2021.

**Anexo 4: Tanque de captación de agua, vulnerables a desbordamiento del Estero.**

Fotografía N° 3	Fotografía N° 4
	

**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2021.

**Anexo 5: Represamiento de agua para atracciones turísticas.**

Fotografía N° 5	Fotografía N° 6
	

**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2021.



**Anexo 6:** Diálogo con los moradores que se encuentran directamente asentados en las riveras del Estero.





**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2021.

**Anexo 7:** Dragado del Estero sin dirección técnica.



**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2021.

**Anexo 8: Crecida del estero llegando al nivel del muro.**

<b>Fotografía N° 10</b>	<b>Fotografía N° 11</b>
	

**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2020.

**Anexo 9: Nivel de las manchas de agua que alcanza la inundación.**

<b>Fotografía N° 12</b>	<b>Fotografía N° 13</b>
	

**Fuente:** Autoras.  
**Fotografías:** Año 2021.



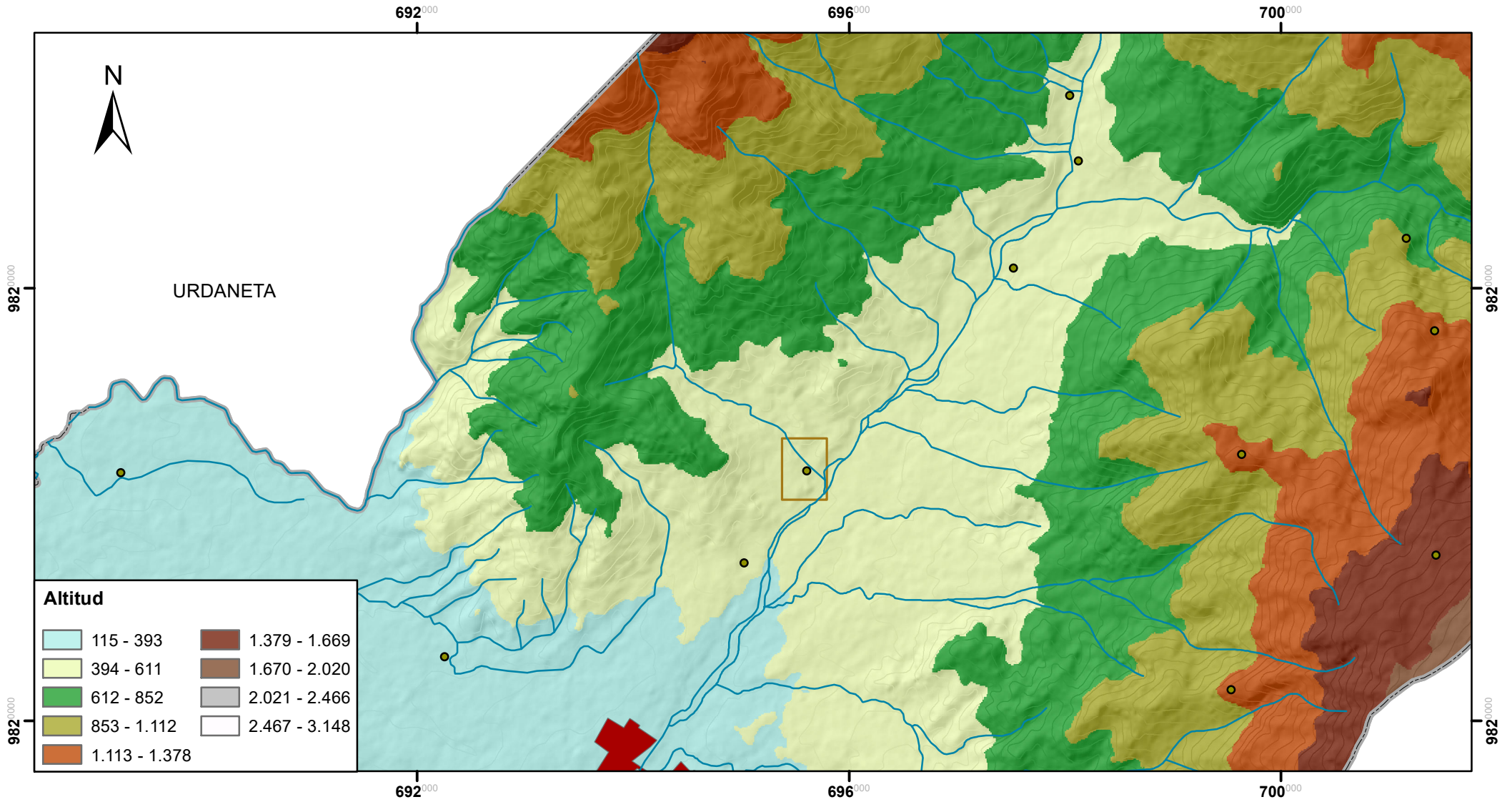
**Anexo 10: Fotografía Aérea.**

**Fotografía N° 14**



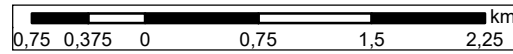
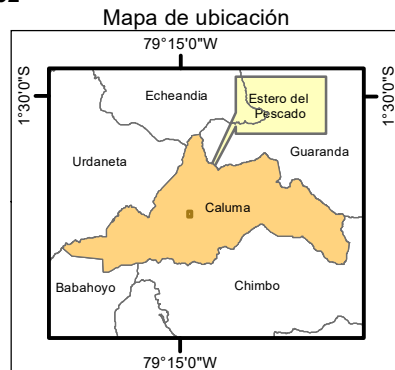
**Fuente:** GAD Caluma (Departamento de Planificación)  
**Fotografía aérea:** Año 2019

# Relieve del Estero del Pescado - Cantón Caluma



**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- Río secundario
- Curvas de nivel
- AOI
- Zona Urbana
- Límite parroquial

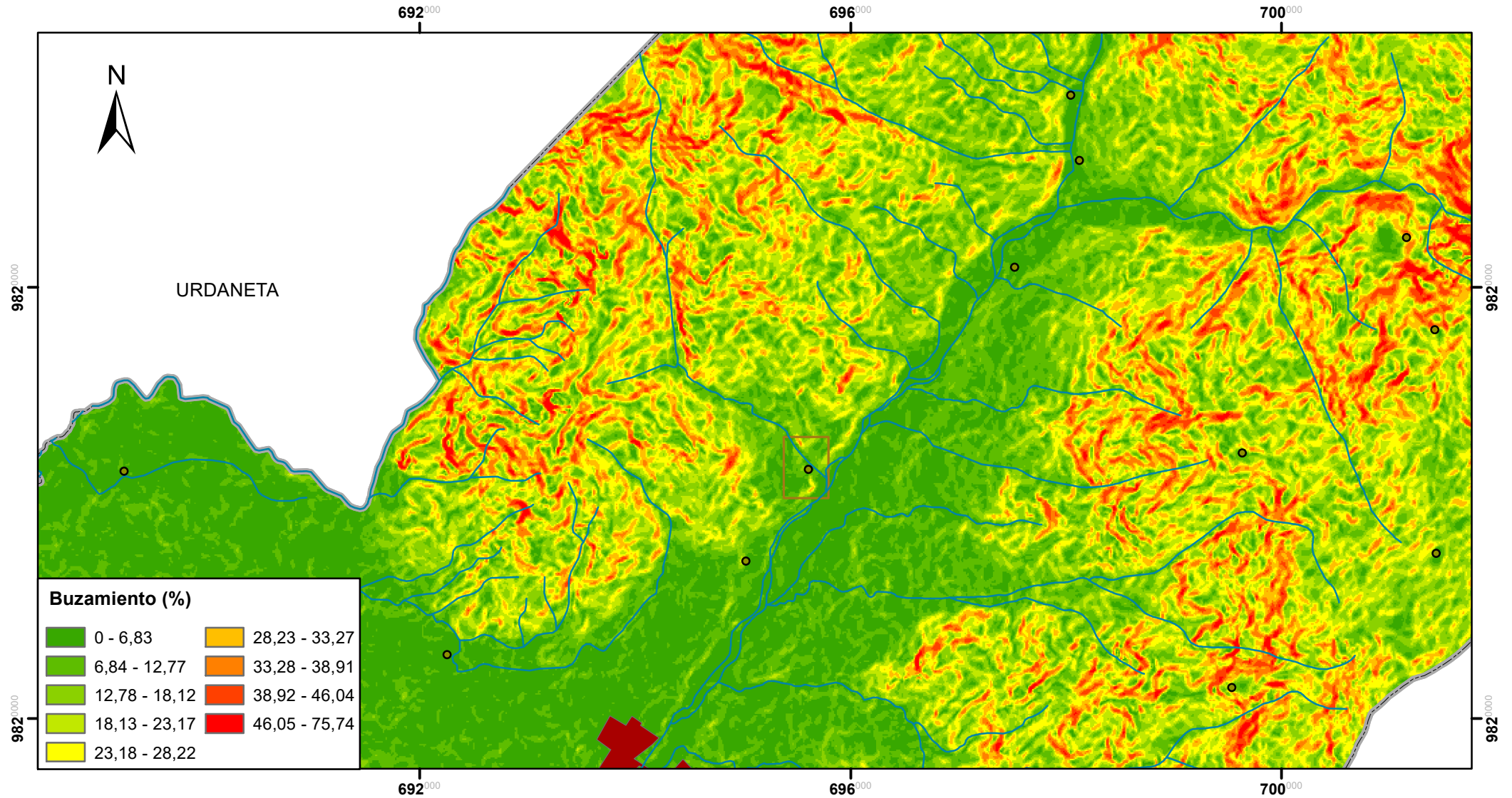


Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Relieve del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ Earth Data (NASA)	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 1	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000

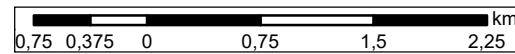


# Pendientes del Estero del Pescado - Cantón Caluma




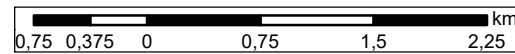
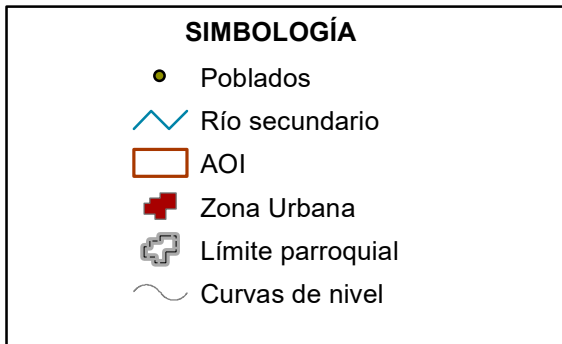
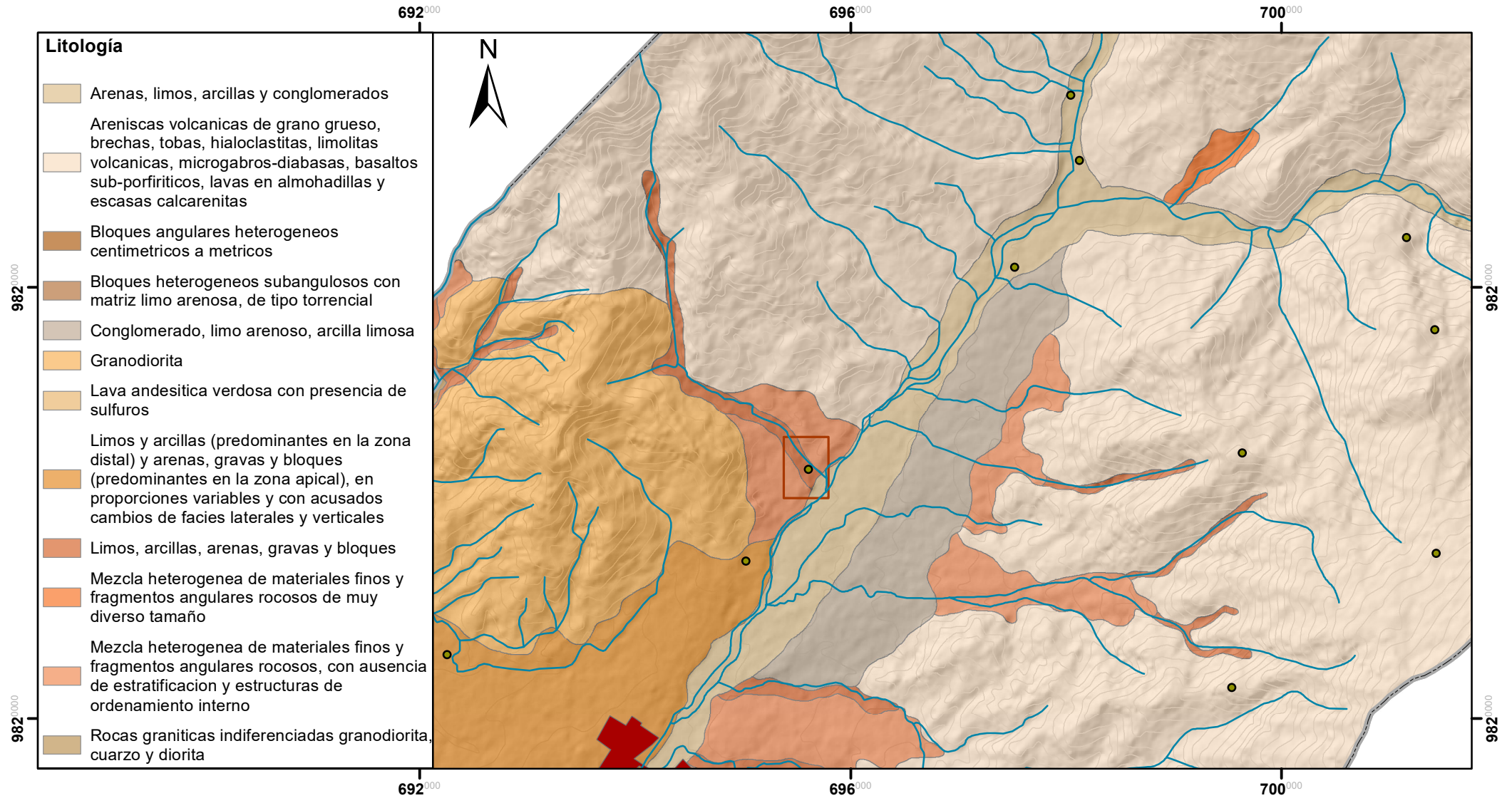
**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- ~ Río secundario
- Curvas de nivel
- AOI
- ⊕ Zona Urbana
- ⊕ Límite parroquial



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

 <b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b> FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Pendiente del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ Earth Data (NASA)	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 2	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000

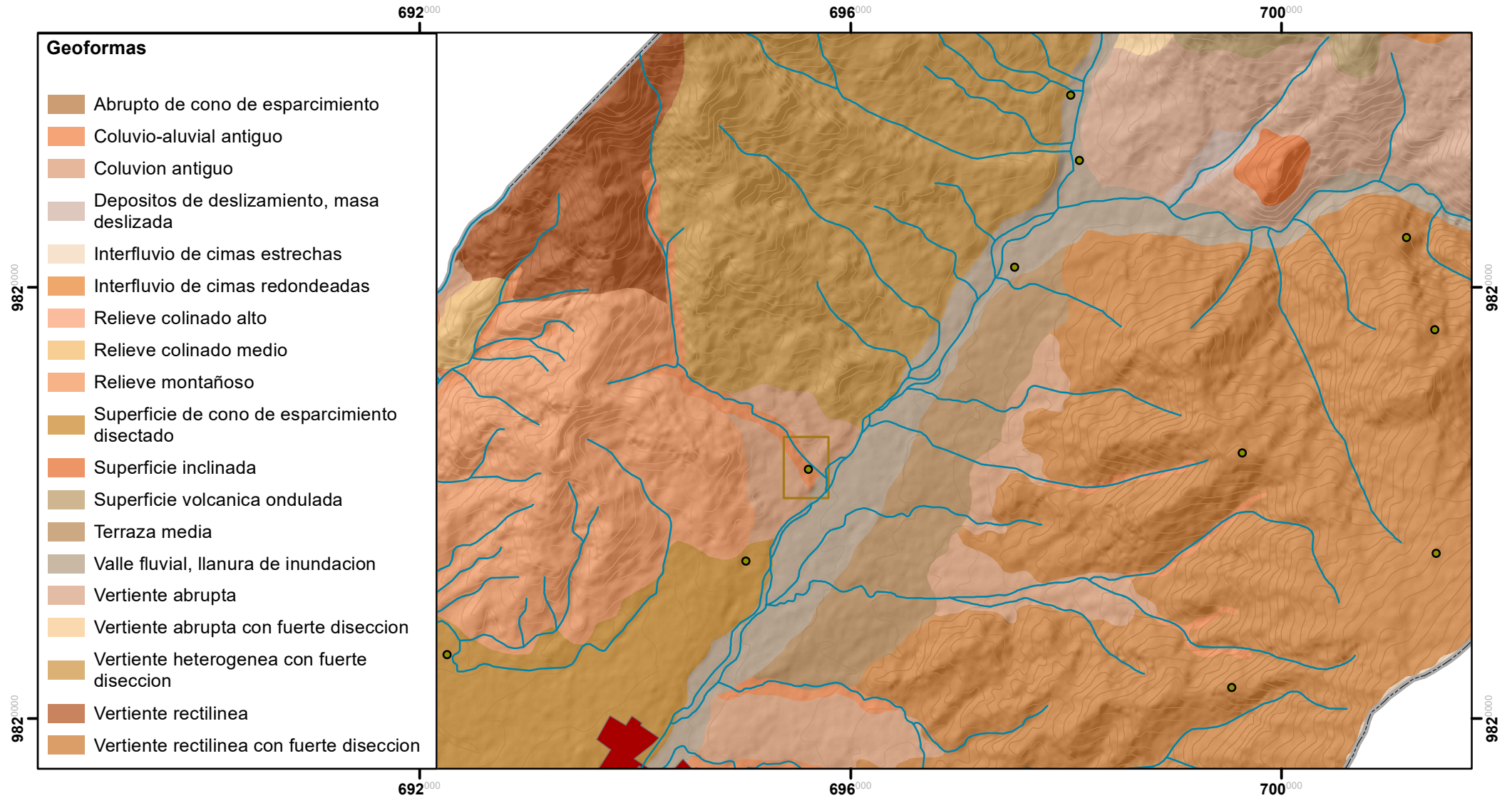


Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

<b>UEB</b> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Geología del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ MAGAP	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 3	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000

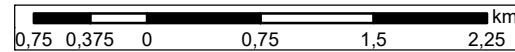


# Geomorfología del Estero del Pescado - Cantón Caluma



**SIMBOLOGÍA**

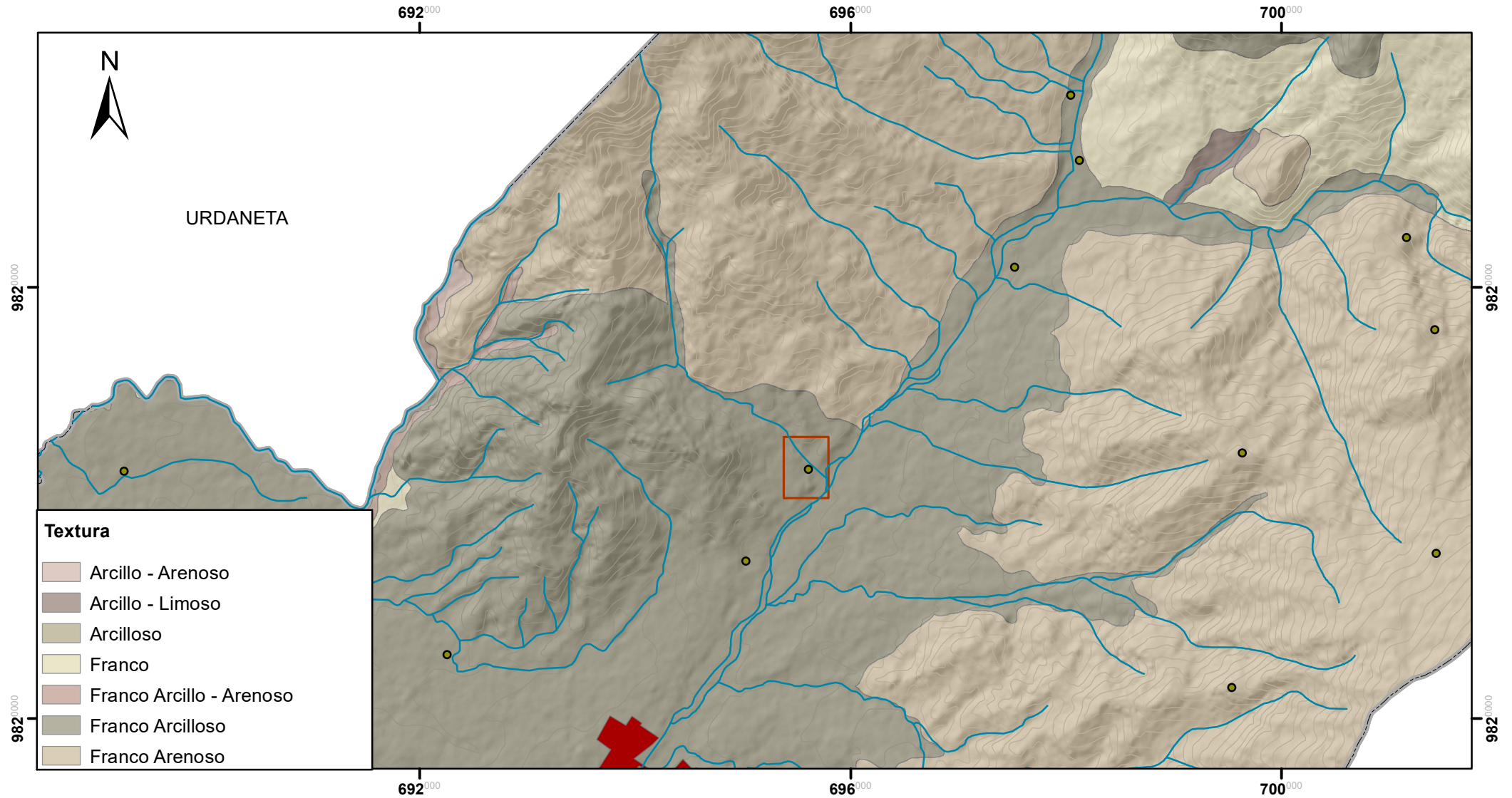
- Poblados
- ~ Río secundario
- ~ Curvas de nivel
- AOI
- ⊕ Zona Urbana
- ⊕ Límite parroquial



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

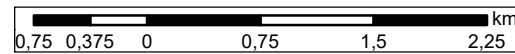
UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Geomorfología del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ MAGAP	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 4	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000

# Textura del Estero del Pescado - Cantón Caluma




**SIMBOLOGÍA**

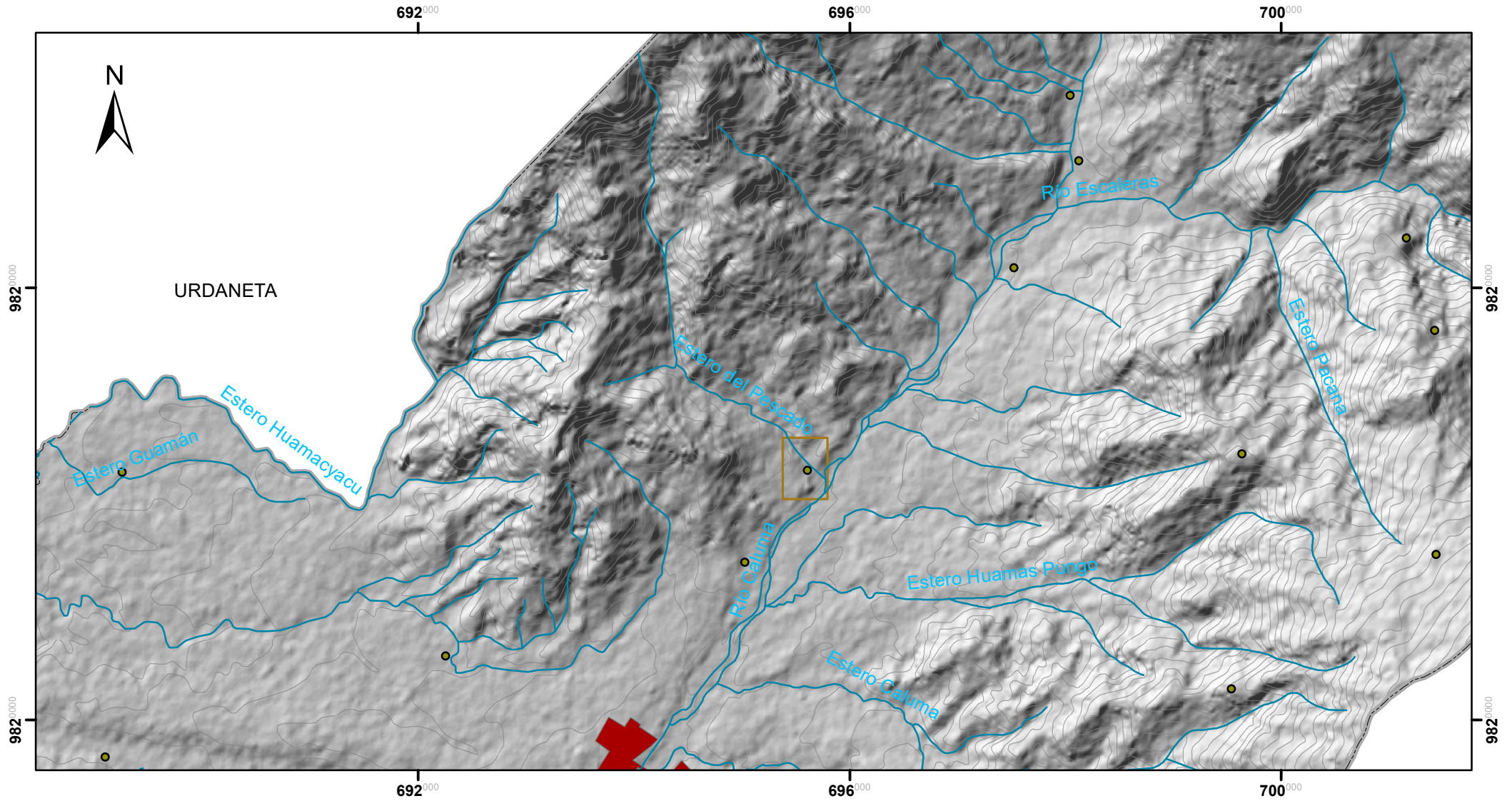
- Poblados
- ~ Río secundario
- AOI
- ✚ Zona Urbana
- ⊕ Límite parroquial
- ~ Curvas de nivel



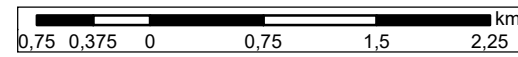
Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Textura del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ MAGAP	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 5	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000





Mapa de ubicación



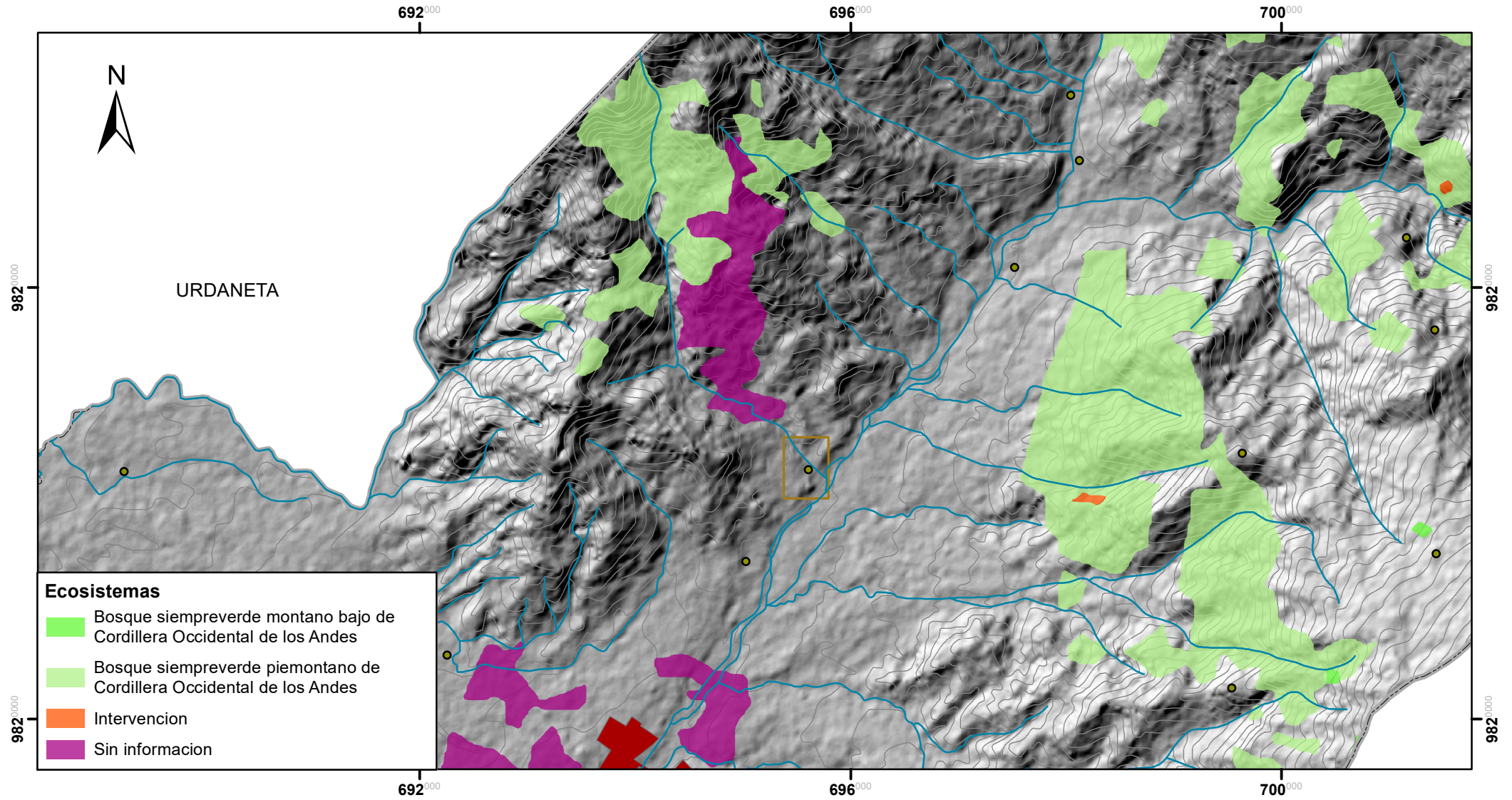
Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

## SIMBOLOGÍA

- Poblados
- Río secundario
- Curvas de nivel
- AOI
- + Zona Urbana
- Límite parroquial

<b>UEB</b> UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Hidrografía del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 6	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000



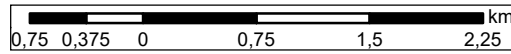
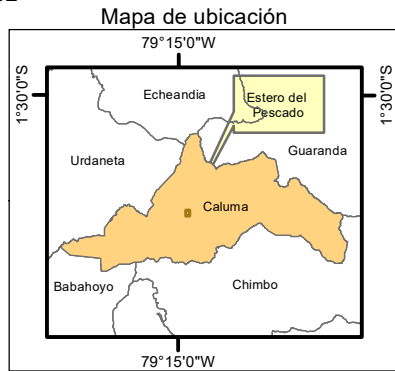


**Ecosistemas**

- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
- Intervencion
- Sin informacion

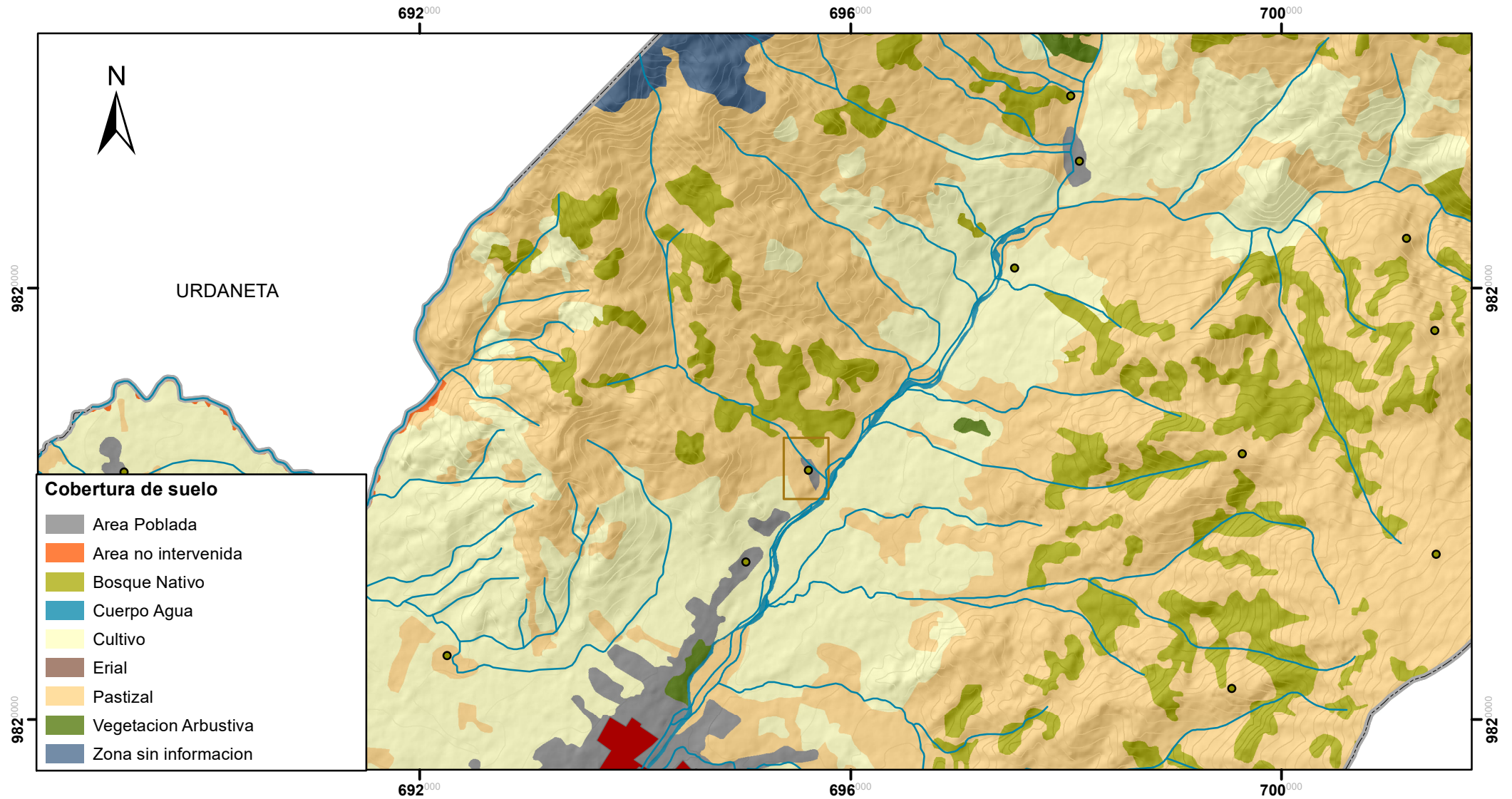
**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- Río secundario
- AOI
- + Zona Urbana
- Límite parroquial
- Curvas de nivel



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Ecosistemas del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/MAE	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 7	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000

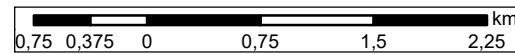


### Cobertura de suelo

- Area Poblada
- Area no intervenida
- Bosque Nativo
- Cuerpo Agua
- Cultivo
- Erial
- Pastizal
- Vegetacion Arbustiva
- Zona sin informacion

### SIMBOLOGÍA

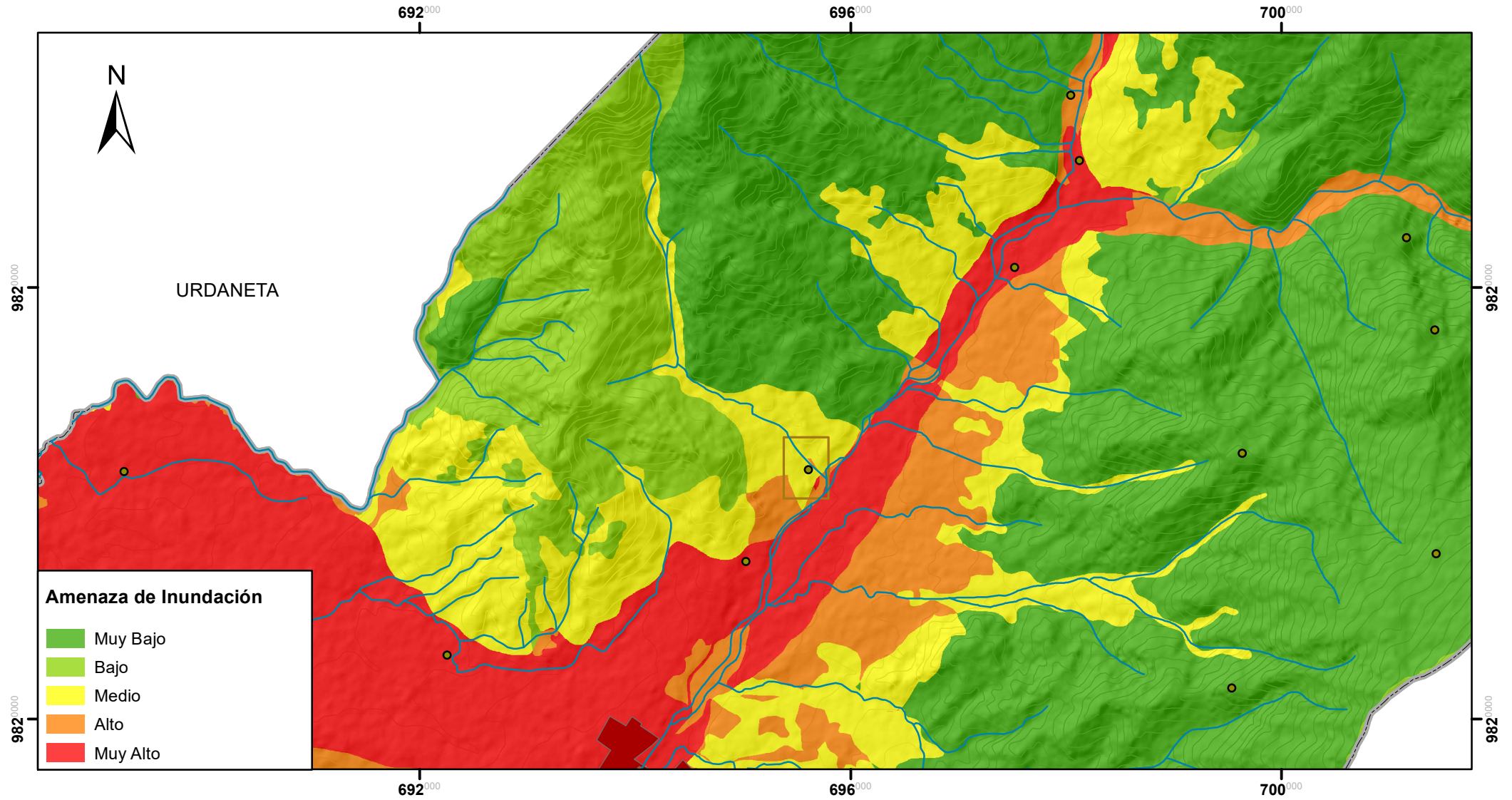
- Poblados
- Río secundario
- AOI
- Zona Urbana
- Límite parroquial
- Curvas de nivel



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

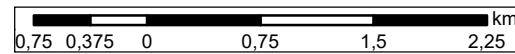
<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR</b> FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Cobertura y Uso de suelo del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ MAGAP	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 8	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000





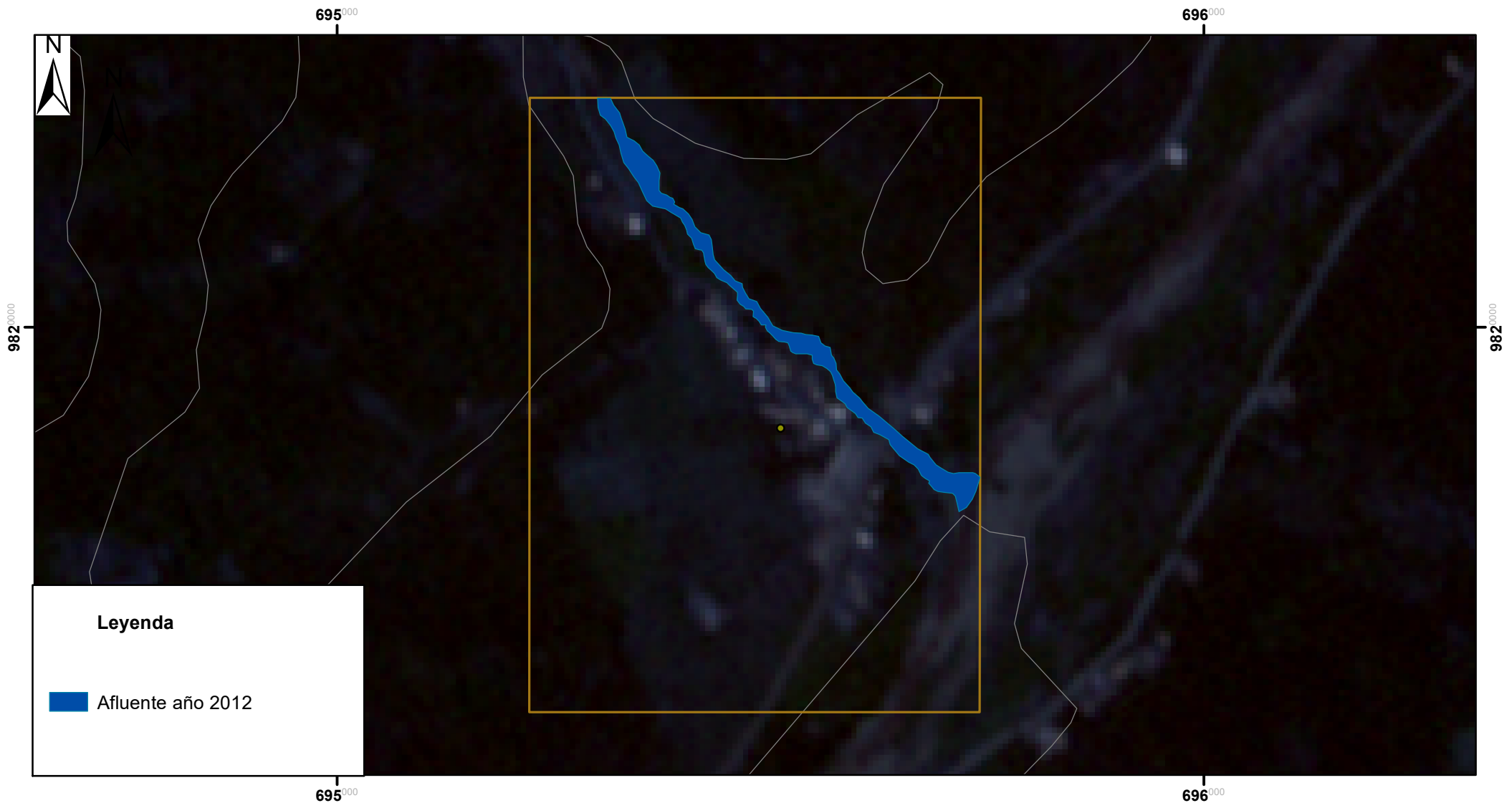
**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- Río secundario
- Curvas de nivel
- AOI
- Zona Urbana
- Límite parroquial



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Riesgo de Inundaciones del Estero del Pescado - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ MAGAP/INAMHI	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 13	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 50.000	Escala de trabajo: 1:25.000

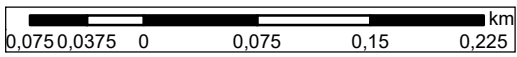
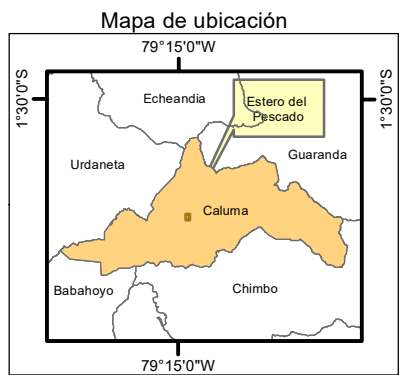


**Leyenda**

- Afluente año 2012

**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- Curvas de nivel
- AOI



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

<b>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR</b> FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Dinámica Fluvial del Estero del Pescado para el año 2012 - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Tutora Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ GAD Caluma	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 9	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 5.000	Escala de trabajo: 1:1.000

695<sup>000</sup>

696<sup>000</sup>

982<sup>0000</sup>

982<sup>0000</sup>

695<sup>000</sup>





696<sup>000</sup>



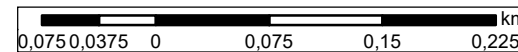
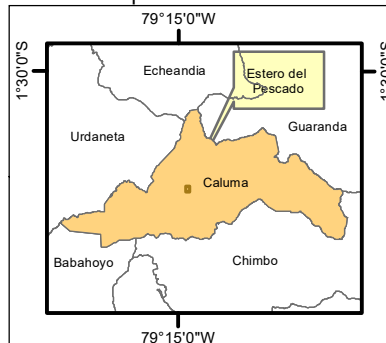
### Leyenda

 Afluente año 2019


### SIMBOLOGÍA

-  Río secundario
-  Curvas de nivel
-  AOI
-  Límite parroquial

### Mapa de ubicación



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

 UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Dinámica Fluvial del Estero del Pescado para el año 2019 - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ GAD Caluma	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 10	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 5.000	Escala de trabajo: 1:1.000

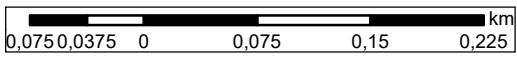
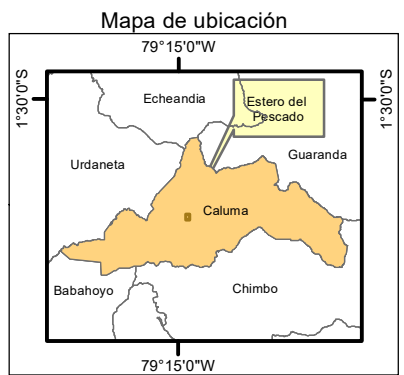


**Leyenda**

- 2012
- Afluente año 2019

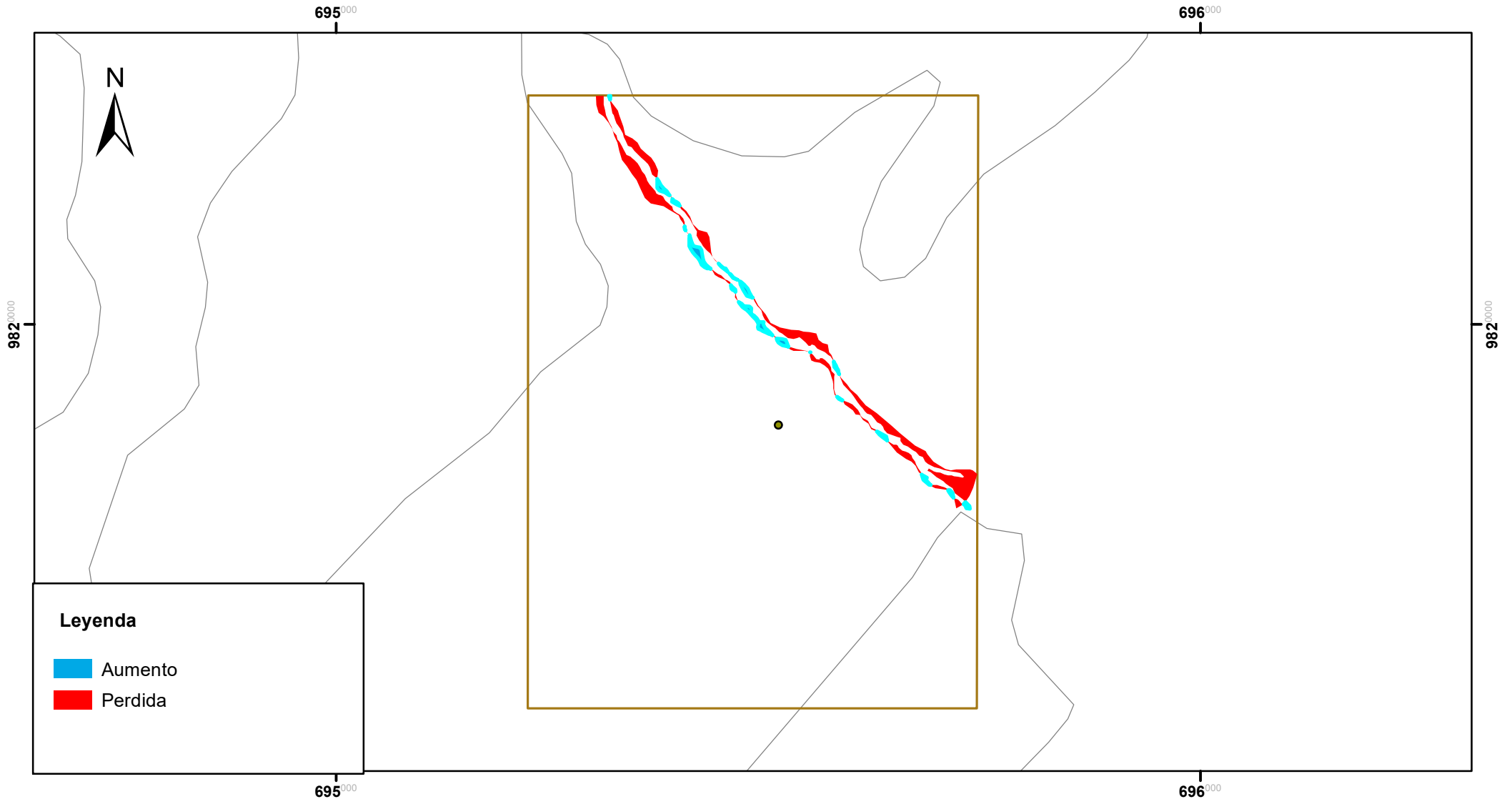
**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- ~ Curvas de nivel
- AOI



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

<p>UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR                  FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO                  ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO</p>		
Superposición de afluentes del Estero del Pescado 2012 - 2019 - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ GAD Caluma	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 11	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 5.000	Escala de trabajo: 1:1.000



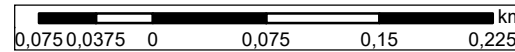
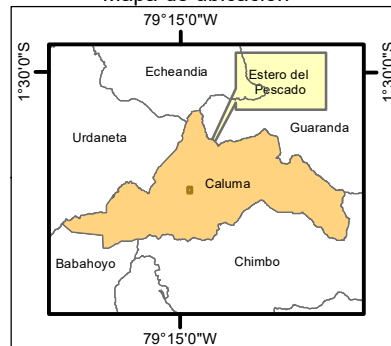
**Leyenda**

- Aumento
- Perdida

**SIMBOLOGÍA**

- Poblados
- Curvas de nivel
- AOI

Mapa de ubicación



Sistema de coordenadas: WGS 1984 UTM  
 Zone 17S  
 Proyección: Transverse Mercator  
 Datum: WGS 1984  
 Unidades: Metros

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLIVAR FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y EL SER HUMANO ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO		
Dinámica Fluvial del Estero del Pescado 2012 - 2019 - Cantón Caluma		
Realizado por: Autoras	Revisado por: Ing. María Vallejo	
Fuente: IGM/ GAD Caluma	Fecha de revisión: 15/12/2021	
Mapa Nro. 12	Fecha: 15/12/2021	Zona 17 S
Datum WGS84	Escala: 1: 5.000	Escala de trabajo: 1:1.000