

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador

Departamento de Asuntos Públicos

Convocatoria 2021-2022

Tesina para obtener el título de Especialización en Liderazgo, Cambio Climático y  
Ciudades

Escenarios de Riesgo Climático Asociados al Caudal del Río Coca en la Provincia de  
Orellana: Recomendaciones de Política para los Gobiernos Nacional y Local

Juan Carlos Barragán Noboa

Asesora: Dra. (c) Isarelis Pérez Ones

Lectora: Diana Marcela Paz Gómez

Quito, enero de 2023

## **Dedicatoria**

En primer lugar, para mi familia, amigos, colegas de la especialización de cambio climático ciudades y liderazgo, así como a los compañeros de labores con quienes se realizó trabajo de campo para el sustento del presente documento. Y para finalizar a los representantes de las comunidades asentadas en la ribera del río Coca que conocen la importancia de la dinámica del Río y los efectos negativos como consecuencia del cambio climático.

## **Epígrafe**

Los eventos de lluvias intensas más frecuentes y la variabilidad de las precipitaciones bajo la dimensión del cambio climático, así como inundaciones más intensas, pueden intensificar los procesos de erosión.

(IPCC 2019, 14)

## **Contenido**

Resumen.....	8
Agradecimientos .....	9
Introducción.....	10
Capítulo 1. Proceso de erosión y sedimentación río Coca y la Ciudad de Francisco de Orellana.....	16
1.1 El Río Coca y los problemas asociados al aumento del caudal debido a las lluvias. ....	18
1.2 Distribución de meandros.....	19
1.3 Elemento Morfométricos de la cuenca .....	22
1.4 Hidrología e inundaciones .....	23
1.5 Transporte de sedimentos .....	24
1.6 Clima.....	25
1.7 Precipitación .....	26
1.8 Temperatura .....	26
1.9 Hidrología .....	26
1.10 Historial de inundaciones Río Coca.....	26
1.11 Comunidades que se encuentra en la Zona de Influencia del proceso de erosión y sedimentación .....	30
Capítulo 2 Diagnostico Hidrológico y Climático .....	35
2.1 Información Hidrológica y Climatológica.....	35
2.2 Registro de información Hidrológica.....	35
2.3 Análisis de los datos.....	37
2.4 Posibles Escenarios.....	38
2.5 Análisis de los datos según los periodos identificados .....	38
2.6 El análisis multi-temporal :.....	41
Capítulo 3 Contexto nacional sobre las inundaciones: Una reflexión desde los debates sobre cambio climático .....	43

3.1 Percepción y conocimiento .....	43
3.2 Algunas reflexiones a partir de la percepción de los afectados. ....	45
Conclusiones .....	48
Referencias.....	50
Anexos .....	53

## **Lista de ilustraciones**

### **Tablas**

Tabla 1. Afectaciones por época lluviosa 2022.....	13
Tabla 1.1. Estaciones hidrometeorológicas INAMHI.....	24
Tabla 1.2. Registro de Inundaciones provincia de Orellana.....	27
Tabla 1.3. Población en riesgo de inundación Gad Orellana.....	32
Tabla 1.4. Población en riesgo de inundación Gad Joya de los Sachas .....	32
Tabla 2.1. Registro de Caudales .....	32
Tabla 2.2. Datos estación San Sebastian .....	32

### **Mapas**

Mapa 1. Mapa de riesgo de inundación.....	11
Mapa 1.1. Estaciones hidrológicas INAMHI nivel nacional .....	12
Mapa 2.1. Mapa Bioclimático del Ecuador .....	34
Mapa 2.2. Mapa de la Cuenca Baja del Río Coca.....	39

### **Figuras**

Figura 1.1 Proceso de sedimentación .....	11
Figura 1.2 Afectaciones Erosión hídrica sector Toyuca .....	12
Figura 2.1 Foto Satelital ribera río Coca .....	38
Figura 2.2 Foto Satelital multitemporal río Coca.....	38

### **Fotos**

Foto 1 Erosión río Coca.....	56
Foto 2 Erosión en la ribera río coca.....	56
Foto 3 Erosión eje vial sector minas de huataraco .....	57
Foto 4 Erosión unión río Coca con río Napo.....	58
Foto 5 Río Coca.....	60
Foto 6 Afectación planta de tratamiento de agua de consumo humano .....	60
Foto 7 Muro de protección ribera río Coca .....	60
Foto 8 material de protección ribera del río coca .....	60
Foto 9 Muro de piedra bola protección ribera .....	60

## **Declaración de cesión de derecho de publicación de la tesina**

Yo, Juan Carlos Barragán Noboa, autora de la tesina titulada “Escenarios de Riesgo Climático asociados al caudal del Río Coca en la Provincia de Orellana: Recomendaciones de política para los Gobiernos Nacional y Local ” declaro, que la obra es de mi exclusiva autoría, que le he elaborado para obtener el título de especialización en Liderazgo, Cambio Climático y Ciudades concedido por la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO Ecuador.

Cedo a la FLACSO Ecuador los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, bajo la licencia de *Creative Commons* 3.0 Ecuador (CC BY-NC-ND 3.0 EC), para que esta universidad la publique en su repositorio institucional, siempre y cuando el objetivo no sea obtener un beneficio económico.

Quito, enero de 2023



Firmado electrónicamente por:  
**JUAN CARLOS  
BARRAGAN  
NOBOA**

---

Juan Carlos Barragán Noboa

## **Resumen**

La influencia de los eventos climáticos (Hidrometeorológicos extremos), combinados con las condiciones actuales en donde no se han realizado mejoras para mitigar los impactos por desbordamientos de ríos junto con el comportamiento del cauce debido a la presencia de sedimento y nivel de caudal del ríos. Es de especial interés lo que ocurre a nivel mundial debe llamar la atención de investigadores, profesionales, y sobre todo autoridades a fin de que se genere la política pública necesaria para precautelar la seguridad y la integridad de las personas sus medios de vida e infraestructura que podría ser gravemente afectada por crecidas de río causando inundaciones y erosión de la rivera destruyendo las viviendas que se encuentran asentadas en la orilla así como la afectación de vías, instalaciones eléctricas, de comunicaciones, de alcantarillado y saneamiento, entre otros. Y para el caso de estudio la erosión de la ribera del río que es aún más severo debido a que se pierde un bien que es muy valorado el Suelo.

El presente documento es una investigación realizada en el río Coca provincia de Orellana, mediante la identificación del contexto de riesgo climático asociado a las lluvias sobre el caudal del Río Coca durante los últimos 10 años; definir posibles escenarios de riesgo climático asociados a las lluvias sobre el caudal y la infraestructura del Río Coca; y plantear lineamientos y propuestas de política pública a los Gobiernos Nacional y Local para enfrentar, mitigar, responder ante los posibles escenarios de riesgo climático asociados a la lluvia sobre el caudal del Río Coca en la Provincia de Orellana durante el año 2022.



## **Agradecimientos**

A la Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales FLACSO Ecuador, a el señor director de la Especialización, docentes durante todo el proceso formativo, asesora, lectora-1 durante toda la especialización y presentación del presente documento de graduación así como a los demás colegas, compañeros y amigos los cuales con sus conocimientos, experiencia, paciencia y dedicación me supieron conducir hasta este momento en donde se presenta un documento que se convierta en la base para futuras investigaciones de la relación entre los ríos y su dinámica con el cambio climático y sus efectos en especial en el río Coca.

## **Introducción.**

El Cantón Francisco de Orellana se creó mediante registro Oficial Nro. 169 del 30 de abril del 1969, tiene una extensión territorial de 7.047 km<sup>2</sup>. Limita al norte con el Cantón Joya de los Sachas, al sur los cantones Arajuno provincia de Pastaza y Tena de la provincia del Napo, al este el Cantón Aguarico y al oeste Cantón Loreto y cantón Tena de la provincia del Napo.

El clima es muy húmedo tropical. La temperatura promedio anual es de 26° centígrados. Precipitación: Desde los 2800 a 4500 mm. La ciudad del Francisco de Orellana se encuentra rodeada de tres ríos: El Payamino, el Coca, el río Napo.

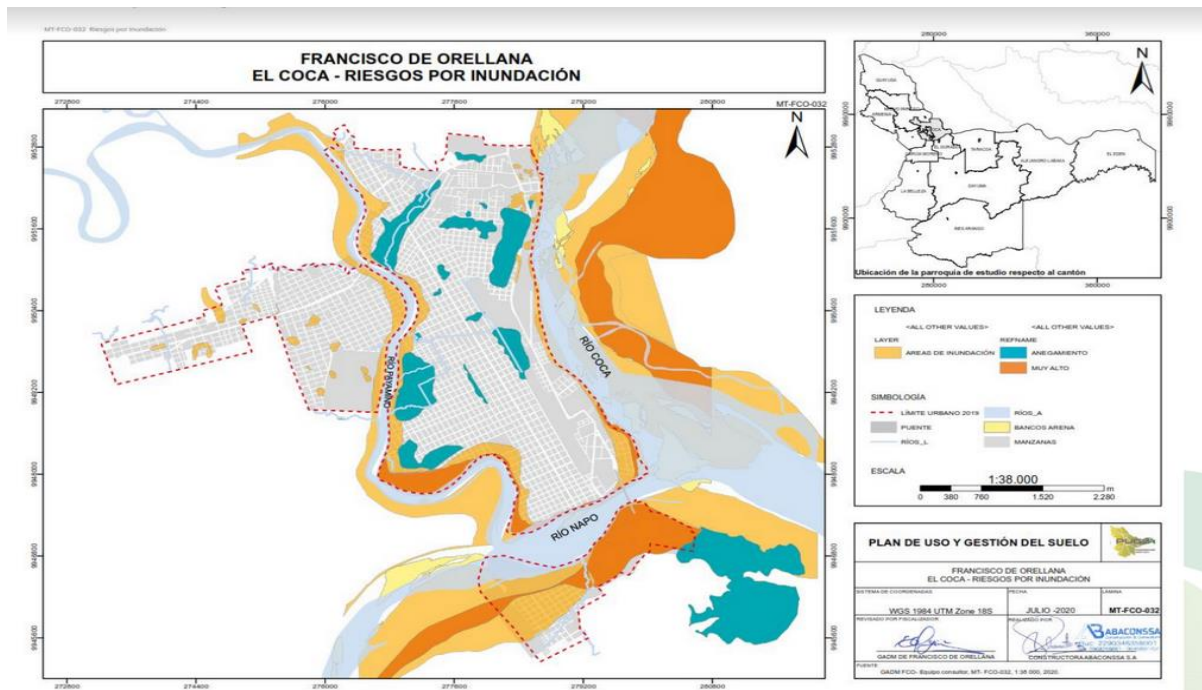
Población: Según los datos de VII Censo de Población y VI de vivienda el Coca tiene una población de 88.106 habitantes (INEC, 2010). Las proyecciones de población para el 2020 indican que la población asciende a unos 92.951 habitantes con un 62% en la parte urbana y el 38% en las cabeceras parroquiales. El río coca corresponde a un total de 29.125 (Ha) y del total de la red hídrica del cantón Francisco de Orellana es un 4.13 % de la red.

En las orillas o márgenes del río Coca se ubican un número importante de asentamientos humanos, así como instalaciones e infraestructura. La dinámica del río ha sido permanente y los procesos de precipitaciones son los que han determinado las inundaciones en la cuenca baja, provocando desbordamientos y anegaciones (inundaciones), en la ciudad del Coca, por lo que tanto las autoridades como la población deben tener claridad sobre las acciones de prevención y preparación ante la temporada lluviosa. De igual forma, ambos actores tienen un rol clave en conseguir el desarrollo sostenible y sustentable de la zona, para lo que es necesario proteger la infraestructura que está en la ribera del río y, sobre todo, las viviendas y las personas que viven en el sector.

Según el Plan de Ordenamiento Territorial y Plan Uso y Gestión del Suelo, la ciudad cuenta con obras de infraestructura esenciales tales como vías, instalaciones de tratamiento de agua potable así como servicios de atención a población los cuales en condiciones normales no se encuentren expuestos en la llanura de inundación. Dentro de

las competencias del Gobierno Autónomo Descentralizado tiene la responsabilidad que no se realicen asentamientos irregulares y que no se autorice la urbanización de asentamientos humanos en zonas de riesgo por inundación. Los asentamientos irregulares no cuentan con documentación que indique sobre la legalidad de los predios y los títulos de propiedad.

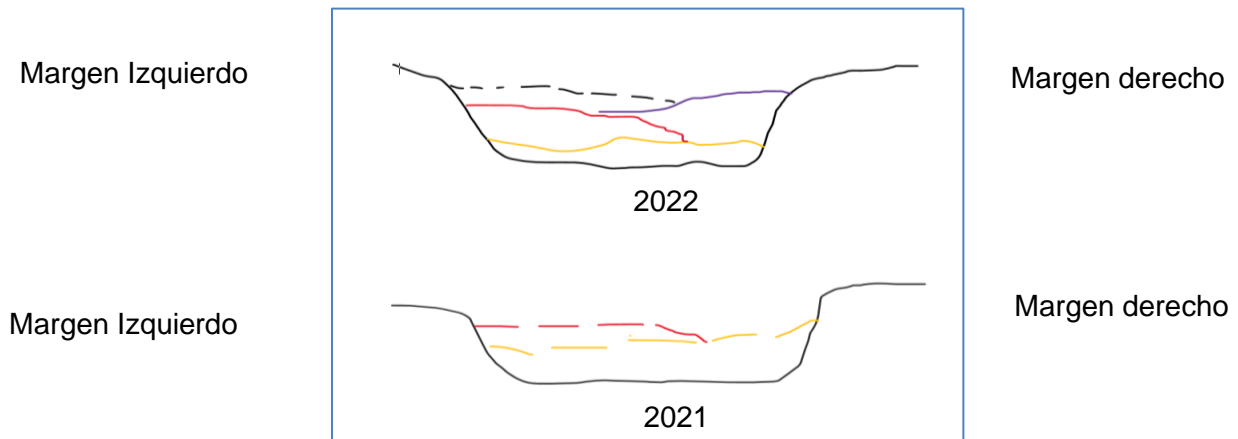
**Mapa 1. Mapa de riesgos Inundación Francisco de Orellana.**



Fuente: Plan de respuesta GAD Orellana (2022, 75)

El tema de la investigación es de especial interés debido a que la ciudad de Francisco de Orellana en condiciones normales de lluvias se presentan sucesos de erosión y de sedimentación los cuales son elementos claves y determinantes para que se produzcan inundaciones y por lo tanto las afectaciones a las viviendas, las personas, infraestructura. La presencia del río coca genera una erosión permanente en las riberas lo que provoca el peligro de las viviendas que se encuentran asentadas en estos sitios. La ciudad de Francisco de Orellana (El Coca ), es frecuente que en situaciones normales de lluvias se generen anegamientos debido a la acumulación de agua. Ahora bien debido al proceso de erosión regresiva en la parte alta del río coca ha generado la presencia de sedimento que transforma los meandros del río, y que en situación de lluvias extraordinarias aumentará el volumen de agua en el río generando impactos negativos mediante la erosión (desprendimiento de suelo de las riberas de los ríos) y afectación en los bienes y servicios tanto públicos como privados, así como en las acciones cotidianas de las personas que habitan a los márgenes de la ribera del río Coca.

**Figura 1. Imagen de sedimentación meandros del rio coca**



*Fuente* Elaboración propia

*Nota* La sedimentación se identifica por el nivel de la altura del material sólido presente en el río en los sectores de estudio se ha identificado a las personas caminando por el lecho del río .

En el gráfico se puede identificar mediante los colores los niveles de sedimento en un tramo del río Coca, la dinámica es muy variada debido a las precipitaciones y al caudal del río. La época lluviosa o las lluvias extraordinarias que se presentan por el efecto del cambio climático pueden causar efectos nefastos para la población asentada en la ribera. Es de relevancia considerar los eventos que se están presentando a nivel mundial. El deshielo en los glaciares también en las nieves perpetuas en los nevados es evidencia de que algo extraordinario está ocurriendo y la Amazonia al encontrarse en una parte baja sin duda enfrentará los estragos del cambio climático y el calentamiento global, así como sus efectos.

Para Ecuador la situación no ha sido diferente, desde el mes de enero del 2022 hasta junio del 2022 se han presentado un conjunto de fenómenos con graves consecuencias producto de la época lluviosa a nivel nacional. La tabla que aparece a continuación muestra las principales estadísticas.

**Tabla 1. Cuadro de afectaciones por época lluviosa enero a junio del 2022 nivel nacional**

<b>Registro de afectaciones temporada lluviosa primer semestre 2022</b>	
Personas fallecidas	<b>51</b>
Personas afectadas	<b>37.848</b>
Heridos	<b>100</b>
Personas damnificadas	<b>1.389</b>
Viviendas afectadas	<b>8.062</b>
Viviendas destruidas	<b>191</b>

*Fuente:* DIMEVA del Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. <sup>1</sup>

*Nota:* Los datos presentados en la tabla corresponden a los efectos negativos producidos por la época lluviosa en el territorio nacional

Para los meses de julio a diciembre del año en curso se proyectan comportamientos similares, siempre y cuando la presencia de las lluvias se mantenga en los parámetros establecidos desde los 2800 a 4500 mm siendo los meses de febrero a abril los meses de mayor pluviosidad y los meses de agosto, septiembre, octubre los menos lluviosos<sup>2</sup>. Aunque con la presencia del cambio Climático se encuentran alterados los diferentes ciclos.

Por esta razón es indispensable que las autoridades, conscientes de este hecho, generen las acciones pertinentes y adecuadas para reducir y/o mitigar los efectos negativos de las inundaciones. Mediante la emisión de ordenanzas acordes a la situación real y se apliquen al estricto cumplimiento a fin de evitar desgracias humanas que lamentar.

Las medidas que se tomen deben ser de carácter de política pública, así como obra física las cuales deben estar encaminadas a la protección de la ciudadanía, su patrimonio, así como el progreso y el desarrollo alcanzado. Mediante la implementación de política pública (ordenanzas, resoluciones); encaminada a generar los planes, programas y proyectos necesarios para este fin. Por otra parte, es de gran importancia conocer la percepción que tienen los habitantes de las cuencas del río, de los riesgos y

<sup>1</sup>[https://correo.gestionderiesgos.gob.ec:443/home/saladesituacion@gestionderiesgos.gob.ec/Briefcase/SITREP%20EPOCA%20LLUVIOSA/Informe%20117%20%C3%89poca%20Lluviosa%2001012022\\_03062022.pdf](https://correo.gestionderiesgos.gob.ec:443/home/saladesituacion@gestionderiesgos.gob.ec/Briefcase/SITREP%20EPOCA%20LLUVIOSA/Informe%20117%20%C3%89poca%20Lluviosa%2001012022_03062022.pdf)

<sup>2</sup> [https://drive.google.com/file/d/1T56RXLRNftJBkvqHpMTnI7CEi5u\\_b\\_3c/view](https://drive.google.com/file/d/1T56RXLRNftJBkvqHpMTnI7CEi5u_b_3c/view) Plan de respuesta Gad Orellana.

consecuencias a los que están expuestos, así como la importancia de los cambios en la dinámica del Río Coca.

A partir de estos argumentos es que se define como pregunta de investigación: ¿Qué acciones desde el Gobierno Nacional y Local pueden aportar a mitigar los riesgos climáticos asociados al aumento del caudal del Río Coca debido al aumento de las precipitaciones en la Provincia de Orellana? Es un hecho que el Gobierno Nacional tiene la competencia cuando se presentan los desastres y catástrofes sin embargo es mediante todas las instituciones que conforman el ejecutivo se subdivide los trabajos y responsabilidades. Los actores en territorio también tienen sus propias funciones, atribuciones y competencias.

Para el gobierno nacional mediante el Ministerio de Agua y transición Ecológica y la subsecretaría de cambio climático dentro de programación anual y de trabajo debería desarrollar los estudios pertinentes por efecto de cambio climático y hidrológico de la cuenca del río Coca. Es así como desde el Gobierno Nacional mediante la asignación de recursos económicos a la instancia que corresponde se debe apoyar la aplicación de estudios de análisis de riesgos, el desarrollo de proyectos de infraestructura que proteja los bienes ya construidos y, velar porque los que se van a construir no estén expuestos a las amenazas naturales o antrópicas (Riesgo Aceptable). Los trabajos deben ser en conjunto con el Gad Local. El Estado mediante la Asamblea Nacional pueden generar y aprobar las leyes, códigos y normativa que rige la aplicación de política pública para la Gestión de Riesgos con sus respectivas sanciones administrativas, penales y judiciales, en caso de incumplimiento de las mismas.

Los Gobiernos tanto provinciales y cantonales deberían dirigir sus esfuerzos para los presupuestos asignados se los pueda utilizar en estudios y obras de mitigación para proteger la ribera del río coca y los asentamientos humanos.

Por su parte los gobiernos locales tienen las propias responsabilidades en Gestión de Riesgos que va desde la creación de ordenanzas que regulen la Gestión de Riesgos en el Territorio hasta la aplicación de la política pública nacional y local a fin de brindar un marco de garantías para los derechos de los ciudadanos a un entorno seguro y adecuado para el desarrollo y el progreso de los pueblos y que en caso de presentarse un evento peligroso, se cuente con los instrumentos de política pública que permita brindar una respuesta con los más altos estándares de asistencia humanitaria en desastres y catástrofes. Los presupuestos locales deben considerar, además, las acciones de

preparación, prevención y en caso de ocurrencia del evento peligro generar una respuesta coordinada y adecuada para la atención de la población damnificada. El Estado acude en ayuda de los GADS una vez que su capacidad de respuesta a sido supera y es de manera complementaria mediante el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias.

La tesina emplea una estrategia metodología mixta. En primer lugar, herramientas cualitativas para extraer buena parte de la información a partir de la observación participante, la realización de entrevistas, conversatorios y talleres con los habitantes de la cuenca del río, con las autoridades del territorio. También debido a que el autor participa de manera presencial en el lugar de los hechos donde se producen los cambios en los meandros de los ríos y donde mediante técnicas de monitoreo se identifica el avance del proceso de la erosión regresiva.

Se cuenta con datos de primera mano que indican los posibles escenarios con crecidas extraordinarias.

Por otra parte, también se hace uso de algunas herramientas cuantitativas al realizar el análisis de datos se plantea escenarios muy probables en base a la información disponible extraída de los registros del INAMHI con respecto a la estación meteorológica que registra la pluviosidad y otra estación que registra el nivel del cauce del río coca. También se hace uso de imágenes satelitales de la cuenca del río coca a fin de establecer los cambios que este ha sufrido del el 2020.

Se seleccionó el caso del río Coca debido a la necesidad expresada anteriormente de contribuir a generar conciencia y responsabilidad ciudadana, la ribera de los ríos no son un buen lugar para establecer una vivienda, es verdad que la mayoría del tiempo el río tiene un comportamiento no agresivo de desbordamiento e inundación sin embargo debido las fuertes precipitaciones los caudales aumentan y pueden causar muchos daños.

Por lo tanto, las autoridades nacionales, provinciales, cantonales, así como las comunidades locales deben conocer la situación (escenarios) a los que están expuestos y tomar decisiones informadas para su seguridad e integridad personal.

## **Capítulo 1. Proceso de erosión y sedimentación río Coca y la Ciudad de Francisco de Orellana.**

Es imprescindible comenzar este capítulo explicando qué son las inundaciones, cómo se caracterizan y qué implicaciones tienen en un contexto de cambio climático. La inundación es definida como la “acción de cubrir el agua una superficie, por ascenso del nivel de una corriente fluvial, lago o mar. Puede ser un proceso periódico como el que ocurre en una planicie de inundación, o esporádico” (Lugo 2011, 227). Estos eventos se generan debido a la crecida de los ríos, esteros, quebradas, y en muchas ocasiones causan efectos negativos en la población e infraestructura debido a que una masa de agua sobrepasa la capacidad propia del suelo de retención o de los meandros, desbordándose para anegar las áreas más bajas.

La literatura clasifica las inundaciones según categorías (Arias y Correa 2020). La clasificación básica las define, unas por desbordamiento de ríos planicies de inundación, y otra por súbitas debido a precipitaciones intensas en un corto espacio de tiempo. Pero también hay clasificaciones más específicas, por ejemplo: inundación de nivel freático, inundación en manto, inundación litoral e inundación repentina (Lugo 2011). Incluso, este autor define las paleo-inundación, que son aquellas inundaciones de gran magnitud que tuvieron lugar en períodos geológicos anteriores.

Las inundaciones son procesos naturales debido a la ubicación de las cuencas se anegan y se regula el caudal y la velocidad del agua siguiendo patrones ya definidos (OEA, 1993). A su vez esta acción contribuye a la irrigación y fertilización de los terrenos cubiertos de manera temporal por un manto de agua. Es decir, las causas que generan las inundaciones son en principio de orden natural, casi todas relacionadas con factores climáticos como las lluvias intensas y prolongadas, y también la cantidad de agua que tienen que conducir el lecho del río y la capacidad del mismo para hacerlo. Si bien esto es cierto, también lo es que existe un conjunto de factores humanos que influyen en las inundaciones, y que incrementan la ocurrencia de estos fenómenos. Estos factores se les conoce como generadores de actividades o acciones antrópicas, por ejemplo, la pérdida de la capacidad de absorción de agua que tienen los suelos, debido a la pavimentación con asfalto como resultado del crecimiento de zonas urbanas.



Entre las acciones o actividades antrópicas que contribuyen al aumento de inundaciones se encuentran también:

- La deforestación, al producir una pérdida de la cobertura vegetal la cual tiene el objetivo de consumir agua mediante la retención en las raíces. Al no encontrar vegetación se acumula y desciende por las quebradas, esteros, limpias de vegetación contribuyen al aumento del río principal aumentando su caudal.
- Los cambios en el uso de suelo, a partir del aumento del desarrollo y un crecimiento desordenado hace que los asentamientos humanos cada vez se ubiquen en zonas no aptas para este propósito debido al riesgo de inundación.
- La degradación del suelo que implica una pérdida de características intrínsecas que lo hace más vulnerable a procesos de erosión, debido al viento, lluvia y pendiente de corte de 90 grados generando deslizamientos.
- La erosión regresiva, es un proceso por el cual el caudal hídrico genera un desgaste de los meandros y un cambio permanente y constante del sedimento causando un desequilibrio que provoca un aumento de sedimento en sitios específicos del río y una erosión en las riberas dependiendo del nivel del agua que tenga al momento.

El informe del IPCC (2019) indica lo siguiente con respecto a los efectos que tiene las actividades humanas en el Clima y los efectos que tiene el clima en los humanos.

- Medio millón de personas están en peligro por inundaciones cada año.
- El efecto que produce el aumento de temperatura en las plantas, animales, debido al aumento de la intensidad de las lluvias
- Para el 2100 el % de suelo cultivable no servirá para ese propósito
- Para el 2050 183. Millones de personas padecerán hambre
- El informe del IPCC indica que el 40 % de personas nos encontramos en zonas de riesgo mortal ante el cambio climático
- El 14% de especies animales están en peligro de extinción.
- La población de diversas regiones se encuentra ante un futuro incierto debido a la escasez de agua por efecto del cambio climático
- Tres millones quinientos mil de personas corren el riesgo de quedarse sin agua de consumo en algún momento del año.

- Periodos extensos de déficit hídrico pone en peligro a un tercio de la población esto se podría explicar mejor

De manera general se puede decir que las inundaciones tienen un comportamiento estacional. Lo que significa que es en ciertos meses del año donde se intensifican y se identifica el aumento del caudal alcanzando la altura de desbordamiento. Como ya se mencionó existen inundaciones lentas que se presentan en áreas extensas de poca pendiente e inundaciones súbitas, las cuales debido al plazo corto de tiempo en que ocurren y al tipo de pendiente alta donde se producen se las considera las más peligrosas. Por otra parte, hay inundaciones pluviales que ocurren cuando el terreno firme se satura de agua y no existe capacidad de absorción lo que genera la inundación que puede durar horas y hasta días, e inundaciones fluviales que se generan cuando el agua de los ríos se desborda quedando en la superficie de los terrenos. “Los eventos de lluvias intensas más frecuentes y la variabilidad de las precipitaciones bajo el cambio climático, así como inundaciones más intensas, pueden intensificar los procesos de erosión.” (IPCC 2019, 14)

### **1.1 El Río Coca y los problemas asociados al aumento del caudal debido a las lluvias.**

La cuenca hidrográfica del Río Coca se encuentra ubicada en las provincias de Napo, Sucumbíos y Orellana. El río Coca se forma de la unión de los ríos Salado y Quijos, la extensión del río es de 5282.74km. Este río presenta una característica sobresaliente en su recorrido describe una curva llamada Codo Sinclair con un desnivel de 620 metros su nombre se debe al geólogo norteamericano Joseph Sinclair<sup>3</sup> en 1927.

En el caso del Coca, según Bernal (2008), existen dos elementos esenciales que se combinan. Por una parte, la geomorfología<sup>4</sup> del río, donde intervienen elementos como las quebradas, laderas, canales y llanuras aluviales. Y por otra las condiciones hidro-sedimentológica, es decir el flujo de líquido y sólido que baja por el río.

---

<sup>3</sup> Para más información: <https://www.elcomercio.com/tendencias/josephsinclair-geologo-amazonia-ecuador-historia.html>

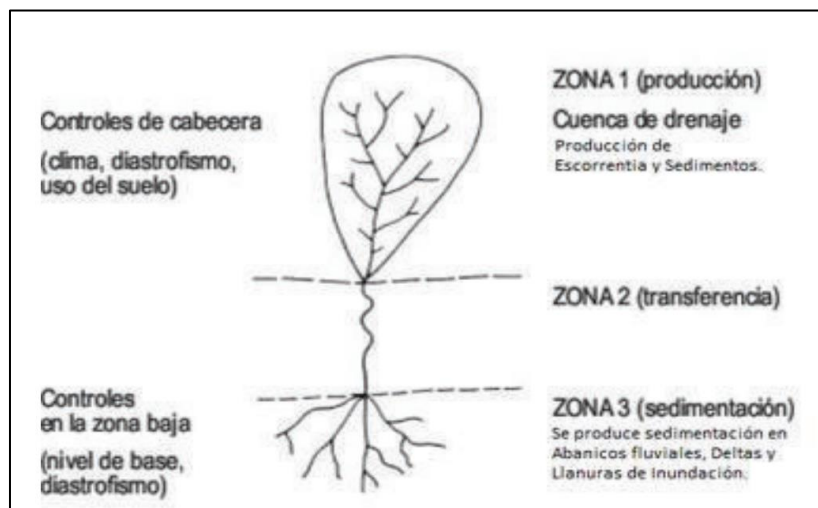
<sup>4</sup> La geomorfología es la rama de la geología y de la geografía que estudia las formas de la superficie terrestre y los procesos que las generan. Tipo de letra corregir.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la cuenca hidrográfica está sujeta a cambios dinámicos que se producen en el transcurso de tiempo, relacionadas con condiciones climatológicas asociados a procesos de erosión y sedimentación. En cuanto a la estructura de la cuenca, se puede apreciar una zona uno de escorrentía donde se produce los sedimentos y una zona dos donde se realiza la transferencia de sedimentos, para llegar a una tercera zona donde se asienta la sedimentación en la formación de abanicos aluviales, deltas y llanuras de inundación.

## 1.2 Distribución de meandros.

El río Coca tiene sus orígenes en la parte alta a más de 3000 metros sobre el nivel del mar descendiendo hacia la cuenca baja donde se proyecta con diferentes meandros bañando la llanura de inundación.

**Figura 1.1. Imagen de meandros y llanuras de distribución de los ríos en la Amazonia**



*Fuente:* Sistema fluvial idealizado (Schumm 1977)

*NOTA:* La cuenca baja del río Coca tiene la característica de trenzado por lo que la llanura de inundación se expande hacia los márgenes derecho o izquierdo es interesante indicar que en los recorridos de territorio se puede identificar piedra bola en los márgenes lo que es señal que algún momento también estas partes fueron el lecho del río.

La cuenca del río Coca se encuentra expuesta al proceso de erosión regresiva la cual produce enormes cantidades de sedimentos. Según el estudio de la facultad de Geología de la Universidad Central del Ecuador indica que más de 150 millones de metros cúbicos de sedimento han sido arrastrados a la parte baja de la cuenca del río Coca. Se

necesitaría 10 millones de volquetas de 15 metros cúbicos de capacidad para remover el material.<sup>5</sup>

Las partículas finas son transportadas por suspensión y son las responsables de la turbidez de la corriente de agua. (color chocolatoso que presenta en la actualidad). Las condiciones en la cuenca baja son el resultado de un aumento del sedimento debido a la cantidad de material arrastrado afectando la capacidad de transporte que comúnmente la tenía el río. Otro elemento a analizar es la geomorfología fluvial y se refiere “al tipo o forma del río por lo que se determina cuatro tipos de ríos principales: recto, meándrico, trezado y anastomosado.” (Andrade 2016).

Según Bernal (2009), en el caso del río en trenza tiene como características un lecho amplio y plano y consta de varios canales que siguen la misma dirección del eje principal. El grado de trenzamiento depende del número de bancos de arena o barreras en su longitud y altura, así como de la época del año donde se realice la medida. Entre las características que más destacan están:

- Posee alta energía
- Altamente erosivos, lo que ayuda a la expansión de los sectores de trezado
- Hay presencia de varios canales
- Tiene inestabilidades laterales.

Estos datos se acompañan con evidencia fotográfica, (anexos). El registro presenta un título y fuente, corresponden al registro de visitas realizados a la zona.

También intervienen: la planicie de inundación, que es el espacio físico de suelo que se encuentra situado de manera contigua al río y dentro de la cual el río puede depositar, erosionar, re TRABAJAR los sedimentos, y el cauce del río que es el área ocupada por el flujo permanente de agua puede estar compuesto por uno o varios canales, la velocidad del caudal depende del aporte de los ríos menores (Gutiérrez, 2008). Estas planicies o llanuras de inundación “son, por tanto, "propensas a inundación" y un peligro para las actividades de desarrollo si la vulnerabilidad de éstas excede un nivel aceptable.” (OEA 1993, S/N).

---

<sup>5</sup> <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/casa-maquinas-coca-codo-riesgo-inundacion-erosion.html>

El río además posee orilla y margen, estas describen el medio geográfico que divide los ambientes terrestres y acuáticos. El margen es dinámico y está sujeto a los procesos hidrológicos. En el caso del cauce se encuentra definido por las condiciones y características morfológicas del canal tales como meandros, bancos de arena, curvas. El flujo de agua empieza a actuar cuando el río presenta un aumento de nivel de agua dentro de la sección que está a punto de desbordarse hacia la planicie de inundación en determinados momentos y circunstancias. (OEA, 1993). El equilibrio hídrico describe los ajustes permanentes entre el flujo de sedimentos y líquidos el río debe alcanzar o recobrar la medida geométrica que permita la circulación de los mismos

Otro elemento fundamental es la geología local. La cuenca hidrográfica del Río Coca nace en la cordillera Real aquí sería interesante una foto en sus estribaciones orientales y todas sus aguas desembocan en la zona oriental por lo que posee una dinámica influenciada por la presencia de actividad volcánica debido a la presencia del volcán El Reventador es un estrato de volcán de una forma tipo herradura. El actual periodo de erupción inició en noviembre del 2002. Después de esta fecha se ha caracterizado por presentar una variabilidad en su estilo eruptivo. Los fenómenos volcánicos que de manera regular ocurren en el Reventador son emisiones de columnas de gases y/o ceniza volcánica, flujos y lahares. El Volcán el Reventador se ha identificado tres espacios de tiempo en donde los pulsos han sido realmente extraordinarios el mismo en la actualidad se encuentra en alerta amarilla. Las fechas en donde la actividad fue más sobresaliente son: de mayo a junio del 2017, abril de 2018 y agosto del 2020.

También se encuentran los volcanes Cayambe y Antisana que guardan una relación directa con el río Coca, ya que sus procesos eruptivos son las bases de la cuenca hidrográfica de dicho río, en donde la cuenca baja es sedimentaria. La cordillera real donde se encuentran los volcanes indicados produce los deshielos y estos son los que alimentan las vertientes y a los ríos grandes el material que se arrastra desde las partes altas se va depositando en la parte baja donde el río disminuye la velocidad generando meandros y llanuras de inundación como un proceso natural

Uno de los principales volcanes que tiene incidencia directa con el río Coca es el volcán Reventador. De hecho, es tan importante la injerencia del volcán que el propio cauce por donde se traslada el río Coca es el sedimento causado por erupciones de hace miles de años atrás por lo que el sedimento de origen volcánico es el que se desprende y el que

conforma las orillas no se identifica material sólido como la roca si no que todo es material deleznable de arena y piedras que en una mezcla se van en el agua del río.

### **1.3 Elemento Morfométricos de la cuenca**

Las características físicas de una cuenca tienen una relación estrecha con el comportamiento de los caudales que transitan por ella. “Los parámetros morfométricos de una cuenca integran un conjunto de estimaciones realizadas, en la mayoría de los casos, al iniciar un estudio hidrológico, con fines de aprovechamiento o control.” (Lux 2015, 2). Según Gaspari et al. “los parámetros morfométricos de una cuenca hidrográfica, desempeñan un papel fundamental en el estudio y comportamiento en los componentes del ciclo hidrológico.” (Gaspari, et. al 2012, 145).

La cuenca hidrográfica posee características de forma y físicas lo cual influye en el comportamiento de los caudales que recorren el lecho del río. La forma de la cuenca hidrográfica facilita el recorrido de las aguas de manera rápida y abrupta. La forma del relieve permite analizar la pendiente de la cuenca mediante el análisis de las cotas asociadas a la topografía.

Según la clasificación de Horton (1945) para evaluar el grado de bifurcación dentro de la cuenca, la red de abastecimiento de la cuenca principal se puede clasificar en, corrientes de primer orden portadora de aguas de nacimiento y que no tiene afluentes, y corrientes de segundo orden cuando se juntan dos corrientes de primer orden. También hay de tercer y cuarto orden por su complejidad.

Por su parte otro factor que incide es la torrencialidad que está relacionada con el resultado del número de cauces que se identifican en la cuenca con respecto al área total del cauce principal (Rojo, 2014), y el tiempo de concentración es el lapso de tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que se escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida se identifica la pendiente y la longitud del cauce principal.

Por su parte la infiltración sucede cuando “el agua sea de lluvia o de riego, ingresa en la superficie del suelo y se dirige a las partes inferiores; en forma vertical o horizontal

debido a la acción de la fuerza de la gravedad”. (Aparicio, 1992). La textura del suelo es un elemento que cuenta la velocidad de infiltración, por ejemplo, la capacidad de infiltración en el área es más alta y en el suelo de arcilla es más lenta. La tasa de infiltración está sujeta a otros elementos tales como cobertura vegetal, porosidad, compactación, contenido de humedad, tipo de suelo, (Chow, Maidmenr y Mays, 1994)

#### **1.4 Hidrología e inundaciones**

La presencia de lluvias en algunas culturas y en nuestro territorio se considera como una bendición ya que permite iniciar los procesos de siembra, producción y cosecha agrícola. En la amazonia se siembra principalmente yuca, plátano, maíz, naranjilla. La sobre-ambundancia o el exceso de lluvias son los causantes de las inundaciones y por lo tanto la pérdida de producción agrícola en especial para los productores que se asientan en las riberas de los ríos.

Por lo cual es necesario realizar un análisis que permita identificar el comportamiento hidrológico en la cuenca del río coca contemplando las subcuencas que alimentan el río principal, considerar también

- El relieve (altura de la profundidad)
- Tipo de suelo
- Niveles de los caudales
- Erosión

Se requiere estudios de caudales medios diarios o mensuales de las estaciones hidrológicas disponibles para obtener los valores de niveles cotidianos y extraordinarios dentro de una cuenca.

La investigación permitió determinar que en la actualidad las estaciones que tiene el INAMHI no funcionan en su totalidad según la siguiente tabla obteniendo el siguiente resultado de las 7 estaciones solo una está operativa. Lo que significa una gran debilidad frente a la presencia de inundaciones ya que solo se identificaran una vez que estén presentes en el territorio.

**Tabla 1.1 Registro de estaciones hidrometeorológicas en funcionamiento**

CONDICION DE ESTACIONES HIDROMETEOROLOGICAS			
PROVINCIA: ORELLANA		FECHA: 06/05/2022	
ESTACIONES	NOMBRE	OPERATIVA	NO OPERATIVA
H1134	COCA EN SAN SEBASTIAN		X
H5011	PAYAMINO AJ NAPO	X	
H1153	NAPO AJ PAYAMINO		X
H1136	NAPO NUEVO ROCAFUERTE		X
MO563	LORETO		X
M0007	NUEVO ROCAFUERTE		X
M1221	SAN JOSE DE PAYAMINO		X
<b>TOTAL</b>	7	1	6

*Fuente:* Pagina web del INAMHI

*Nota:* Las estaciones permiten identificar la cantidad de lluvia que cae por metro cubico y así determinar si existen crecidas de río con riesgo de desbordamientos.

### 1.5 Transporte de sedimentos

Es el material suspendido en la corriente de agua. El sedimento es de especial interés para identificar la vida útil de las obras. Los sedimentos que transporta una corriente de agua son consecuencia natural de la degradación del suelo debido a la misma fuerza del agua. Los sedimentos que forman parte del hecho pueden presentar muchas formas dunas, rizaduras, superficies planas, hasta bancos de arena. (Monsalve, 1999). Un elemento adicional es el desgaste de las mariposas de los botes empujados por motor, es decir que en procesos de abundante sedimento se debe cambiar las mariposas de los motores con más frecuencia que la habitual.

La capacidad de transporte de sedimento está sujeto a morfología de la cuenca del río y al sedimento en relación a la cantidad de agua y la distancia recorrida. Fracciones gruesas de sedimento recorre distancias cortas se deposita en los bancos de arena modificando las secciones de escurrimiento de los caudales líquidos. Fracciones sólidas pequeñas son las que más distancia viajan hasta depositarse en los bancos de arena o en lecho del río. Hay sectores del rio donde se puede identificar una mayor rapidez de las aguas lo que también causa afectación a la ribera.

Las afectaciones por el proceso de erosión regresiva en la parte alta y en la cuenca baja por erosión hídrica se extiende por toda la ribera del río Coca incluso cuando se une con

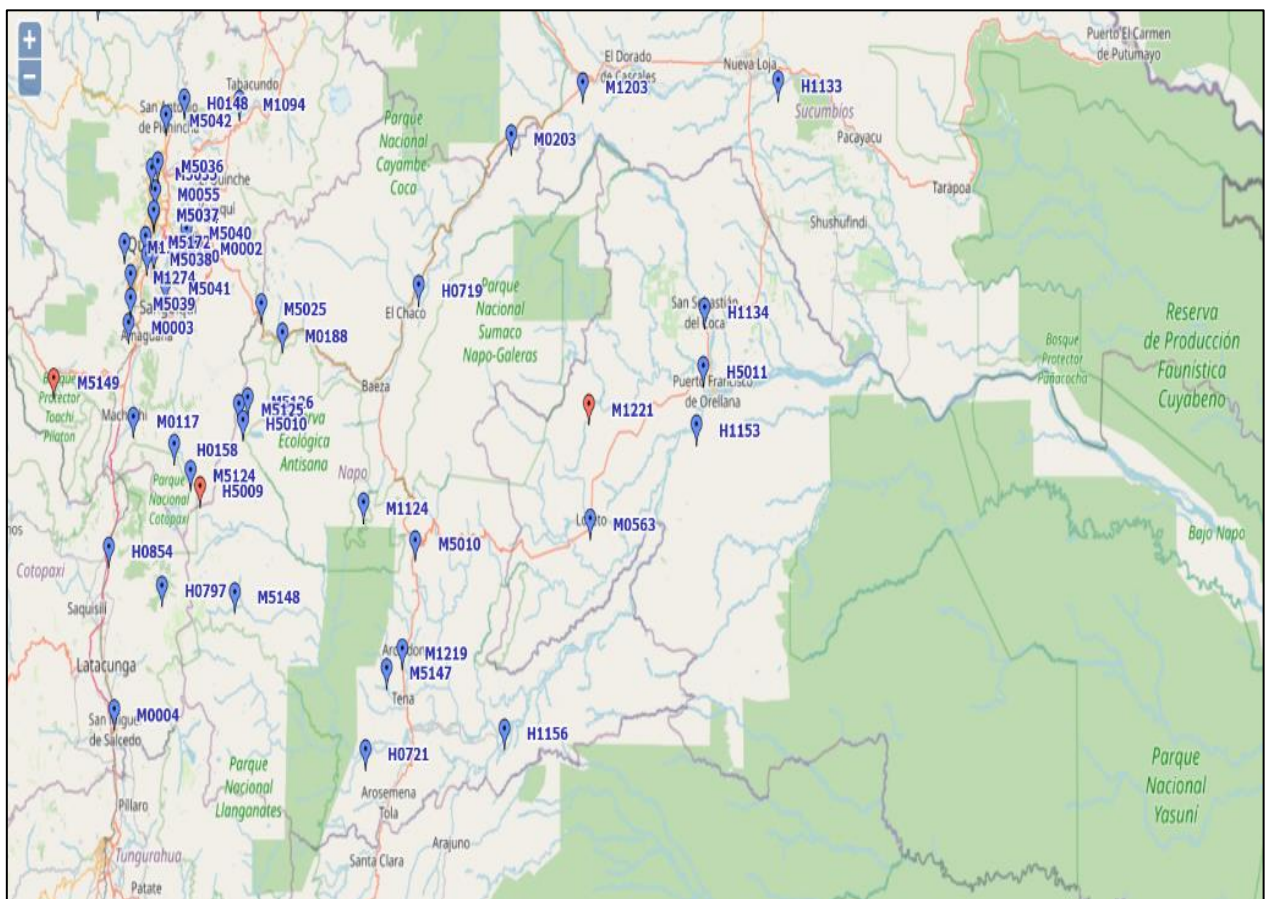


el río Napo. Se puede indicar que también existen afectaciones por erosión y sedimento en las riberas de los puntos asentados en el río Napo en dirección a Aguatico.

## 1.6 Clima

Clima cálido húmedo con lluvias constantes durante todo el año donde se incluyen variables como las condiciones climatológicas y pluviométricas. El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) es la entidad técnico – científica es responsable en el Ecuador de la generación y difusión de la información hidrometeorológica que sirva de sustento para la formulación y evaluación de los planes de desarrollo nacionales y locales y la realización de investigación propia o por parte de otros actores, aplicada a la vida cotidiana de los habitantes y los sectores estratégicos de la economía.<sup>6</sup> Los datos que se generan desde esta cartera de estado son esenciales para identificar los cambios que produce el calentamiento Global y el cambio climático.

### Mapa 1.1 Estaciones hidrológicas y meteorológicas del Ecuador



Fuente: Pagina web del INAMHI de hidrología y metereologia

Nota: Las estaciones hidrometereológicas se encuentran distribuidas a nivel nacional y son un instrumento esencial para el monitoreo de inundaciones en el territorio nacional

<sup>6</sup> <http://186.42.174.236/InamhiEmas/#> estaciones INAMHI para monitoreo.

## **1.7 Precipitación**

Las estribaciones de la Cordillera Real son los elementos que ajustan la presencia de lluvias en la zona y se encuentran influenciados por los vientos alisios húmedos que se originan en la cuenca Amazónica y del Atlántico (Vuille, Bradley y Keiming 2000). También la presencia de edificios volcánicos hace que se distribuyan las lluvias es por esta razón que en espacios cortos se presenta una gran cantidad de precipitación. Según los registros los meses más lluviosos son desde abril hasta julio en tanto que la época seca ocurre en los meses de diciembre a febrero. Sin embargo, debido a los efectos del calentamiento global y el cambio climático las lluvias extraordinarias están afectando a otras ciudades del planeta por lo tanto se esperaría escenarios similares en nuestro territorio.

## **1.8 Temperatura**

Es influenciada por la altitud sobre el nivel del mar, en la cuenca baja la temperatura es de entre los 34 grados centígrados y en la parte alta llega hasta los 11 grados centígrados. La cordillera real con sus 3000 metros sobre el nivel del mar es donde se produce el choque con temperaturas frías en ocasiones por debajo de los 0° centígrados y es en esta parte donde se produce la mayor cantidad de lluvias las cuales se acumulan en los caudales más grandes. La temperatura cálida de la amazonia por su influencia directa de la llanura del Brasil hace posible que se presenten lluvias de manera regular y prolongada.

## **1.9 Hidrología**

El río Coca es tributario del río Amazonas y los principales tributarios del río Coca son el río Quijos y el río Salado. El caudal que se produce en la cuenca alta está en un rango de 54.07 a 114.06 litros por segundo en un kilómetro cuadrado, aumentado en la cuenca baja con los siguientes valores que fluctúan entre 238.85 a 1087.15 kilómetros cuadrados por año.

## **1.10 Historial de inundaciones Río Coca**

El 29 de abril del 2011 se produjo una inundación que provocó el aumento en dos metros del espejo de agua de los ríos Coca, Payamino, Napo, afectando a distintos barrios de la urbe por ejemplo barrio 6 de diciembre, Guadalupe Larriva, Lucha de los pobres, Nuevo Coca, Unión y Progreso, Turismo Ecológico, barrio 12 de noviembre, y Unión Imbabureña. Debido a la crecida del río se registraron afectación materiales y

cortes de servicios en los barrios afectados los cuales retornaron a la normalidad una vez que las aguas retomaron su cauce normal. (El Universo 2011).

**Tabla 1.2. Registro de inundaciones provincia de Orellana últimos 40 años**

Año	Provincia	Afectaciones
1977-78 y 79	Orellana	Anegaciones perdidas de cultivos
1997-98	Orellana	Anegaciones
1999-2000	Orellana	Napo y Chimborazo
2015-2016	Orellana	Anegamientos calles principales y barrios de la rivera del rio Coca
2017	Orellana	Activar Alojamiento Temporales para brindar Asistencia Humanitaria a los damnificados por las inundaciones
23-07-2018	San José de Huayusa	Inundación comunidades de 10 de agosto y Huambula Hurco
25-10-2019	La Western y Shiripuno	Inundación en el sector de Inés Arango
25-10-2019	Colinas del Dorado	Inundación
27-10-2019	Taracoa (Nueva Esperanza: Yuca)	Inundación Barrios La Libertad, El Cisne, 24 de Mayo y Amazonas

*Fuente:* Plan de Respuesta Provincial de Orellana (2022,22-28)

*Nota:* En condiciones propias de las estaciones de lluvia sean producido inundaciones con la presencia del sedimento y la erosión con las próximas lluvias normales y extraordinarios es muy probable la afectación a viviendas asentadas en el margen del río

El 21 de septiembre del 2016 se suspendieron actividades educativas debido a las inundaciones el aumento del espejo de agua se registró en tres metros lo que provocó el estancamiento del agua lluvia y el represamiento del alcantarillado sanitario. Bastaron ocho horas de lluvia intensa para generar los estragos. Los anegamientos se produjeron en las vías principales como 9 de octubre, Tiputini, Av. Alejandro Lavaca. (El Universo 2016)

En los días 7 y 8 de enero del 2017, debido a las fuertes precipitaciones se produjeron inundaciones en diferentes cantones de la provincia de Orellana por lo que se tuvieron que activar alojamientos temporales a fin de brindar asistencia humanitaria a los damnificados por las inundaciones. (El Comercio 2017)

Las inundaciones producidas en años anteriores han generado afectación e impactos a la población, las acciones realizadas por parte de las autoridades locales no han sido suficientes para mitigar las inundaciones en los periodos donde se espera la presencia de más lluvias o precipitaciones (abril-junio).

La situación de inundaciones, desbordamientos y anegaciones se van a ir agudizando y/o exacerbar debido a las condiciones actuales ya que desde el 02 de febrero del 2022 que se produjo el colapso de la cascada de San Rafael causando la erosión de los márgenes del río Quijos provocando el desprendimiento de materiales poco consolidados (sedimento) desde la fecha indicada, se observan cambios en la geoforma de río Coca lo cual ha generado la creación de nuevos bancos de arena (sedimento) lo cual ha provocado la desviación del flujo normal de la corriente, esto implica la pérdida del terreno que pone en riesgo a todos los asentamientos que se encuentran asentadas en la ribera del río ya que las distancias son cada vez más cortas entre la ribera del río y la ubicación de las viviendas.

El río Coca se caracteriza por un drenaje de tipo trenzado, mismo que constantemente origina bancos de arena debido al continuo arrastre y acumulación del material árido, provocando, provocando el cambio de la dirección del curso de agua afectando de esta forma el margen derecho (cantón Francisco de Orellana) en unos tramos y al margen izquierdo (Joya de los Sachas) en condiciones normales por los procesos naturales que generan los ríos.

Las condiciones sin embargo al momento son diferentes que ya la presencia del sedimento generado en la parte alta (San Luis), asociado con las características geológicas del material volcánico proveniente del colapso de la Cascada de San Rafael en el mes de febrero del año 2020, se está asentando en los meandros habituales de recorrido del río Coca

Desde el 2020, se han registrado cambios bruscos de la geoforma del río Coca, aguas abajo de la cuenca hidrográfica antes de la confluencia con el río Napo, provocando la formación de grandes extensiones de bancos de arena, terrazas e islotes producto de la depositación de sedimentos provenientes desde la parte alta que están desviando e impiden el flujo normal de la corriente ocasionando además la erosión de los taludes en

ambos márgenes del río, lo cual implica la pérdida de terreno producto de la erosión hídrica que expone altamente la infraestructura de las comunidades ribereñas de la provincia de Orellana entre los cantones Francisco de Orellana y Joya de los Sachas.

Al mismo tiempo, se han evidenciado nuevas zonas de inundación que antes eran consideradas estacionarias probablemente asociado a la formación de nuevos brazos del río Coca. A esto se suma, un cambio drástico en el aumento del nivel del río en las zonas bajas cuando se generan crecidas y avenidas torrenciales, tal es el grado que los habitantes que se encuentran en las riberas tengan que estar atentos y alertar por las crecidas súbitas del río. Otro efecto generado por el fenómeno de erosión regresiva es que sea peligrosa la navegabilidad por el afluyente, la formación de nuevos bancos de arena, zonas de palizadas y la disminución del nivel del agua repentina dificultad y en gran manera el tránsito fluvial.

**Figura 1.2 Efectos de la crecida del Río Coca de abril del 2021 los meandros alterados**



Fuente: Informe de análisis de riesgos CZ2 del SNGRE

Las líneas entrecortadas de color amarillo indican por donde se encontraba la ribera del río, la cual desapareció con una sola crecida importante llevándose miles de metros cúbicos de material y 200 metros de suelo la cicatriz de la erosión está a pocos metros de las viviendas de las familias.

La línea de color rojo marca es el nuevo diámetro que se tiene en la actualidad la orilla del río de un extremo al otro un total de 750 metros. El crecimiento del río se extiende por las llanuras de inundación pese a que la altura en los puntos que se perdieron es de aproximadamente 5 metros desde el nivel río hasta la rivera.

La erosión hídrica se encuentra directamente relacionada por la acción del agua de los cauces fluviales y sus riberas en dirección en contra la corriente, la cual no se detendrá hasta alcanzar su perfil de equilibrio o pendiente longitudinal del cauce. Proceso que causa incertidumbre ya que puede durar mucho tiempo y se de modo gradual o a su vez puede producirse de manera súbita debido a un aumento del espejo de agua causando por fuerte lluvias con resultados en muchas afectaciones a la infraestructura y a la población que se encuentra asentada a la orilla del río.

### **1.11 Comunidades que se encuentra en la Zona de Influencia del proceso de erosión y sedimentación**

En alrededor de 71 comunidades ubicadas en las riberas del río Coca y el río Napo descritas en las tablas que aparecen a continuación, se identifican puntos críticos, dado por el número de población expuesta por parroquia y por sector o barrio.

Aproximadamente 6042 familias ubicadas en las riberas del Río, se encuentran vulnerables al proceso por erosión, sedimentación e inundación, pertenecientes a los cantones de Francisco de Orellana, La Joya de los Sachas incluido Aguarico. Además, se detalla la distancia aproximada del centro poblado al río e infraestructura expuesta.

**Tabla 1.3. Comunidades ubicadas en el margen del río Coca con alta posibilidad de ser afectados por la crecida del río Cantón Francisco de Orellana.**

PARROQUIAS	No FAMILIAS EN RIESGO	COMUNIDAD	No FAMILIAS	DISTANCIA APROXIMADA DEL CENTRO POBLADO AL RIO (m)
SAN JOSE DE GUAYUSA 10	790	10 DE AGOSTO	25	80
		SARDINAS	22	100
		COMUNIDAD KICHWA LUMUCHA	32	150
		ASOCIACIÓN CENTRO KICHWA LUMUCHA	45	415
		RUMIPAMBA	30	220
		SAN JOSE DE GUAYUSA	260	600
		ATACAPI	40	600
		LAS CAYANAS	136	620
		RECINTO SAN MIGUEL DE GUAYUSA	100	400
		MINAS DE HUATARACO	100	150
NUEVO PARAISO 2	145	ASOCIACIÓN UNIÓN CHIMBORAZO	79	300
	78	COMUNIDAD SAN CRISTÓBAL	66	180
TARACOA (NUEVA ESPERANZA: YUCA) 3	778	BARRIO RIO COCA	105	60
		BARRIO PERLA AMAZÓNICA	85	80
		BARRIO CAMBAHUASI	55	40

		BARRIO UNIÓN Y PROGRES O	100	30
ZONA URBANA EL COCA 4		COMUNA MUSHUK LLACTA	103	75
		DOMINGO PLAYA	112	500
		COMUNA SAN JOSÉ DEL COCA	113	450
		COMUNIDAD AMARUMEZA	105	100
<b>PARROQUIAS</b>	<b>No FAMILIAS UBICADAS EN LAS RIBERAS DEL RÍO</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>N.DE FAMILIAS</b>	<b>DISTANCIA APROXIMADA DEL CENTRO POBLADO AL RIO (m)</b>
	200	SAN FRANCISCO DE CHICTA	98	500
		PRECOOPERATIVA FLOR DE PANTANO	10	50
		COMUNA SAN CARLOS	92	450
ALEJANDRO LABAKA 5	298	POMPEYA LUNCHI	150	50
		ALEJANDRO LABAKA	30	250
		INDILLAMA	23	350
		NUEVA PROVIDENCIA	20	105
		COMUNIDAD AÑANKU	75	400
EL EDEN 6	366	SANI ISLA	59	600
		SAN ROQUE	64	750
		TERERE	25	450
		EL EDEN ALTO	22	300
		EL EDEN	148	200
		YUTURI	48	300

Fuente: Plan de Respuesta OCP (2020)



**Tabla 1.4. Comunidades ubicadas en el margen del río Coca con alta posibilidad de ser afectados por la crecida del río. Cantón La Joya de Los Sachas -Provincia de Orellana**

PARROQUIAS	N. FAMILIAS UBICADAS EN LAS RIBERAS DEL RÍO	COMUNIDAD	No DE FAMILIAS	DISTANCIA APROXIMADA DEL CENTRO POBLADO AL RIO (m)
San Carlos 4	147	San Carlos	38	135
		HUAMAYACU	37	700
		COMUNIDAD ARENILLAS	32	200
		FLOR DEL PANTANO	40	600
Unión Milagreña 4	327	El Descanso	105	115
		FORESTAL HUAMAYACU	35	400
		NUEVA ESMERALDA	42	350
		PARATUYACU	145	250
Pompeya 2	402	Pompeya	300	100
		SAN FRANCISCO DE CHICTA	102	800
PARROQUIAS	No FAMILIAS-UBICADAS EN LAS RIBERAS DEL RÍO	COMUNIDAD	N.DE FAMILIAS/COMUNIDAD	DISTANCIA APROXIMADA DEL CENTRO POBLADO AL RIO (m)
San Sebastián Del Coca 6	641	Sardinas	139	60
		Comuna San Pablo	150	320
		Comuna Huataracu	90	300
		Toyuca	58	80

		Cabecera Parroquial San Sebastián Del Coca (Barrio Central Barrio San José) Nueva Esperanza	179	80
		San Pablo	25	150

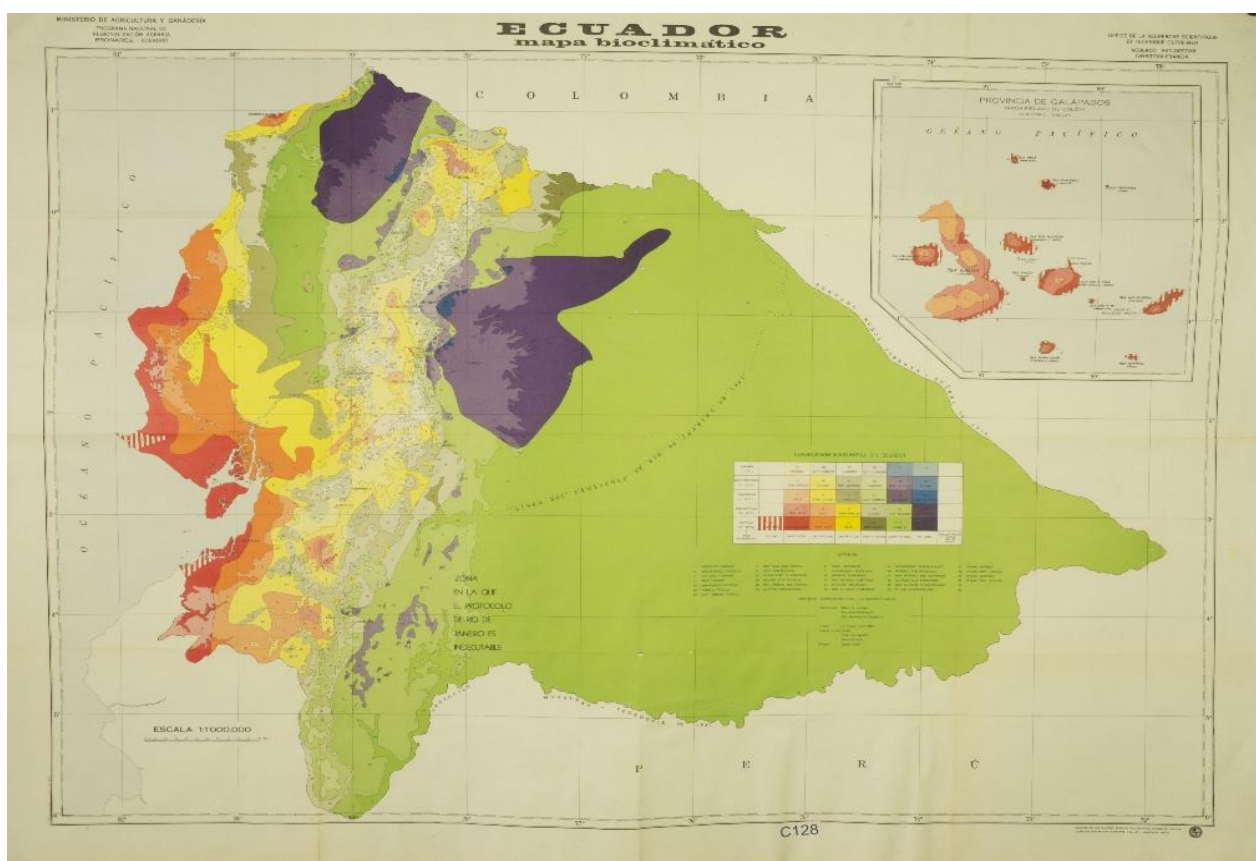
*Fuente:* Plan de Respuesta OCP (2020)

## Capítulo 2. Diagnostico Hidrológico y Climático

### 2.1 Información Hidrológica y Climatológica

Según el Mapa Bioclimático del Ecuador, (IGM 1978), en el territorio donde se ubica la cuenca del Coca, predomina un clima muy húmedo subtropical, con un 25% de precipitaciones que van desde 2000 hasta 3000 mm/año. La temperatura del aire oscila desde 18 °C hasta 22 °C. En la parte alta de la misma, al Oeste del territorio, encontramos variados tipos de microclimas entre los que cabe citar: lluvioso temperado, muy húmedo temperado, páramo muy lluvioso, muy húmedo subtemperado, subhúmedo tropical y húmedo tropical.

#### Mapa 2.1. Mapa Bioclimático del Ecuador<sup>7</sup>



Fuente: Instituto Geográfico Militar 1978

### 2.2 Registro de información Hidrológica.

Dentro del área de la microcuenca del río Coca encontramos varias estaciones hidrológicas, sin embargo, para la realización de la modelación hidrodinámica fueron

<http://repositorio.casadelacultura.gob.ec/handle/34000/17674>

elegidas dos (2) estaciones hidrológicas ambas emplazadas sobre el río Coca. El río Coca, tiene escurrimiento permanente durante todo el año, la dirección principal de sus aguas es desde Sur-Suroeste hasta Noreste. Por cada estación hidrológica se escogieron los registros históricos de los caudales máximos mensuales. Estación San Rafael (H0714), se tomó el período 1973-1982.

Es de interés mencionar las estaciones se encuentran atravesando una fuerte problemática

1. No se da mantenimiento preventivo a los equipos.
2. Se han perdido algunas estaciones y no se cuenta con los datos.
3. No se cuenta con un programa para el manteniendo y colcacion de nuevas estaciones para registro de datos.

**Tabla 2.1. Registro de caudales de nivel de lluvias río Coca 1973-1982**

Año	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	Qmax	Nro.
1973										346.783	329.870	373.222	373.222	1
1974		630.303	376.240	1753.082	1193.108	1001.866	3348.702	1226.065	757.532		1097.791	1259.623	3348.702	2
1975		630.303	816.920	1753.082	1037.154	1927.396	1711.210	1753.082	1259.623	719.583	767.223		1927.396	3
1976	1293.788	630.303	767.223	1226.065		673.958	2112.898		370.220		609.201	609.201	2112.898	4
1977	346.783	1293.788						1511.827	1160.747	1037.154	518.182		1511.827	5
1978	816.920	1436.626	2018.727										2018.727	6
1979		150.777							474.518		1686.411		1686.411	7
1980											653.566		653.566	8
1981	268.000	1605.917	1345.448	1625.772									1625.772	9
1982									1100.829			352.132	1100.829	10

Fuente: INAMHI estaciones hidrometeorológicas (2020)

En la tabla se puede observar en la primera columna los años en donde se tomaron los registros y en la fila superior se puede observar los meses del año. En algunos casos no se registran datos lo causa un desfase en la data, sin embargo, se complementan con los

de los siguientes meses o años a fin de tener un modelo de la cantidad de agua que registran las estaciones.

Siendo los marcados en color amarillo los importantes y en verde los sobresalientes. El análisis de la tabla indica que en 1974 se registraron datos extraordinarios de crecidas del río. Si en la actualidad alcanzamos esos mismos valores los daños serían catastróficos.

**Tabla 2.2. Registro de caudales de Estación San Sebastián (H1134) el período 2001-2010.**

Año	V01	V02	V03	V04	V05	V06	V07	V08	V09	V10	V11	V12	Qmax	Nro
2001	414.797	787.763	850.658	783.077	755.413	922.636	518.081	597.204	652.187	345.224	435.248	484.905	922.636	1
2002	462.672	624.230	612.534	693.784	644.103	693.784	1050.953	567.428	491.406	840.739	685.306	656.258	1050.953	2
2003	481.680	640.090	741.866	698.053	1033.481	949.446	715.332	865.705	764.549	971.321	801.949	755.413	1033.481	3
2004	811.514	542.323	1166.946	982.403	987.981	896.412	1179.705	965.816	531.829	514.687	636.096	676.908	1179.705	4
2005	444.247	865.705	830.909	944.036	886.085	1016.234	860.667	438.232	652.187	504.608	806.720	870.766	1016.234	5
2006	960.335	816.330	816.330	778.413	797.198	960.335	1016.234	783.077	792.470	773.771	732.939	719.703	1016.234	6
2007	737.392	597.204	971.321	664.459	689.535	1116.967	1004.859	518.081	531.829	757.445	983.857	1124.096	1124.096	7
2008	775.766	1186.858	480.780	898.116	1272.431	1087.683	1058.037	983.857	867.489	721.801	646.313	799.144	1272.431	8
2009	1199.726	857.460	726.185	1058.037	867.489	983.857	918.990	877.607	471.250	506.916	541.107	630.395	1199.726	9
2010	419.956	630.395	666.642	818.233	785.054	862.463	872.537	847.521	537.610	323.162	352.441	461.866	872.537	10

Fuente: Estación hidrometeorológicas del INAMHI

En la tabla se puede observar que los registros de las estaciones marcan valores que se mantienen de acuerdo a la temporalidad es decir en 2009 en el mes de enero se registra una crecida importante enmarcado en color amarillo.

### 2.3 Análisis de los datos.

En mayo del 2008 se registra una crecida sobresaliente marcado con color verde.

Siendo los marcados en color amarillo los importantes y en verde los sobresalientes. El análisis de la tabla indica que los valores registrados en 1974 no se han vuelto a registrar

en las estaciones. El histórico de data de registros de estaciones muestra que si ocurre una crecida como en 1974 los daños en infraestructura, bienes y servicios sería catastrófica que en 46 años los asentamientos humanos se han acercado más al río Coca. Se procedió a la identificación de caudales máximos de la estación san Rafael, para lo que se calcularon los caudales máximos para diferentes periodos de tiempo (50, 100, 200, 500 y 1000 años) y se aplicó el método de Gumbel, el cual consiste en “una distribución de valores extremos, formulada por Gumbel en 1941 y posteriormente por Chow en 1954, que es una distribución logarítmica normal, para lo cual, el valor extremo o valor máximo  $X$  se obtiene mediante la ecuación de análisis de frecuencia” (Ramírez et. al 2006) y se utiliza “para el estudio de los gastos máximos anuales en un río o de precipitaciones máximas anuales en un sitio, y por lo tanto para la determinación de avenidas de diseño.” (Ramírez et. al 2006).

A continuación, se detallan las fórmulas empíricas usada:

Método desarrollado por el Instituto de Ecuatoriano de Recursos Hidráulicos (INERHI),

$$2003 Q = 25 \times A \times K / (A + 57) 05$$

Donde:

Q: caudal máximo del agua, en  $m^3 / s$

A: área de cuenca colectora, en  $Km^2$

K: coeficiente, en función del período de retorno;  $K = f(tr)$

tr: período de retorno

## **2.4 Posibles Escenarios.**

Mediante el uso del programa *Google Earth Engine* y de imágenes de satélite Sentinel se busca establecer la relación de los cambios geomorfológicos a fin de establecer escenarios ante la presencia de mayores precipitaciones. Como una de las estrategias para prepararse ante posibles escenarios de inundación.

## **2.5 Análisis de los datos según los periodos identificados**

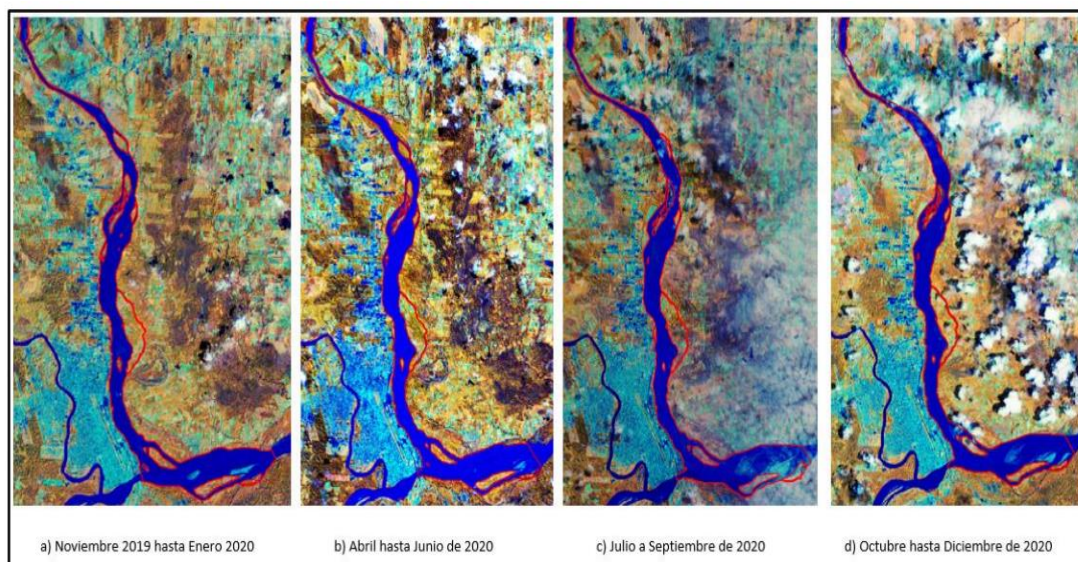
Mediante el análisis de imágenes satelitales de Sentinel -2 permite tener una visión general de los cambios que se producen en un lapso de tiempo. Los satélites de la

misión Sentinel cuentan con sensores *multispectral Instrument*, compuesto de 13 bandas espectrales que pueden realizar filtros a color natural y en falso color.

Las imágenes permiten detectar cambios, identificar diferencias en la superficie mediante los momentos temporales de los siguientes periodos de tiempo.

Además con el trabajo de campo se puede confirmar los cambios indicados según el programa. Mediante los recorridos en los diferentes puntos de control del avance de la cicatriz de la erosión hídrica se confirmó lo datos de erosión en las riberas dejando a pocos metros desde el rio hasta las viviendas.

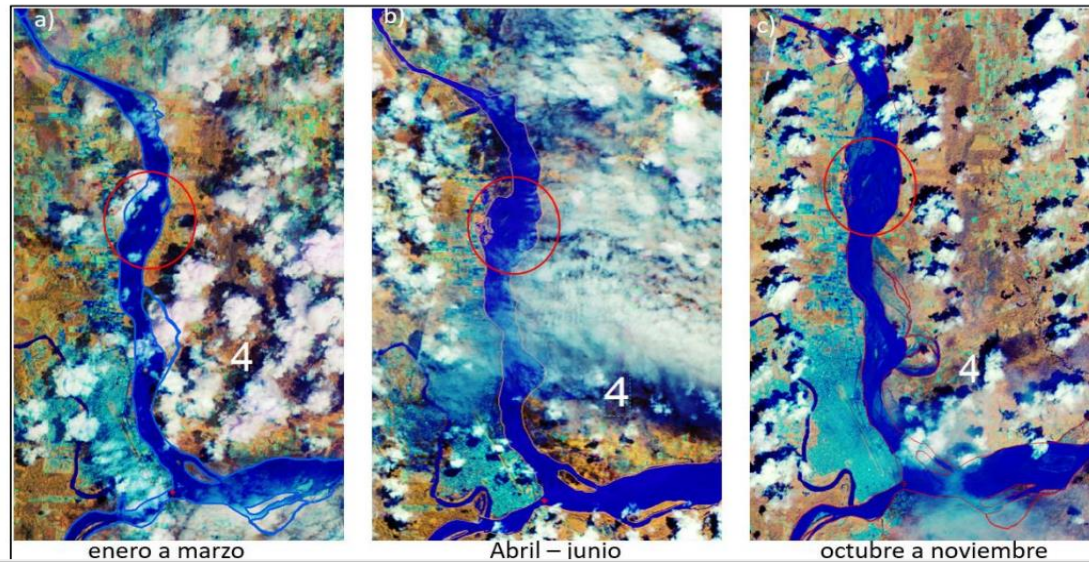
**Figura 3.3 Rio Coca y sus cambios en los meandros desde el 2020 hasta junio del 2022**



Fuente: Google Earth Engine (Informe análisis de riesgos SNGRE)

La imagen permite identificar una serie de cambios en los meandros algunos desaparecen debido a la presencia de agua, en otras partes de identifica bancos de arena

**Figura 2.2. Ciudad de Francisco de Orellana unión de los ríos Coca con el Napo**



Fuente: Google Earth Engine (Informe análisis de riesgos SNGRE)

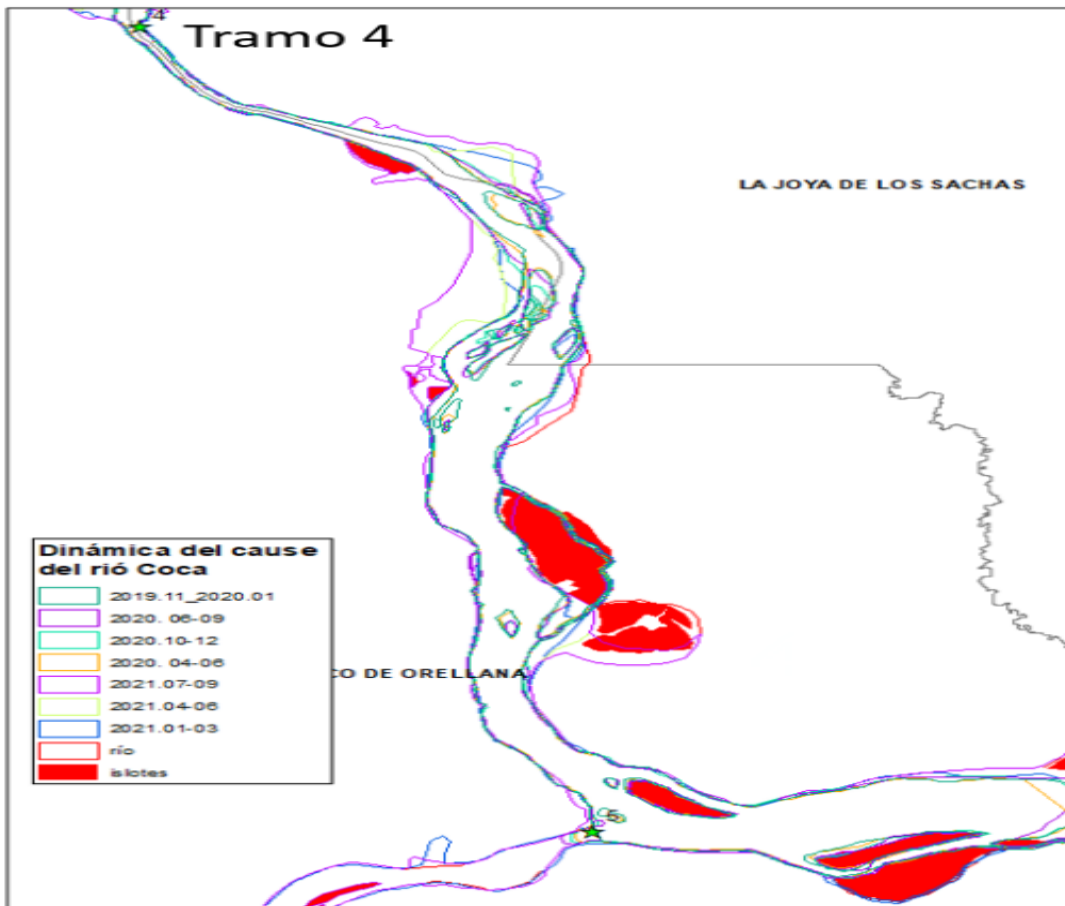
De enero a noviembre del 2021 se observaron cambios más severos en el ancho del río, aumentado la sección hidráulica del río, frente a la ciudad de Orellana se puede identificar el incremento de pequeños canales, haciendo que la longitud del río aumente e inundando la llanura de inundación, formando nuevas islas, provocando la aparición de nuevos bancos de arena.

En base al análisis de las imágenes Sentinel se ha identificado, como se observa a continuación, la dinámica del cauce y la morfología del río Coca, que aproximadamente en 20 km de recorrido antes de desembocar en el río Napo.

Cambios en la ribera del río Coca debido a la presencia de sedimento afectan el cauce del río generando erosión en las riberas la cual se identifica con el color rojo. Es de especial interés que la dinámica cambiante por efecto de las lluvias genera que se mantenga los datos en puntos específicos, pero en otros lugares la erosión sea más agresiva.



**Mapa 2.2. Mapa de la cuenca baja del río coca**



Fuente: Análisis de Riesgos del SNGRE (2022)

### 2.6 El análisis multi-temporal :

1. Los cambios más bruscos se realizan entre el año 2020 y 2021 por el incremento en la sección hidráulica.
2. Incremento de sedimento en el margen izquierdo con la presencia de pequeños canales internos que cambian en forma, tamaño debido a la dinámica del río, mientras que el margen izquierdo sufre de la erosión debido a la fuerza con la que presiona el río.
3. El margen derecho se está consolidando debido al incremento del nivel freático probablemente debido al exceso de sedimento lo que produce que la zona de inundación se produzca debido al incremento de la presencia de agua.

4. Esta dinámica propone que el río migre a antiguas llanuras de inundación o meandros abandonados se reactiven retomando su antiguo cauce

## **Capítulo 3. Contexto nacional sobre las inundaciones: Una reflexión desde los debates sobre cambio climático**

### **3.1 Percepción y conocimiento**

Los factores climáticos tales como el fenómeno de El Niño y La Niña pueden influir en el proceso de inundaciones y en la dinámica del río Coca tanto en la parte alta como en la cuenca baja.

El Fenómeno del Niño es una alteración climática que se caracteriza por la interacción de elevadas temperaturas del océano pacífico acompañadas de los vientos alisios que provienen del este. Todo esto ocurre frente a las costas del Ecuador, es un evento no regular, pero alcanza grandes extensiones en las zonas tropicales y subtropicales del Océano Pacífico. Ha ocurrido en los años: 1982, 1983, 1987, 1997, 1998, 2008, 2012 y 2015.

Se caracteriza por fuertes e intensas lluvias en periodos cortos de tiempo de duración, las que producen mayores caudales de agua de lluvia. En Guayas, Manabí, Esmeraldas, El Oro, Los Ríos, Chimborazo, Azuay y Cañar fueron afectados por el fenómeno del niño 1997-1998 el costo estimado en pérdida de bienes y servicios ascendió la cifra a 2000 mil millones la cifra de personas afectadas 93.000. Indicando así que la mayor influencia está orientada en región litoral e insular mediante un aumento de las precipitaciones.

El fenómeno de la Niña ocurre cuando los vientos alisios incrementan y se mantienen en la superficie y las aguas más frías del pacífico ecuatorial disminuyen la temperatura de la superficie del mar 1971, 1972, 1974, 1975, 1976 1989, 1996, 1999, 2000, 2001, 2008.

El articulado de algunos cuerpos legales relativos a los riesgos y la gestión que corresponde realizar tanto a las instituciones públicas y privadas en cuanto a los diferentes niveles de gobierno en el ámbito de sus competencias. Ver Anexo 1 donde se identifican la normativa o el rol del gobierno nacional, local y el COE para el manejo o la respuesta de posibles escenarios climáticos como son las inundaciones producto del aumento de la lluvia.

Los espacios de coordinación y articulación interinstitucional para la gestión de riesgos se conformarán de acuerdo a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, su Reglamento, y las directrices del órgano rector nacional de gestión de riesgos.

Sin perjuicio de lo señalado en los numerales 3.5 y 7.1.4 del Plan Nacional de respuesta ante Desastres de la Secretarías Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR), es importante señalar que el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos como órgano rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, **viene cumpliendo** con todo aquello que demanda de sus atribuciones y competencias establecidas en la Constitución de la República (Arts. 389, 390), artículos 4 lit. f), 11 lit. d) de la Ley de Seguridad Pública y del Estado, y artículos 3 y 18 del Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado. Sin embargo, dicha entidad también **requiere de la participación activa y decidida** de los actores de otros niveles de gobierno en el territorio donde se producen estas afectaciones, en este caso, de los GADs Municipales de Francisco de Orellana y de la Joya de los Sachas, mismos que en caso de ver superada su capacidad para atender la emergencia, deben solicitar sustentadamente la intervención del nivel provincial y/o nacional gestionando con las instituciones competentes para los estudios técnicos, informes de acciones, necesidades, proyectos, etc.

El Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGR) en base a los lineamientos del Manual de Operaciones Emergentes ha sugerido se dé cumplimiento a las Disposiciones de la constitución mediante la Resolución Nro. SNGRE-058-2021 de fecha 21 de mayo 2021, que Declara la alerta roja y amplía el área desde el sector de la Hidroeléctrica Coca Codo Sinclair hasta la confluencia con el río Napo, con el fin de canalizar la atención en el marco de las competencias y necesidades territoriales por parte del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR), recomienda se solicite el Informe ejecutivo de acciones, propuestas y necesidades, mismo que permitirá realizar una evaluación complementaria e integral en sectores específicos que se requiera atender, mismo que deberá ser entregado por los COEs previa coordinación con sus Mesas de Trabajo Técnico.

Conforme a lo establecido en el Art. 24 del Reglamento de la Ley de Seguridad Pública y del Estado, como Presidenta del Comité de Operaciones de Emergencia Provincial (COE P) buscado coordinar a nivel interinstitucional las acciones tendientes a enfrentar

esta situación de emergencia y he requerido de parte de todas las instituciones aportar y cumplir oportunamente con lo que legal y constitucionalmente estamos llamados a realizar dentro del ámbito de atribuciones y competencias asignadas, a fin de dar respuesta, avanzar con los procesos hacia la recomendación de declaratoria de emergencia y/o buscar alguna alternativa que permita conseguir los recursos para atender la emergencia, y no tener consecuencias que lamentar con nuestra población, o responsabilidades que enfrentar por demoras, omisiones o falta de decisión.

De toda la normativa indicada, queda claro que la competencia para atender esta emergencia la tienen los GAD Municipales en coordinación con el Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. Conforme lo prevé el artículo 390 de la Constitución de la República, “Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad

### **3.2 Algunas reflexiones a partir de la percepción de los afectados.**

Este acápite resume un poco las impresiones del autor a partir de entrevistas con el presidente de la junta parroquial y con vecinos de la zona, así como también a partir de la observación in situ.

... y que indica en este momento el señor presidente de este sector llamado Minas de Huataraco, él menciona que la erosión regresiva está causando efectos negativos en el desempeño y en las actividades cotidianas que realizan de esta parroquia uno de los problemas principales es la afectación de la vía ya que está apenas a 5 metros de la erosión regresiva. Entonces [ocurrirá] una buena crecida y eso generará una afectación a la vía principal... (Entrevistado 1 abril 2022)

En el lugar donde se realiza la entrevista también se puede identificar un punto de tratamiento de agua servidas el cual por la sedimentación no está cumpliendo su trabajo Es decir el agua que llega de las aguas servidas de los vecinos se queda en ese sitio y no circula es decir rebosa y luego sale con todos los contenidos de aguas residuales contaminando y generando también esta dificultad. El presidente de esta zona indica que la vía de ingreso a la parroquia es esencial para el desarrollo del sector. El punto

crítico es el de abastecimiento de agua para la comunidad de minas de Huataraco, existe una vertiente que abastece a 4000 personas de la parroquia cuando el río crece colapsa el abastecimiento de agua para el consumo humano, aunque se realizaron trabajos estos no van a ser suficientes debido al aumento del caudal el cual inundaría la infraestructura que se utiliza para el tratamiento del agua de vertiente.

Estos son algunos de los problemas que se complican de gran manera la situación de la erosión regresiva la fecha cuando se realizó esta entrevista fue en el mes de agosto del 2021. Para el mes de febrero del 2022 sin duda es otra realidad y con una problemática más agudizada más fuerte y más profunda.

De colapsar la vía principal se quedarían incomunicadas aproximadamente unas 4000 personas que viven en minas de Huataraco, por lo tanto, es importante tomar las medidas en este caso al Ministerio de Transportes y Obras Públicas que es el ente rector en proteger la vía principal a fin de que se tenga una opción y no quede incomunicado este importante sector de las parroquias del cantón Francisco de Orellana. Junto con la colaboración del Gobierno Provincial y los propios gobiernos cantonales y parroquiales deben unir esfuerzo para hacer frente a la problemática.

Durante la investigación se tuvo la oportunidad de presenciar el proceso de regresivo del Río Coca. Durante el proceso se entrevistó al presidente de Minas de Huataraco quien pudo indicar:

...sectores que antes tenían cultivos, sembríos lastimosamente el 13 de agosto del 2021 fueron afectados por el proceso de erosión regresiva [que] fue tan grande el impacto que estas familias tuvieron que literalmente tuvieron que correr por sus vidas, evacuar hacia una zona segura a fin de precautelar su integridad física la problemática del crecimiento del Río Coca por las lluvias excesivas, sin dudas relacionadas al cambio climático.” “...la erosión regresiva está cada vez más cerca de las viviendas de los vecinos asentados en este lugar en algunos puntos hasta cuatro metros, la erosión regresiva avanza y sigue debilitando el suelo que en este caso es simplemente de sedimento el cual se estabilizará una vez que encuentre roca firme lo cual es muy difícil ya que los estudios que hemos encontrado y hemos analizado indican que la Cuenca baja del Amazonas de la Amazonía contempla específicamente en lugares de arena de sedimento y específicamente, no de roca por lo tanto el avance de la erosión es irremediable. Las acciones que se puedan hacer no brindarían una garantía esto se explica porque es sedimento y al no encontrar

rocas sólidas simplemente colapsaría y sería arrastrado por la corriente del Río erosión del Río Coca ...) (Ramírez, Entrevistada 2 marzo 2022)

... estos son temas que se deben entrar a la agenda de política pública a fin de generar las estrategias que permitan a su vez instrumentalizar los procedimientos para la atención. En este caso, a la población afectada los cuales en la mayoría de sus casos no tienen documentos legales de las propiedades y por lo tanto eso dificulta que se les pueda dar una atención integral, una asistencia y ayuda...

Es fundamental para poder brindar el apoyo por parte de la entidades del Estado presentes en el territorio ya que algunos de estos asentamientos son irregulares y no cuentan con los documentos que en este caso son escrituras documentos de posesión de compra y venta que permitirían o abrirían el espacio para otro tipo de acciones con respecto a estos damnificados. El proceso de la erosión regresiva no respeta ni contempla infraestructura, edad, estado socioeconómico, simplemente el río en una llanura de inundación se extiende por dónde puede (Sarmiento, Entrevistado 3, 2022).

## Conclusiones

A partir del levantamiento de información. Las entrevistas, los intercambios de conocimientos con funcionarios, mediante informes técnicos, análisis de tesis de otros autores, así como de las entrevistas con la población residente en el lugar se llega a las siguientes conclusiones:

- Se debe dimensionar geográficamente los alcances del proceso de erosión hídrica y los efectos que pueden generar las lluvias extraordinarias generadas por el cambio climático por lo cual un modelo digital de elevación (DEM) con resolución espacial  $< 1$  m, donde se pueda realizar una nueva corrida que dará resultados a mayor detalle y delimitará de manera clara las zonas donde se presenta la erosión-sedimentación que está ocurriendo actualmente en el río Coca.
- Asignar y optimizar los recursos para obras de mitigación según el propio PDOT a fin de reducir el impacto en la población e infraestructura esencial asentada en la ribera del río Coca.
- Realizar un monitoreo constante de la información climática así como los niveles de agua del río Coca en los tramos donde exista infraestructura civil-hidráulica, y mediante obras procurar controlar las velocidades erosivas del río.
- Que los equipos municipales cuenten con profesionales idóneos en temas relacionados al análisis de la amenaza y las medidas que se debería tomar a mediano y largo plazo medidas de mitigación causas hídricas e hidráulicas. (Hidrólogos, Ingenieros Estructurales ).
- Solicitar el acompañamiento de especialistas en defensas ribereñas que labora en la Empresa Pública del Agua (EPA), realizar inspección y emisión de informe con medidas de reducción de la erosión hídrica de riberas, de fondo y sedimentación.
- Diseñar espigones fluviales con diámetros de roca variable que tengan alta resistencia hidráulica según la factibilidad técnica, económica.
- Mantener monitoreo de la variabilidad del cauce en el tramo fluvial con la ayuda de batimetrías periódicas y determinación del grado de sedimentación en la sección transversal y en los tramos fluviales involucrados.



- Implementar defensas ribereñas como: espigones fluviales, muros de gaviones, sacos rellenos con mezcla de arena cemento, etc. Que permitan salvaguardar las vidas y protejan la infraestructura existente.
- Ejecutar estudios geotécnicos en los sitios donde se localiza tanto la planta de agua potable como la planta de aguas residuales con el objetivo de implementar defensas ribereñas (espigones fluviales y muros con gran peso).
- Realizar la conformación de taludes en las riberas y revestimiento de los mismos, dentro del tramo fluvial.

## Referencias

- Arias, J. S. y Correa, J. D. (2020). Categorización de amenaza por inundación en el casco urbano del municipio de Beltrán-Cundinamarca. *Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil*. Bogotá, Colombia.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25782>
- Bernal (2008) Controle géodynamique des transferts de masses entre une chaîne et le piémont: exemples du mégacon de Napo-Pastaza (Equateur-Peru) S.L.S.N.
- Chow VT, Maidment DR & Mays L. (1994) *Hidrología Aplicada*. Ediciones McGraw-Hill, Colombia: 583 pp.
- Dupar, M. (2019). El Informe Especial del IPCC sobre Cambio Climático y la Tierra: ¿qué significa para América Latina? Cape Town: Alianza Clima y Desarrollo (CDKN), Overseas Development Institute, South South North y Fundación Futuro Latinoamericano. <https://reliefweb.int/report/world/el-informe-especial-del-ipcc-sobre-cambio-clim-tico-y-la-tierra-qu-significa-para-am>
- Cardona, O. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. International Work-Conference on Vulnerability in Disaster Theory and Practice. 29-30 junio. Disaster Studies of Wageningen University and research Centre. Holanda.  
<http://www.desenredando.org/public/articulos/2001/repvuln/RepensarVulnerabilidadyRiesgo-1.0.0.pdf>
- El Comercio (2017) Afectados por las lluvias en Orellana y Napo retornan a sus viviendas. <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/afectados-lluvias-orellana-clima-viviendas.html>) 10 de enero de 2017 12:35
- El Universo (2011) Coca declarado en emergencia por fuertes lluvias. <https://www.eluniverso.com/2011/04/30/1/1447/coca-declarado-emergencia-fuertes-lluvias.html>) 29 de abril, 2011 - 19h45
- El Universo (2016) Lluvias en Orellana provocan deslizamientos e inundación. <https://www.eluniverso.com/noticias/2016/09/20/nota/5811472/lluvias-orellana-provocan-deslizamientos-e-inundacion/> 20 de septiembre, 2016 - 00h00
- Gaspari, F. J., Rodríguez, A. M., Vagaría G., Senisterra, E., Denegri, G., Delgado, M.I. y Besteiro, S. (2012) Caracterización Morfométrica de la cuenca alta del río

- Sauce Grande, Buenos Aires, Argentina. *AUGMDOMUS*, 4, pp143-158.  
<https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/476/505>
- Gutiérrez (2008) Geomorfología Madrid: Pearson Educacion, S.A
- Horton, R. E. (1945) Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology Geological Society of America Bulletin. U.S.A.  
<https://pubs.geoscienceworld.org/gsa/gsabulletin/article-abstract/56/3/275/4075/EROSIONAL-DEVELOPMENT-OF-STREAMS-AND-THEIR>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2019). Climate Change and Land: An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems. <https://www.ipcc.ch/srccl/>
- IGM (1978). Mapa Bioclimático del Ecuador. Instituto Geográfico Militar, Quito.  
<http://repositorio.casadelacultura.gob.ec/handle/34000/17674>
- Lux Cardona, Benjamín (2015) Conceptos básicos de Morfometría de Cuencas Hidrográficas.  
[https://core.ac.uk/display/35294551?utm\\_source=pdf&utm\\_medium=banner&utm\\_campaign=pdf-decoration-v1](https://core.ac.uk/display/35294551?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1)
- Morote Seguido, Álvaro F., & Souto González, X. M. (2020). Educar para convivir con el riesgo de inundación. *Estudios Geográficos*, 81(288), e036.  
<https://doi.org/10.3989/estgeogr.202051.031>
- Monsalve, G. (1999). Hidrología en la Ingeniería. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería. [https://mega.nz/file/yUxDCCAC#M91pqmnPz0WRReddb-A2Sf6ObIJWQcrnVf1ZF\\_32MMJM](https://mega.nz/file/yUxDCCAC#M91pqmnPz0WRReddb-A2Sf6ObIJWQcrnVf1ZF_32MMJM)
- OEA (1993) Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Organización de los Estados Americanos Washington, D.C. <https://www.oas.org/usde/publications/Unit/oea65s/begin.htm>

- Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres (UNISDR). (2004). ¿Qué es un desastre? <https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page5-spa.pdf>
- Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres (UNISDR). (2004). ¿Qué es una amenaza? <https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page4-spa.pdf>
- Ramírez, M., Ghanem, A. y Lárez, H. (2006) Estudio comparativo de los diferentes métodos utilizados para la predicción de intensidades máximas de precipitación para el diseño adecuado de estructuras hidráulicas. *Saber*, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. 18. N.º 2: pp. 189-196. <https://www.redalyc.org/pdf/4277/427739430012.pdf>
- Rojo, J.D. (2014). Morfometría de cuencas. Curso de Hidrología. <http://julianrojo.weebly.com/uploads/1/2/0/0/12008328/morfometria.pdf>
- Vélez, Jaime I., Humberto Caballero, Verónica Botero, Ricardo A. Smith, Claudia C. Rave, Jorge E. Patiño, y Dimas Escobar. (2003). “Evaluación de riesgos en cuencas urbanas”. *Avances En Recursos Hidráulicos*, No. 10 (enero):17-32. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/arh/article/view/92860>.
- Vuille, M., R.S. Bradley, F. Keiming, 2000. Climate variability in the Andes of Ecuador and its relation to tropical Pacific and Atlantic sea surface temperature anomalies. *J. Climate*, 13, 2520-2535. [https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/13/14/1520-0442\\_2000\\_013\\_2520\\_cvitao\\_2.0.co\\_2.xml?tab\\_body=pdf](https://journals.ametsoc.org/view/journals/clim/13/14/1520-0442_2000_013_2520_cvitao_2.0.co_2.xml?tab_body=pdf)

## **Anexos**

### **Anexo 1. Articulado**

El artículo 239 de la Constitución de la República, prescribe: “*El régimen de gobiernos autónomos descentralizados se regirá por la ley correspondiente, que establecerá **un sistema nacional de competencias de carácter obligatorio y progresivo (...)***”. (énfasis añadido)

El artículo 261 prescribe: “El Estado central tendrá competencias exclusivas sobre: 8. *El Manejo de los desastres naturales.*”

El artículo 389 ibidem, en su parte pertinente indica:

“El sistema nacional descentralizado de gestión de riesgo está compuesto por las unidades de gestión de riesgo de **todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional**. El Estado ejercerá la rectoría a través del organismo técnico establecido en la ley. Tendrá como funciones principales, entre otras: 5. Articular las instituciones para que coordinen acciones a fin de prevenir y mitigar los riesgos, así como para enfrentarlos, recuperar y mejorar las condiciones anteriores a la ocurrencia de una emergencia o desastre.” (énfasis añadido)

El artículo 390 Ut Supra, señala:

“*Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera **brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad.***” (énfasis añadido)

El Art. 11 de la Ley de Seguridad Pública y del Estado, señala que:

“Los órganos ejecutores del Sistema de Seguridad Pública y del Estado estarán a cargo de las acciones de defensa, orden público, prevención y gestión de riesgos, conforme lo siguiente: *d) De la gestión de riesgos. - La prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y antrópico o para reducir la vulnerabilidad, **corresponden a las entidades públicas y privadas,***

*nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos.” (énfasis añadido)*

Por su parte el Art. 24 del Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado, establece que:

“Los Comités de Operaciones de Emergencia (COE). - Son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos, y a la respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre, ... y **operarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico**, como lo establece el artículo 390 de la Constitución de la República.” (énfasis añadido)

La Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial uso y gestión del suelo, en el artículo 11, dispone:

“Alcance del componente de ordenamiento territorial. Además de lo previsto en el Código Orgánico de Planificación y Finanzas Públicas y otras disposiciones legales, la planificación del ordenamiento territorial de los Gobiernos Autónomos Descentralizados observarán, en el marco de sus competencias, los siguientes criterios:

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados municipales y metropolitanos, de acuerdo con lo determinado en esta Ley, clasificarán todo el suelo cantonal o distrital, en urbano y rural y definirán el uso y la gestión del suelo. Además, identificarán los riesgos naturales y antrópicos de ámbito cantonal o distrital, (...).

Las decisiones de ordenamiento territorial, de uso y ocupación del suelo de este nivel de gobierno racionalizarán las intervenciones en el territorio de los otros niveles de gobierno.”

La Ley Orgánica para la Planificación Integral de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica, establece:

“Art. 22.- Gestión de Riesgos. Los diferentes niveles de gobierno de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica, en el ámbito de sus competencias, gestionarán y

coordinarán la prevención y mitigación de riesgos naturales y antrópicos, con el ente rector de riesgos, en el marco del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos.”

“Art. 64.- Fondo Común para la Circunscripción Territorial Especial Amazónica. Además de los recursos del Fondo para el Desarrollo Integral Amazónico establecidos en la presente Ley, se crea el Fondo Común para la Circunscripción Territorial Especial Amazónica, que se financiará con las siguientes asignaciones: (...)”

“Art. 51.- Gestión de riesgos: La Autoridad Nacional de Gestión de Riesgos en coordinación con los Gobiernos Autónomos Descentralizados de la Circunscripción Territorial Especial Amazónica son responsables de generar planes, programas, proyectos y actividades de prevención, mitigación, recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad de las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico que afecten a la circunscripción territorial especial amazónica; para lo cual, gestionarán de manera concurrente, oportuna y articulada, fundamentados en la Constitución de la República, la normativa legal vigente, los planes nacionales y las políticas públicas en torno a la gestión de riesgos.”

“El Título V, Capítulo IV del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización - COOTAD, trata del Ejercicio de las Competencias Constitucionales. Es así que el artículo 140 establece:

“Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al territorio se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada por todos los niveles de gobierno de acuerdo con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley. (...)”

**Anexo 2. Registro fotográfico de avance de proceso de erosión y sedimentación**

Foto 1.1 Erosión hídrica río Coca, Sector Union y Progreso abril 2022



*Foto del Autor*

Foto 2.2 Erosión hídrica río Coca, Sector Union y Progreso junio 2022



*Foto del Autor*



Foto 3.3 Erosión hídrica río Coca, Sector Minas de Huatarco julio 2021



*Foto del Autor*

Foto 4.4 Caudal en forma de olas causan erosión en la rivera julio 2021



*Foto del Autor*

Foto 5.5 Erosión hídrica río Coca, Sector Barrio Union y Progreso octubre 2021



*Foto del Autor*

Foto 6.6 Afectaciones a infraestructura por erosión hídrica río Coca, Sector Minas de Huataraco abril 2022



*Foto del Autor*

7.7 Colocación de barreras para proteger ribera del río, Sector Cambahuasi  
julio 2021



*Foto del Autor*

8.8 Colocación de lonas con arcilla para proteger ribera del río, Sector Unión  
y progreso octubre 2022



*Foto del Autor*

9.9 Colocación de piedra bola muro de escolleras para proteger ribera del río,  
Sector Perla Amazonica noviembre 2022



*Foto del Autor*