

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT) A INUNDACIONES
PARA LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS, PERÚ”**

Presentado por:

DANIEL ALEJANDRO YABAR MEOÑO

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de

INGENIERO AMBIENTAL

Lima – Perú

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS

**“METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN
SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT) A INUNDACIONES
PARA LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS, PERÚ”**

Presentada por:

DANIEL ALEJANDRO YABAR MEOÑO

Trabajo de Suficiencia Profesional para Optar el Título de:

INGENIERO AMBIENTAL

Sustentada y aprobada por el siguiente Jurado:

Ing. Franklin Unsihuay Tovar

PRESIDENTE

Mg.Sc. Victoria Doris Calle Montes

MIEMBRO

Mg.Sc. Eusebio Cisneros Tarmeño

MIEMBRO

Mg. Esaúl Obregón Párraga

ASESOR

DEDICATORIA

A mi esposa Marjorie, a mis hijas Bianca y Lara, a mi hermano David y a mis padres Alejandro y Cristina.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y hermano que estuvieron apoyándome y dándome las fuerzas para no rendirme y lograr la meta, a mis suegros por su respaldo en este camino y especialmente a mi esposa Marjorie y mis hijas que son mi motor y me brindan ese empuje y apoyo necesario para lograr las metas que ahora nos trazamos juntos.

INDICE GENERAL

RESUMEN	vii
ABSTRACT	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	3
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO CONCEPTUAL.....	4
2.1. DESASTRES POR AMENAZAS NATURALES.....	4
2.2. RIESGO A DESASTRES.....	5
2.2.1. Inundaciones	5
2.2.2. Capacidad de pronóstico.....	6
2.3. GESTIÓN DEL RIESGO	7
2.4. VULNERABILIDAD.....	7
2.4.1. Vulnerabilidad global	8
2.4.2. Vulnerabilidad física	8
2.4.3. Vulnerabilidad económica	9
2.4.4. Vulnerabilidad política	9
2.4.5. Vulnerabilidad técnica.....	9
2.4.6. Vulnerabilidad ideológica y cultural	10
2.4.7. Vulnerabilidad educativa	10
2.4.8. Vulnerabilidad institucional.....	10
2.4.9. Vulnerabilidad ecológica	11
2.5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	11
2.6. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)	12
2.7. INSTRUMENTOS DE DIFUSIÓN	13
2.8. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)	14
2.9. MODELACIÓN HIDROLÓGICA	15
2.9.1. HEC – RAS y HEC – GeoRAS.....	15
2.10. PLATAFORMA DE MONITOREO (TERRAMA2)	15
2.11. EXPERIENCIA Y APORTES PROFESIONALES	16
2.11.1. Funciones desempeñadas y la vinculación con la ingeniería ambiental....	16
2.11.2. Puesta en práctica de lo aprendido durante la formación académica	17

2.11.3.	Contribución en la solución de las situaciones problemáticas	20
2.11.4.	Análisis de la contribución en términos de competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional.....	22
2.11.5.	Nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas	23
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1.	ÁREA DE ESTUDIO.....	24
3.2.	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	25
3.2.1.	Matriz de aspectos clave para la gestión del riesgo a nivel de país.....	26
3.2.2.	Matriz de aspectos clave para la gestión del riesgo en la región MAP (Madre de Dios, Acre y Pando).....	29
3.3.	PREDICCIÓN A ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN COMO COMPLEMENTO AL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS, PERÚ	32
3.3.1.	Área de estudio.....	32
3.3.2.	Procedimiento metodológico	33
3.3.3.	Resultados de la simulación en la cuenca piloto	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1.	DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN SAT A INUNDACIONES	42
4.1.1.	Área de estudio.....	42
4.1.2.	Procedimiento metodológico	43
4.2.	RESULTADOS.....	46
4.2.1.	Identificación de eventos extraordinarios y desastres	49
4.2.2.	Análisis de vulnerabilidad e identificación de zonas inundables.....	49
4.2.3.	Sistema de alerta temprana para inundaciones	50
4.2.4.	Seguimiento del Sistema de Alerta Temprana	52
V.	CONCLUSIONES	54
VI.	RECOMENDACIONES.....	57
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
VIII.	ANEXOS	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Lista de personas entrevistadas	68
Tabla 2: Matriz 1: Aspectos clave para la gestión del riesgo en los países estudiados	69
Tabla 3: Matriz 2: Aspectos clave de la gestión del riesgo y estado del SAT en la región fronteriza MAP	71
Tabla 4: Matriz de calificación de actores por si importancia e interés.....	73
Tabla 5: Matriz para medir el avance de la implementación de un SAT en la Región de Madre de Dios.....	74
Tabla 6: Datos e insumos para la simulación hidrológica de la cuenca del río Tahuamanu	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de la región MAP.	25
Figura 2: Gestión de riesgo a nivel de país.	27
Figura 3: Gestión de riesgo y estado del SAT en la región fronteriza MAP.	30
Figura 4: Ubicación de la cuenca del río Tahuamanu.	33
Figura 5: Diagrama del proceso metodológico.	36
Figura 6: TIN de la cuenca del río Tahuamanu.	37
Figura 7: Secciones transversales generadas con HEC – RAS.	38
Figura 8: Perfil de una sección transversal en HEC – RAS.	38
Figura 9: Planicies de inundación para la población de Iberia.	39
Figura 10: Planicies de inundación para la población de San Lorenzo.	40
Figura 11: Mapa de la ZEE y las planicies de inundación para la cuenca del río Tahuamanu.	41
Figura 12: Mapa de cuencas hidrográficas de la región de Madre de Dios.	43
Figura 13: Diagnóstico inicial del SAT en la región de Madre de Dios.	44
Figura 14: Flujograma de la metodología para la planificación de un SAT para inundaciones en la región de Madre de Dios.	47
Figura 15: Factores clave para un SAT.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Información Complementaria	68
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS

ARA:	Autoridad Regional Ambiental
COER:	Centro de Operaciones de Emergencia Regional
CPTEC:	Centro de Previsao de Tempo e Estudos Climáticos
DEM:	Digital Elevation Model
GOREMAD:	Gobierno Regional de Madre de Dios
HEC–GeoRAS:	Hydrologic Engineering Centers Geospatial River Analysis System
HEC–RAS:	Hydrologic Engineering Centers River Analysis System
INDECI:	Instituto Nacional de Defensa Civil
INPE:	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC:	Intergovernmental Panel on Climate Change
ONG:	Organismo No Gubernamental
PEMD:	Proyecto Especial Madre de Dios
PREDES:	Centro de Estudios y Prevención de Desastres
SAT:	Sistema de Alerta Temprana
SEMA:	Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SENAMHI:	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SIG:	Sistema de Información Geográfica
TIC:	Tecnologías de la Información y la Comunicación
TIN:	Triangulated Irregular Network
ZEE:	Zonificación Ecológica Económica

RESUMEN

El presente trabajo de gestión de riesgos a inundaciones incorpora las herramientas SIG y la modelación hidrológica a la predicción de eventos extremos con el fin de elaborar una metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana a inundaciones en la región de Madre de Dios en Perú. Las lecciones aprendidas muestran a través de una lista de verificación el nivel del cumplimiento de los indicadores de la gestión de riesgo tanto a nivel de país como a nivel regional, en las regiones fronterizas con el estado de Acre en Brasil y la región de Pando en Bolivia. El uso de las herramientas SIG, el ArcGIS 10 con las extensiones: 3D Analyst y HEC – GeoRAS así como el software de modelación hidrológica HEC – RAS muestra la capacidad de la tecnología como un aliado a la predicción y prevención de las amenazas a los desastres por eventos extremos de fácil uso y manejo con el fin de ayudar en la identificación de zonas vulnerables o propensas a inundaciones, las herramientas usadas son En el desarrollo de la metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana (SAT) a inundaciones en la región de Madre de Dios, se analizaron a los actores clave, su nivel de interés y poder, su participación en el tema de gestión de riesgos, realizando un diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana ya existente en la zona, un análisis de la gestión administrativa, operativa, la percepción de los expertos ante sus sistema de alerta temprana y la participación de la población.

Como objetivo general es plantear nuevos elementos, herramientas y enfoques para solucionar los problemas identificados en el sistema de alerta temprana presente en la región de Madre de Dios; así mismo realizar una sistematización de experiencias en otros países que se encuentran más avanzados en la implementación y mejora continua, incorporar la predicción de zonas vulnerables a inundación, y proponer una mejora en la metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana (SAT) en la región de Madre de Dios.

Entre los resultados obtenidos se resalta el alto nivel de gestión de riesgo con los que cuentan los países de Brasil y Colombia, y su falta de capacidad en los países de Perú y Bolivia. La viabilidad del uso del SIG y los de modelación para la predicción y prevención de las zonas vulnerables a inundaciones mostradas para la cuenca del río Tahuamanu.

Palabras clave: Inundaciones, desastres, alerta temprana, riesgo

ABSTRACT

The present work of management of risks to floods incorporates the tools GIS and the modelación hydrological to the prediction of extreme events with the end to elaborate a methodology for the planificación of a system of early alert to floods in the region of Madre de Dios in Peru. The lessons learnt show through a list of verification the level of the fulfillment of the indicators of the management of risk so much to level of country as to regional level, in the border regions with the state of Acre in Brazil and the region of Pando in Bolivia. The use of the tools GIS, the ArcGIS 10 with the extensions: 3D Analyst and HEC – GeoRAS as well as the software of hydrological modeling HEC – RAS sample the capacity of the technology like an ally to the prediction and prevention of the threats to the disasters by extreme events of easy use and handle with the end to help in the identification of vulnerable or liable zones to floods, the tools used are In the development of the methodology for the planning of a system of early alert (SEA) to floods in the region of Madre de Dios, analysed to the key actors, his level of interest and power, his participation in the subject of management of risks, making an initial diagnostic of the system of early alert already existent in the zone, an analysis of the administrative management, operative, the perception of the experts in front of his system of early alert and the participation of the population.

Like general goal is to pose new elements, tools and approaches to solve the problems identified in the system of present early alert in the region of Madre de Dios; likewise make a systematisation of experiences in other countries that find more advanced in the implementation and continuous improvement, incorporate the prediction of vulnerable zones to flood, and propose an improvement in the methodology for the planning of a system of early alert (SEA) in the region of Madre de Dios.

Between the results obtained highlights the high level of management of risk with which explain the countries of Brazil and Colombia, and his fault of capacity in the countries of Peru and Bolivia. The feasibility of the use of the GIS and the ones of modelación for the prediction and prevention of the vulnerable zones to floods showed for the basin of the river Tahuamanu.

Keywords: *Floods, disasters, early alert, risk*

PRESENTACIÓN

Los Sistemas de Alerta Temprana para inundaciones, juegan un papel importante al monitorear las condiciones hidrometeorológicas y el comportamiento de los cauces de los ríos o cuencas hidrográficas, con lo cual se pronostican las inundaciones sobre un área específica.

En el Perú, los desastres han ocasionado a la población grandes pérdidas no sólo materiales sino también de vidas humanas. Alguna de las amenazas que suceden en todo el país son: deslizamientos, inundaciones, incendios forestales, tsunamis, terremotos y aluviones, siendo Madre de Dios la región amazónica más afectada por inundaciones de manera continua y durante todo el año (INDECI 2009).

Por lo mencionado el presente trabajo es contribuir a la gestión de riesgos a desastres por inundaciones mediante la elaboración de una propuesta metodológica para la planificación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la región de Madre de Dios. La misma que servirá para definir los principales elementos de diseño que permitirán orientar a técnicos y profesionales encargados para la instalación, operación y mantenimiento de un sistema de alerta temprana (SAT) ante inundaciones con base en las experiencias y lecciones aprendidas de distintos SAT creados para países de América Latina, así como la incorporación de herramientas técnicas basadas en los SIG para el monitoreo, prevención y preparación antes estas amenazas.

I. INTRODUCCIÓN

La evidencia científica permite conocer cada vez con mayor precisión las causas, características y consecuencias de un fenómeno como los desastres. Desde distintas instancias de la comunidad internacional se alerta de la existencia de un incremento en la frecuencia e intensidad de los desastres en las últimas décadas (IPCC 2007; Comisión Europea 2009; Guha-Sapir *et al.* 2011).

Si se atiende al tipo de desastre, los que se producen con mayor frecuencia y tienen mayor impacto en cuanto a víctimas y daños económicos son los de naturaleza hidrológica, seguidos de cerca por los de carácter meteorológico, geofísico y climatológico (Suárez 2012).

Dentro de la multiplicidad de acciones relacionadas con la gestión del riesgo a desastres, el Sistema de Alerta Temprana (SAT) es uno de los elementos principales, ya que contribuye, a evitar la pérdida de vidas y disminuir el impacto económico, material y humano en las poblaciones vulnerables y afectadas por eventos destructivos (Armién 2011).

Según Armién (2011), la eficacia de los SAT se fundamentan en el conocimiento de la existencia de riesgos, en la activa participación de las comunidades, en un compromiso institucional que involucra a la educación como factor indispensable para la toma de conciencia ciudadana, difusión eficiente de las alertas y la preparación constante.

Además, las actividades humanas desarrolladas en las últimas décadas junto con las características propias de una región amazónica, como la diversidad y heterogeneidad territorial y social, están generando condiciones de alta vulnerabilidad en el territorio y la sociedad, presentando escenarios de frecuentes desastres, los cuales al

desencadenarse producen múltiples peligros en el entorno (León 2008).

La región de Madre de Dios es una de las que sufre fuertemente los embates de la naturaleza. Según INDECI (2009) se registran problemas por inundaciones todos los meses del año, principalmente de noviembre a marzo.

En el desarrollo de la metodología para la planificación del SAT, se analizaron a los actores clave, su nivel de interés y poder; y su participación en el tema de gestión de riesgos, realizando un diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana ya existente en la zona, un análisis de la gestión administrativa, operativa, y la percepción de los expertos ante su sistema de alerta temprana y la participación de la población.

En el diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana, impera el trabajo individual de los actores e instituciones, lo que dificulta las acciones colectivas y la solución de problemas. Destacan algunos actores con alto compromiso en la gestión de riesgos. En general, existe mucha voluntad; pero, a nivel comunitario, se da cierta incredulidad por varios factores: incumplimiento, veracidad de información y falta de trabajo conjunto.

La metodología que se elaboró para este estudio, determinó: (1) las zonas vulnerables a inundaciones, y el nivel de participación social ante amenaza, en donde el estado tiene un nivel medio de participación y la población un nivel bajo de participación, (2) procesos y procedimientos en el SAT actual que son de difícil ejecución por razones técnicas y administrativas, los cuales sirvieron para elaborar su reformulación, (3) Las lecciones del presente estudio plantean nuevos elementos, herramientas y enfoques en los planes estratégicos de intervención regional, para solucionar los problemas identificados en el Sistema de Alerta Temprana (SAT) de la región de Madre de Dios, con el fin de lograr la sostenibilidad del trabajo.

1.1. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.1.1. Objetivo general

Contribuir a la gestión de riesgos a desastres por inundaciones mediante el desarrollo de una metodología para la planificación de Sistema de Alerta Temprana (SAT) en la región de Madre de Dios, Perú.

1.1.2. Objetivos específicos

- a. Documentar y comparar experiencias y lecciones aprendidas en la implementación de sistemas de alerta temprana a inundaciones en diferentes países.
- b. Predicción de zonas vulnerables a inundación como complemento al análisis de vulnerabilidad en la región de Madre de Dios, Perú.
- c. Desarrollar una metodología para la planificación de sistemas de alerta temprana a inundaciones.
- d. Socializar y validar metodología de planificación de sistemas de alerta para inundaciones.

II. REVISIÓN DE LITERATURA O MARCO CONCEPTUAL

2.1. DESASTRES POR AMENAZAS NATURALES

Según la UNISDR (2009), un desastre es la combinación de diferentes factores en una comunidad, la vulnerabilidad y la capacidad para reducir el daño, ocasionando diferentes tipos de impactos, pérdidas materiales, económicas, de la vida, así como la generación de enfermedades y efectos negativos en el medio físico, mental y social de la humanidad.

“Un desastre es una situación o acontecimiento que supera la capacidad local y que requiere asistencia externa a nivel nacional o internacional; un acontecimiento imprevisto y frecuentemente repentino que causa grandes daños, destrucción y sufrimiento humano” (Suárez 2012).

A su vez, para que un desastre sea considerado como tal y registrado a efectos estadísticos y de análisis en la base de datos internacional sobre desastres, debe cumplir al menos con uno de los siguientes criterios: causar la muerte de 10 o más personas; afectar a 100 o más; que se declare el estado de emergencia; o que se solicite asistencia internacional, esta denominación usada se deriva que dicho concepto se refiere únicamente a los desastres con origen en una causa natural, excluyendo por tanto los desastres asociados a conflictos (ya sean de carácter bélico, político o social) o a accidentes (tecnológicos, industriales, etc.), que encuentran su principal razón de ser en el hecho de que se produzca una intervención humana (Suárez 2012).

2.2. RIESGO A DESASTRES

2.2.1. Inundaciones

Una inundación es un exceso de un exceso de agua que sumerge la tierra que por lo general no se encuentran cubiertas por agua. La inundación puede resultar de que el volumen de agua dentro de un cuerpo de agua tal como un río o lago excediendo la capacidad total de sus límites, y como resultado algunos de los flujos de agua se encuentran fuera de los perímetros normales del cuerpo de agua. Una definición más simple: Una inundación es cuando el agua de un río se derrama fuera de su lecho normal (Neussner 2009).

Según (INDECI 2011) podemos determinar dos tipos de inundaciones según su duración y según su origen, dentro de las inundaciones por su duración encontramos las inundaciones dinámicas o rápidas y las estáticas o lentas y según su origen tenemos las pluviales y fluviales.

a. Inundaciones dinámicas o rápidas

Se producen en ríos de montaña o en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes y por el efecto de lluvias intensas. Las crecidas son repentinas y de corta duración. Son estas las que suelen producir los mayores estragos en la población, sobre todo porque el tiempo de reacción es prácticamente nulo (Cruz *et al.* 2005).

b. Inundaciones estáticas o lentas

Se produce cuando lluvias persistentes y generalizadas, producen un aumento gradual del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte. Entonces el río se sale de su cauce, inundando áreas planas cercanas al mismo. Las zonas que periódicamente suelen quedar inundadas se denominan llanuras de inundación (Cruz *et al.* 2005).

c. Inundaciones pluviales

Es la que se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que ese fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de precipitaciones intensas o persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable (Cruz *et al.* 2005).

d. Inundaciones fluviales

O también conocidas por desbordamientos de los ríos, causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina como crecida y es debido al exceso de lluvias (Cruz *et al.* 2005).

2.2.2. Capacidad de pronóstico

Para pronosticar una inundación fluvial es necesaria la recopilación de datos hidrometeorológicos ya que la inundación, sea esta provocada por la precipitación, a derretimiento de nieve en la cuenca de captación, o a inundación río arriba, puede pronosticarse con anticipación de entre 12 horas y varias semanas (Jiménez 2011).

Sin embargo, las inundaciones causadas de forma repentina dependen de los pronósticos meteorológicos y del conocimiento de las condiciones geográficas de la cuenca, el manejo de técnicas de percepción remota, como son las imágenes de satélite, nos ayuda a interpretar las zonas inundables o susceptibles a inundarse (Jiménez 2011).

Esfuerzos como la OMM con su Programa Mundial de Vigilancia del Clima y el Sistema de Procesamiento de Datos Globales, están constantemente mejorando sus pronósticos y esto sirve para visualizar las condiciones de inundación a varios países, aunque las observaciones hechas por los servicios meteorológicos nacionales son las

activan las advertencias de alerta de inundación (Jiménez 2011).

2.3. GESTIÓN DEL RIESGO

Es una práctica que consiste en la evaluación y análisis del riesgo, con el fin de ejecutar acciones para reducir, controlar o transferir el riesgo a través de la práctica de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales (UNISDR 2009).

Cuando se habla de gestión del riesgo se refiere a la capacidad de una comunidad, región país etc. de manejar y transformar las condiciones que permiten o favorecen un desastre antes que este ocurra. La gestión del riesgo se fundamenta en el conocimiento de los factores (amenazas y vulnerabilidad) que al combinarse producen efectos negativos (PREDES 2007) sobre una comunidad y su entorno, y de calcular cualitativa y cuantitativamente esos efectos a manera de evitarlos interviniendo sobre las causas que los producen o favorecen (Wilches-Chaux 1998).

La gestión del riesgo de desastre en forma general se define como un proceso social con el objetivo de previsión, reducción y control del elementos de riesgo de desastre para una sociedad, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano, económico, ambiental y territorial de manera sostenible (Narváez *et al.* 2009).

2.4. VULNERABILIDAD

Es la característica que tiene una población o comunidad a ser susceptible a los efectos de una amenaza, se debe a muchos factores, ambientales, sociales, económicos y de infraestructura y varía según la comunidad y el transcurso del tiempo (UNISDR 2009)

La vulnerabilidad significa también una falta de las comunidades, poblaciones o ciudades en la resiliencia y resistencia así como la falta de condiciones en la recuperación y reconstrucción del ambiente, bienes y personas afectadas (Lavell *et al.* 2003).

Los elementos de una población ya sean infraestructura, servicios, cultivos, ganado, el patrimonio cultural irrecuperable que corren el riesgo a ser dañados por las inundaciones son factores que afectan la vulnerabilidad, otros factores como refugios insuficientes, falta de información al público sobre las rutas de escape y otras actividades adecuadas de respuesta aumentan la vulnerabilidad de las comunidades (Jiménez 2011).

En Perú, la institución encargada de velar por la seguridad del país y su población con referencia a la gestión del riesgo es INDECI, así mismo para el tema de vulnerabilidad INDECI emplea un manual propio, el cual asemeja en gran medida al análisis de vulnerabilidad global por Wilches-Chaux (1998), este manual contempla los siguientes tipos de vulnerabilidad: ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional y científica y tecnológica, las cuales tienen sus propios indicadores.

2.4.1. Vulnerabilidad global

Surge como consecuencia de la interacción de una serie de factores y características que convergen en una comunidad o población (Wilches-Chaux 1998), dichos factores están representados como diferentes vulnerabilidades.

2.4.2. Vulnerabilidad física

Está referido directamente a la ubicación de la población en zonas en las que se sabe que es de alto riesgo, asentamientos humanos, con deficiencias de infraestructuras para absorber los efectos de dichos riesgos. Está relacionado con la calidad de los materiales y la construcción de la infraestructura en las poblaciones, la calidad del suelo y el lugar donde se asienta la población es un factor importante o a tomar en cuenta ante las amenazas latentes (Bisbal et al. 2006).

2.4.3. Vulnerabilidad económica

Viene dada directamente por los indicadores de desarrollo económico presentes en una población, pudiéndose incluso afirmar que cuanto más deprimido es un sector, mayor es la vulnerabilidad a la que se encuentra ante los desastres.

“El nivel de traumatismo social resultante de un desastre es inversamente proporcional al nivel de organización existente en la comunidad afectada” (Wilches – Chauv 1993).

Es la capacidad que tiene una comunidad a nivel organizacional y de participación conjunta a la prevención y respuesta ante las amenazas o situaciones de emergencia (Bisbal et al. 2006).

2.4.4. Vulnerabilidad política

Constituye el valor recíproco del nivel de autonomía que posee una comunidad para la toma de decisiones que le afectan, es decir mientras mayor sea la autonomía, mayor será la vulnerabilidad política de la comunidad.

Es la capacidad institucional y política dentro de una comunidad o población para tomar decisiones para una mejor gestión del riesgo, vinculada también a la capacidad institucional para cumplir con sus funciones en los temas de prevención y respuesta ante las emergencias (Bisbal et al. 2006).

2.4.5. Vulnerabilidad técnica

Viene dada por la presencia y/o ausencia de infraestructuras o diseños de edificaciones resistentes o adaptables a la diversidad de eventos o amenazas a la cual está una comunidad expuesta. Se entiende por el conocimiento científico y el nivel técnico con el que cuenta las instituciones de una comunidad o población para afrontar las amenazas de origen natural, así mismo como la capacidad para la información y sus técnicas de

uso para proveer mayor seguridad a la población (Bisbal et al. 2006).

2.4.6. Vulnerabilidad ideológica y cultural

Se refiere a la respuesta de una comunidad ante una amenaza de desastre por eventos naturales, o ante el desastre mismo, depende en gran medida de la concepción del mundo y de la concepción sobre el papel de los seres humanos en el mundo.

Si en la ideología predominante se imponen concepciones fatalistas, según las cuales los desastres "naturales" corresponden a manifestaciones de la voluntad de Dios, contra las cuales nada podemos hacer los seres humanos, las únicas respuestas posibles serán el dolor, la espera pasiva y la resignación. Está referida a la percepción de la persona o grupo de personas, comunidad o población sobre ellos mismos y su capacidad de reacción ante los desastres por eventos naturales y estará influenciado por sus creencias, costumbres, leyendas, mitos, etc. (Bisbal et al. 2006).

2.4.7. Vulnerabilidad educativa

Está representada principalmente con la preparación académica en distintos niveles, que permite a los ciudadanos aplicar tales conocimientos en su vida cotidiana como herramienta válida para enfrentar las situaciones de peligro presentes en la zona que habitan.

2.4.8. Vulnerabilidad institucional

Viene representada por la presencia o ausencia de organizaciones o comités encargados de actuar, manejar y coordinar las situaciones de emergencias presentes, como consecuencias de un evento o desastre, esto es la capacidad de respuesta ante tales situaciones de emergencia.

2.4.9. Vulnerabilidad ecológica

La definen las condiciones ambientales y ecológicas presentes en una zona, esto es, cuanto mayor sea la degradación ambiental y cuanto menos sostenible sea el uso dado a los recursos naturales presentes, mayor será la vulnerabilidad ecológica. Por ser la naturaleza un sistema en constante actividad que desarrolla dentro de sí ciclos, es posible afirmar que así como ingresa energía a ésta, así mismo expulsará la misma cantidad con el fin de mantener el balance interno e incluso externo.

2.5. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Proceso para determinar y priorizar los componentes críticos, débiles o susceptibles de daño o interrupción en edificaciones, instalaciones, servicios y sistemas, grupos humanos, sistemas productivos y naturales y el ambiente, así como las medidas de prevención, preparación y mitigación a tomar ante una amenaza específica o un grupo de ellas, a fin de procurar la reducción o eliminación de esa vulnerabilidad (Jiménez 2011).

El análisis de vulnerabilidad estima el nivel de pérdida o daño que pueda causar un desastre por eventos naturales a determinada zona, comunidad o población. Los componentes que se analizan incluyen las poblaciones, instalaciones y recursos físicos tales como centros de producción, lugares de reunión pública, patrimonio cultural, actividades económicas, entre otro (Auge 2004).

La vulnerabilidad global está interpretada por diferentes vulnerabilidades (Wilches-Chaux 1993): física, social, política, ideológica, educativa, cultural, económica, ecológica y técnica. Es la metodología que se ha aplicado en la mayoría de estudios y tesis de vulnerabilidad en cuencas de centro américa.

Exposición: relacionada con decisiones y prácticas que ubican a una unidad social (familia o comunidad) estructura física o actividad económica en las zonas de influencia

de un peligro. Este factor explica la vulnerabilidad porque expone dicha unidad social al impacto negativo del peligro.

Ejemplo: Ubicación de viviendas y terrenos agrícolas en zonas de laderas o en cauces secos de ríos.

Población, bienes u otros elementos presentes en la zonas de amenazas y que están expuestos a presentar daños o pérdidas (UNISDR 2009)

Fragilidad: se refiere al nivel o grado de resistencia y/o protección frente al impacto de un peligro, es decir, las condiciones de desventaja o debilidad relativa de una unidad social. En la práctica, se refiere a las formas constructivas, calidad de materiales, tecnología utilizada, entre otros.

Ejemplo: Viviendas prefabricadas instaladas en zonas bajas y húmedas, sin especificaciones técnicas.

Resiliencia: está asociada al nivel o grado de asimilación y/o recuperación que pueda tener la unidad social (personas, familias, comunidad, sociedad), estructura física o actividad económica después de la ocurrencia de un peligro.

Se define como la capacidad de un sistema, población, comunidad o sociedad para resistir, recuperarse y adaptarse ante el embate de un desastre por eventos naturales (UNISDR 2009).

2.6. SISTEMA DE ALERTA TEMPRANA (SAT)

El Sistema de Alerta Temprana (SAT) es una herramienta que consiste de un conjunto de mecanismos y procedimientos de detección de peligros, vigilancia de indicadores, comunicación de alertas y alarmas y evacuación de las poblaciones vulnerables hacia los lugares o zonas seguras (PREDES 2007).

Comprende la suma de las políticas, estrategias, instrumentos y acciones particulares referidos a la identificación y monitoreo de amenazas, vulnerabilidades y riesgo, el diseño e implementación de alertas o alarma relacionada con la ocurrencia inminente de eventos peligrosos; los preparativos para la respuesta a emergencias y la ejecución de

los mismos (OEA 2010).

Es la capacidad necesaria para generar y difundir una alerta así como los factores necesarios para la atención eficaz, y contempla por lo general cuatro elementos importantes: el conocimiento del riesgo, el monitoreo o seguimiento de los factores, la comunicación de las alertas y la respuesta ante las amenazas (UNISDR 2009).

El funcionamiento adecuado de un SAT demanda la actuación responsable de los organismos, instituciones y población que se moviliza para evitar daños y pérdidas de vidas o bienes en las poblaciones vulnerables (PREDES 2007).

Un SAT, es una herramienta que flexible en cuanto al evento natural para el que se le implementa, cuando referimos a uno para inundaciones lo más recomendable es hacerlo en un enfoque de cuencas, sub cuencas o microcuencas ya que la delimitación del área es de forma natural lo que simplifica mucho la elaboración y/o implementación de uno.

Hoy en día se puede decir que existen dos tipos de sistemas de alerta temprana, los que son operados por los servicios hidrometeorológicos nacionales y las que son operadas por las comunidades.

2.7. INSTRUMENTOS DE DIFUSIÓN

En la última década las TIC han contribuido espectacularmente a la detección y prevención de los desastres naturales, cooperando activamente en la coordinación y gestión de la ayuda humanitaria (De Pedro Carracedo 2009).

Las TIC son los instrumentos necesarios que se necesitan para lograr que un SAT funcione de forma eficaz y eficiente en brindar la información para ya sea una alerta o un proceso de evacuación.

Las oportunidades que brindan las TIC es una respuesta rápida a las necesidades de información que requieren las situaciones de emergencia (víctimas, equipos de emergencia, organizaciones humanitarias, administraciones públicas, etc.) (De Pedro Carracedo 2009).

El sistema de difusión de alertas debe asegurar una comunicación eficaz de las advertencias y cualquier otra información pertinente, incluidos los hogares remotos con acceso limitado a la información (Neussner 2009).

Los instrumentos de difusión son de gran importancia para alertar a la comunidad de un eminente peligro y dar la voz para el proceso de evacuación de manera simultánea, algunos de los instrumentos es el uso de sonidos de sirenas, campanas u otros, los cuales se puedan implementar en la comunidad, los medios de comunicación como radios y teléfonos son otras alternativas para transmitir el estado de alerta (González 2006).

2.8. SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG)

Según Velásquez (2009) los Sistemas de Información Geográfica (SIG) es un sistema conformado por equipos (*hardware*) y programas utilizados (*software*) para almacenar, recuperar, analizar y representar datos geográficos.

La importancia del SIG está en la solución de problemas que necesitan diferentes tipos de información que sólo pueden ser conseguidos por distribución espacial; el SIG permite manejar y almacenar información para el análisis, relaciones, y tendencias.

Actualmente los SIG son una herramienta muy usada y de gran alcance que facilita a los tomadores de decisiones la evaluación y apreciación de los fenómenos naturales desde otro punto de vista, usado también para el estudio de desastres y peligros naturales en un contexto geo-espacial y temporal, así como la habilidad de integrar datos ambientales y socioeconómicos para el análisis de vulnerabilidad (Álvarez, 2001).

2.9. MODELACIÓN HIDROLÓGICA

La modelación hidrológica es una descripción matemática de una cuenca ante la ocurrencia de los eventos de precipitación, al igual que se dice que es un sistema matemático o físico que obedece a condiciones específicas y que su comportamiento es para entender un sistema físico, biológico o social (Solis et al. 1993).

La modelación hidrológica son aplicados para conocer los avances y el manejo de los recursos hídricos, y su contribución es importante para la gestión de riesgos y la toma de decisiones ante las amenazas a desastres por eventos naturales (Jayakrishnan *et al.* 2005).

2.9.1. HEC – RAS y HEC – GeoRAS

HEC-RAS es un conjunto integrado de programas de análisis hidráulicos, en la que el usuario interactúa con el sistema a través del uso de una interfaz gráfica de usuario (GUI). El sistema es capaz de realizar cálculos de flujo superficial de agua permanentes y no permanentes, el transporte de sedimentos / móvil cálculos de límites, análisis de calidad de agua y varios cálculos de diseño hidráulico (Nanía y Molero 2007).

Hec-GeoRAS 10 es una extensión para ArcGIS 10 desarrollada conjuntamente por el Hydrologic Engineering Center (HEC) del cuerpo de ingenieros de la armada de los Estados Unidos y Environmental System Research Institute (ESRI). Es un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades diseñadas para procesar datos georreferenciados que permiten a través del SIG, facilitar y complementar el trabajo con HEC-RAS (Brunner 2010).

2.10. PLATAFORMA DE MONITOREO (TERRAMA2)

Una plataforma de monitoreo climático es un desarrollo tecnológico basado en TIC y los SIG, que soporta la gestión de riesgos a desastres por eventos naturales con el

monitoreo y análisis de datos meteorológicos y ambientales, entrega información del monitoreo climático en tiempo cercano al real para la generación de alertas tempranas.

TerraMA2 es un *software*, un sistema computacional en base a una arquitectura de servicio abierto, que proporciona la infraestructura tecnológica necesaria para el desarrollo de los sistemas operativos para el seguimiento de alertas de riesgo ambientales (Lopes 2012).

2.11. EXPERIENCIA Y APORTES PROFESIONALES

El presente trabajo fue realizado el año 2013 durante los meses de enero y junio y el cual reúne experiencias en el tema de gestión de riesgos a inundaciones, la herramienta SIG y la modelación hidrológica para elaborar una metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana a inundaciones en la región de Madre de Dios en Perú. Las funciones realizadas durante el trabajo es una sinergia entre la experiencia obtenida a lo largo del desarrollo profesional, las nuevas experiencias durante el trabajo y la formación académica lo que permite un desenvolvimiento óptimo y un desarrollo del trabajo con responsabilidad aplicando las distintas herramientas adquiridas para la resolución de problemas durante el ejercicio laboral, la contribución a las distintas soluciones que se puedan dar, así como los beneficios que se pudieron obtener durante el trabajo y el crecimiento de las habilidades y competencias adquiridas durante la formación académica.

2.11.1. Funciones desempeñadas y la vinculación con la ingeniería ambiental

Las principales funciones que desempeñé en el marco de la consultoría fueron:

- Articular con diferentes instituciones involucradas tanto nacionales como internacionales en la aplicación, experiencia, implementación y mejora continua de un sistema de alerta temprana a inundaciones en la región y fronterizo.
- Apoyar en el desarrollo de distintos instrumentos y metodologías de apoyo transfronterizo, así como mejora tecnológica para un sistema de alerta temprana eficiente.

- Sistematizar experiencias de desastres y alerta temprana en los países fronterizos a la región, Acre (Brasil) y Pando (Bolivia) en temas de alerta y respuesta ante el desastre.
- Fomentar el mejoramiento continuo del SAT de Madre de Dios contra las inundaciones manteniendo el convenio trinacional MAP (Madre de Dios, Acre y Pando).
- Generar documentos de difusión de avances, así como en los monitoreos de eventos extraordinarios.

Dichas actividades se vinculan con la formación profesional recibida, específicamente con los cursos: Climatología, Meteorología, Hidrología, Principios de Sensoramiento Remoto, Ética profesional, Manejo de Cuencas Hidrográficas y Estudio de Impacto Ambiental

2.11.2. Puesta en práctica de lo aprendido durante la formación académica

Para describir el trabajo de consultoría que se realizó basada en los conocimientos adquiridos durante la formación académica, se han identificado dos problemáticas específicas, las cuales se describen a continuación.

a. Problemática 1: Falta de apoyo y coordinación a las autoridades competentes por mejorar y brindar herramientas para la alerta temprana a fenómenos extraordinarios

En muchos casos, a pesar de que las instituciones tanto regionales como internacionales manifestaron su entusiasmo por trabajar de forma conjunta que sería de gran utilidad para la alerta temprana, lo que se evidenció fue que esta necesidad no se traduce en acciones para mejorar el escenario de desastre que se genera en la región, entendiéndose como un desinterés real por parte de las autoridades competentes que son en el momento de la prevención, mitigación, respuesta y rehabilitación los tomadores de decisiones con el fin de trabajar en la gestión del riesgo a desastres.

Entre las principales causas que han promovido este escenario podemos mencionar:

- A pesar de ser un tema que va tomando fuerza, aún no es un tema prioritario en la gestión de riesgos a desastres y para la toma de decisión en las instituciones involucradas.
- Ante lo avanzado, existe una pobre gestión para continuar con los esfuerzos de mejora continua o investigación de nuevas tecnologías para la alerta temprana.
- Escaso financiamiento para promover acciones y contar con personal técnico capacitado

Para este escenario, se trabajó mucho en la incidencia política haciendo énfasis en la importancia que tiene el planeamiento estratégico para todas las organizaciones.

Según Rezende (2008) “el planeamiento estratégico es un proceso dinámico, sistémico, colectivo, participativo y continuo para la determinación de los objetivos, estrategias y acciones de la organización”.

Otra definición más detallada sobre el método es la de Pereira (2010): “El Planeamiento Estratégico es un proceso que consiste en el análisis sistemático de los puntos fuertes y débiles de la organización, y de las oportunidades y amenazas del ambiente externo, con el fin de formular estrategias y acciones estratégicas para aumentar la competitividad y su nivel de determinación, basándose siempre en los elementos más humanos y que ayudaran a comprender el desafío de la organización”. Esta definición se acerca más a lo empleado en los distintos gobiernos regionales e instituciones para un sistema de alerta temprana, puesto que destaca el recurso humano como fuerza en la región.

b. Problemática 2: Recursos y capacitación insuficientes en las instituciones

La información espacial, los recursos tecnológicos y especialistas en la gestión de riesgos a desastres son uno de las grandes debilidades de varias instituciones

principalmente municipales que tienen la función de la gestión de riesgos a desastres en zonas vulnerables, equipos de monitoreo para los parámetros climáticos, la capacidad tecnológica para el seguimiento y recopilación de la información y personal especializado en el procesamiento e interpretación de los datos es una de las falencias presentes en la región de Madre de Dios, lo cual es un problema que arrastra de años y es una de sus grandes limitaciones para la gestión de riesgos a desastres.

Para este segundo escenario se identificaron algunas causas, las que se mencionan a continuación:

- Pobre gestión de riesgos a desastres en la región.
- Falta de personal correctamente capacitado y mayor número de personal técnico y preparado en las instituciones que ven el riesgo a desastres en la región.
- Falta de articulación entre instituciones productoras y consumidoras de información, lo cual promueve en muchos casos información poco confiable o que no es reconocida por el ente encargado.

Para este escenario, los cursos aprendidos durante la formación académica como principios de Sensoramiento remoto, áreas naturales protegidas, hidrología y cuencas hidrográficas, proporcionaron conocimientos base para resolver varios de los puntos técnicos que se requerían para el correcto desarrollo de la consultoría.

Para ambos escenarios se tuvo en cuenta que el trabajo tenía que realizarse con un enfoque pluricultural, debido a que se realizaban reuniones de coordinación y capacitación tanto con especialistas en el tema como con la población y comunidades, en este aspecto los cursos generales como sociedad y cultura, y ética profesional fueron de vital importancia porque generaron una perspectiva distinta en la que se debe tener en cuenta el aspecto socio cultural y cómo conducirlo a lo largo del programa de desarrollo para alcanzar el éxito esperado.

2.11.3. Contribución en la solución de las situaciones problemáticas

Para contribuir a la solución de los problemas identificados se trabajaron básicamente dos frentes de forma paralela: la parte técnica y la parte de gestión.

Muchos de los logros obtenidos son el resultado directo de alto impacto para la solución de las situaciones problemáticas en general durante los 6 meses que duró la consultoría, se trabajó de manera transversal la gestión del riesgo y la articulación entre las distintas instituciones de gobierno regional y gobiernos fronterizos de Acre (Brasil) y Pando (Bolivia).

A la problemática 1 “Falta de apoyo y coordinación a las autoridades competentes por mejorar y brindar herramientas para la alerta temprana a fenómenos extraordinarios” fue abordada bajo el enfoque de involucrar a los técnicos y tomadores de decisiones de cada institución competente para proporcionar herramientas de gestión para favorecer la correcta toma de decisiones, los principales logros obtenidos fueron:

- Fortalecimiento de capacidades para los técnicos y los pobladores en temas de riesgos a desastres para inundaciones en las 3 regiones fronterizas Madre de Dios (Perú), Acre (Brasil) y Pando (Bolivia): El trabajo se inicia con las coordinaciones y talleres con las organizaciones tri-fronterizas tras la inundación que se dio el 2012 en la cuenca del río Acre, se prioriza la capacitación de la población y los monitoreos con estaciones meteorológicas de los fenómenos extraordinarios. La región de Madre de Dios debido a la inundación causada en la provincia de Tahuamanu, estos talleres fueron apoyadas por el PEM (Proyecto Especial Madre de Dios) conjuntamente con el Gobierno Regional de Madre de Dios y USAID del gobierno de los EE.UU. En muchos casos se remarcó que por falta de presupuesto no se consigue fortalecer la capacidad de pronóstico y se centran en la respuesta, de esta manera cada gobierno con la alianza trinacional decidió colaborar con la instalación de nuevas estaciones meteorológicas y tecnología para el monitoreo de los ríos y la precipitación, así como el intercambio de información climática.

- Elaboración de un Sistema de Alerta Temprana: Una vez involucradas las instituciones regionales y municipales, así como cooperaciones, se desarrollaron entrevistas y talleres para elaborar una metodología para un sistema de alerta temprana, mejorando y aportando nuevas herramientas al SAT con el que ya cuentan.
- Se genera una simulación con los sistemas de información geográfica: Una de las herramientas que se propone incorporar en el SAT es la simulación hidrológica de las crecidas de los ríos en las cuencas con el fin de simular distintos escenarios para las inundaciones y tomar las decisiones correctas.
- Generación de políticas: Promovido por la consultoría y el Proyecto Especial Madre de Dios, el trabajo se generó con el propósito de generar política a nivel de región para declarar de prioridad el uso de la propuesta metodológica de un SAT para los diversos riesgos a desastres que se presentan en la región.

A la problemática 2 “Recursos y capacitación insuficientes en las instituciones” se abordó con acciones que fortalecieron la capacidad técnica y la mejora tecnológica para un mejor pronóstico. En este sentido los logros obtenidos se describen a continuación:

- Curso “TerraMA2”: Capacitación en nuevas herramientas tecnológicas para el monitoreo de los eventos extremos así como para simulación de dicho eventos y el riesgo que pueden causar, curso que se dictó por el INPE – Brasil y que tiene la ventaja de ser software libre.
- Capacitaciones a los pobladores: con el apoyo de especialistas y técnicos del COER se desarrollaron capacitaciones en las comunidades alejadas y al margen de los ríos con el fin de enseñarles a monitorear los niveles de crecida de los ríos y la precipitación a través de estaciones meteorológicas instaladas para tener información a tiempo real.
- Instalación de estaciones: Con el apoyo del convenio con Pando (Bolivia), se instalaron estaciones hidrometeorológicas en la frontera para que sirva de información para ambos países y que se encuentre en la parte superior de la cuenca.
- Capacidad de respuesta: este logro representó un esfuerzo conjunto con los técnicos de COER y el Proyecto Especial Madre de Dios para concientizar a la población y mejorar su nivel de respuesta ante el riesgo, trazando rutas de

evacuación y la preparación.

En resumen, durante los 6 meses de asesoría técnica se lograron pocos resultados, pero importantes que han impactado de manera positiva en las entidades regionales y municipales.

2.11.4. Análisis de la contribución en términos de competencias y habilidades adquiridas durante la formación profesional

Tomando como referencia los resultados del proyecto Tuning América Latina, se realizó un análisis empleando una matriz de doble entrada con los cursos generales (19) y de carrera (35) impartidos durante la formación académica que guarden relación con las competencias generales descritas, de esta manera se obtuvo que las competencias más promovidas por la Universidad son las relacionadas al aprendizaje (60 por ciento de un total de 54 cursos), es decir, aquellas que otorgan conocimientos sobre el área de estudio y la profesión, generan la capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, brindan capacidad de abstracción, análisis y síntesis, promueven la capacidad para identificar, plantear y resolver problemas, entre otros.

En segundo lugar, están los cursos que promueven competencias de tipo relaciones interpersonales y el trabajo grupal, 44 por ciento de un total de 54 cursos fomentan habilidades en el uso de las TIC y la comunicación, capacidad de comunicación oral y escrita, capacidad para motivar y conducir hacia metas comunes, habilidades interpersonales y capacidad de trabajo en equipo. En tercer lugar, están los cursos que fomentan la autonomía y el desarrollo personal, 18 por ciento de un total de 57 cursos promueven competencias sobre creatividad, capacidad para actuar en nuevas situaciones, capacidad para tomar decisiones, habilidad para trabajar de forma autónoma, capacidad crítica y autocrítica y capacidad para formular y gestionar proyectos.

Finalmente, solo el 12 por ciento de los cursos en general promueven competencias relacionadas a los valores, a la valoración y respeto por la diversidad y la multiculturalidad, entre otros.

2.11.5. Nivel de beneficio obtenido por el centro laboral de su contribución a la solución de las situaciones problemáticas

El nivel de éxito o beneficio que se logró con la consultoría fue la “cooperación” debido a que este permite la interacción de los distintos actores que involucran la gestión del riesgo, teniendo en cuenta el escenario inicial de todos los actores socios y beneficiarios de la intervención.

De este modo, se analizaron siguientes cinco puntos clave bajo dos escenarios, real e ideal:

- Recursos financieros: El Proyecto Especial Madre de Dios cuenta con suficientes recursos financieros para alcanzar los objetivos formulados y apoyar a la región en sus temas en los cuales ambos tienen relación.
- Conocimientos especializados y experiencia: El consultor dispone de los conocimientos necesarios y actualizados como para poder alcanzar los objetivos del trabajo que se realizó.
- Acceso a líderes de opinión e instancias políticas de decisión: Se participó en los talleres de coordinación con las instituciones regionales y municipales generando respaldo por sólidos vínculos con líderes de opinión importantes e instancias políticas de decisión.
- Ampliación de escala y/o expansión regional: La consultoría inserta eficazmente en el diálogo político los enfoques de solución que se han desarrollado, y éstos se aplican también en otros contextos.
- Competencia de implementación: La consultoría cuenta con una capacidad de implementación suficiente y replicable en toda la región.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca amazónica la conforman siete países: Perú, Colombia, Venezuela, Ecuador, Bolivia, Brasil y Guyana. El área de estudio presenta escenarios similares, con relación a la vulnerabilidad a inundaciones.

La región de estudio comprende países pertenecientes a dicha cuenca; Perú, Ecuador, Bolivia, Brasil y Colombia, todos ellos poseedores de grandes extensiones de bosque amazónico, debido a que presentan altas precipitaciones, el clima es tropical cálido y húmedo siendo los meses de Noviembre a Abril los que registran mayor intensidad de lluvias.

Las regiones o estados de Acre, Pando y Madre de Dios, pertenecientes a Brasil, Bolivia y Perú respectivamente, conforman la región denominada MAP (Ver figura 1), un esfuerzo tri-nacional creado para la gestión del riesgo a inundaciones e incendios forestales.

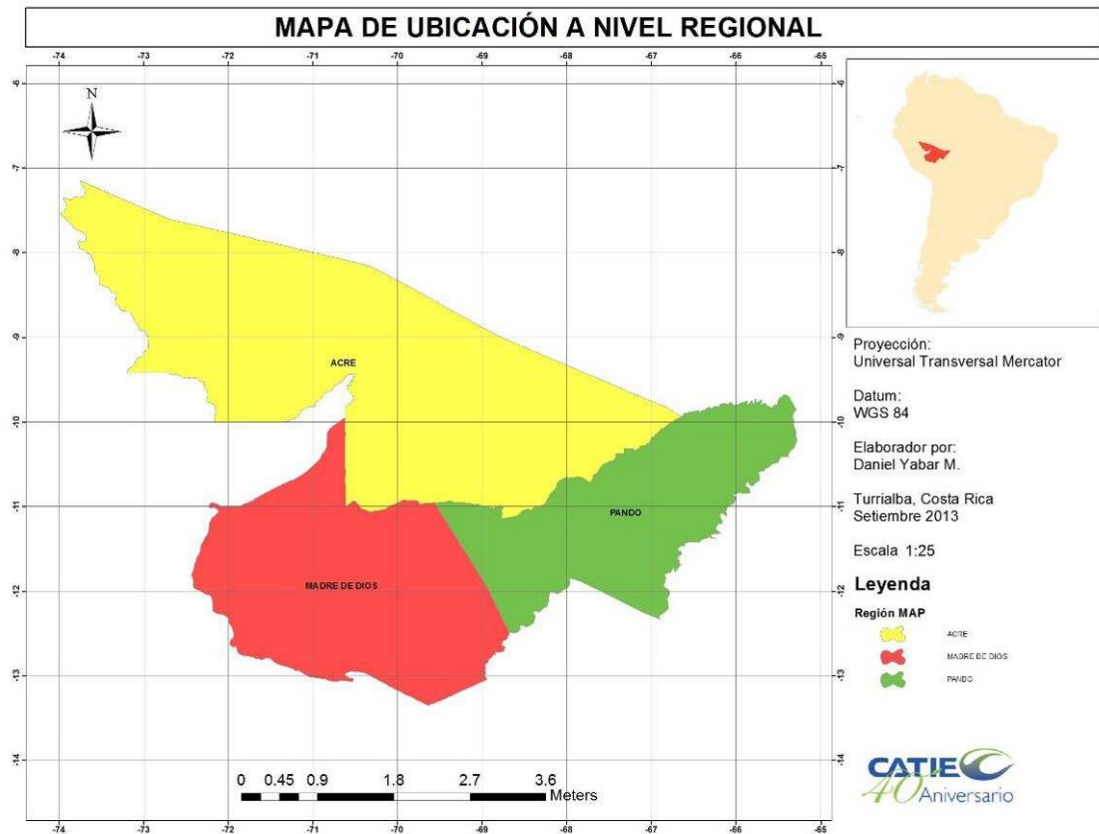


Figura 1: Mapa de la región MAP.

3.2. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Uno de los documentos base utilizado en la metodología, es el generado en la conferencia mundial sobre la reducción de desastres, que tuvo lugar en Hyogo el año 2005 y que dio como resultado el “Marco de Acción” que por el intermedio de acciones e indicadores, lograr ciudades y/o poblaciones más resilientes.

Se analizó la experiencia de cinco países en temas de gestión del riesgo y el sistema de alerta temprana con el fin de establecer patrones en común, comparar sus aspectos políticos, sociales, económicos y técnicos en la aplicación de un sistema de alerta temprana a nivel de regiones o de países con vulnerabilidad a inundaciones.

A través de las consultas de información secundaria (documentos y planes), y de entrevistas abiertas a expertos nacionales e internacionales, se obtuvieron los resultados

en cuanto a la gestión de riesgos y el crecimiento de cada uno de los aspectos clave: político/institucional, técnico/científico, socioeconómico y sociocultural.

3.2.1. Matriz de aspectos clave para la gestión del riesgo a nivel de país

Para esta primera parte se tomaron cinco países de América del Sur (Brasil, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú). Dichos países fueron elegidos porque presentan regiones o zonas de la Amazonía, siendo ésta una característica similar entre ellos y con la región de estudio, además son países que muestran un alto grado de incidencia a desastres por inundaciones, las mismas que se presentan en sus cuencas debido a las altas precipitaciones y desborde de sus ríos.

De esta forma, se empleó como base la matriz “Marco de acción” (en adelante matriz 1) la misma que considera los mencionados cuatro aspectos o criterios clave, a manera de lista de verificación y se completó con base al cumplimiento de los indicadores de cada criterio, mediante información secundaria y realizando entrevistas a expertos nacionales e internacionales.

La matriz 1 cuenta para su primer criterio, el aspecto político e institucional, con cuatro indicadores, para el segundo aspecto técnico y científico, con 9 indicadores, para el tercer aspecto socioeconómico cuenta con cinco indicadores y finalmente para el aspecto sociocultural cuenta con cinco indicadores.

La información secundaria se empleó para el caso de Colombia, y para los países cercanos o limítrofes como Brasil y Bolivia se pudo recopilar además, información mediante entrevistas a expertos en el tema de gestión del riesgo de desastres por inundaciones así como del sistema de alerta temprana que se implementa en estos países en los estados de Acre y Pando respectivamente. Posteriormente se realizó una reunión con la Secretaria Nacional de Gestión de riesgos del gobierno ecuatoriano con el fin de obtener información acerca de la gestión de riesgos y el sistema de alerta temprana en Ecuador.

La figura 2 nos muestra los principales resultados de la matriz 1 (ver anexo), sobre los temas fundamentales a nivel político e institucional; técnico y científico; socioeconómico y sociocultural. Para afirmar el cumplimiento de cada aspecto en la lista de verificación, se revisó los documentos país generados por el proyecto DIPECHO y las Naciones Unidas, además por medio de entrevistas se conoció la percepción de expertos y personal involucrado en la gestión del riesgo.

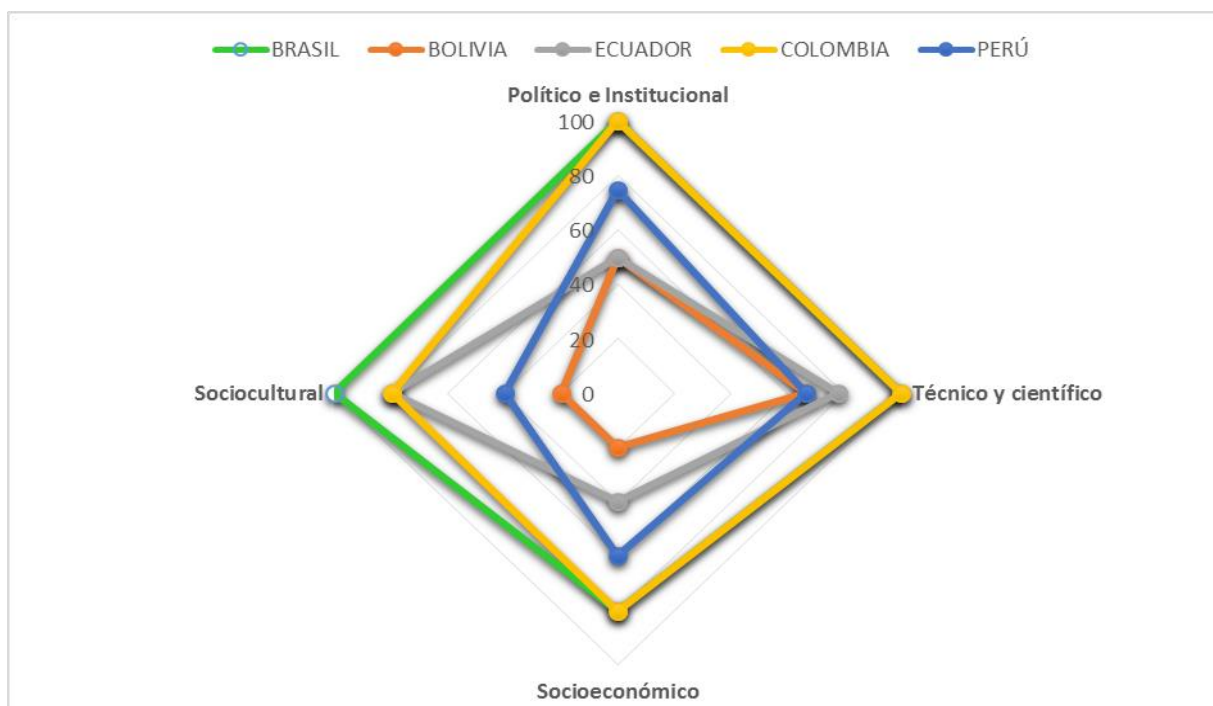


Figura 2: Gestión de riesgo a nivel de país.

Brasil y Colombia son los países que más desarrollados tienen los aspectos estudiados, llegando a obtener puntuaciones de cumplimiento del 100 por ciento, esto probablemente se deba que sus políticas de riesgos hayan sido creadas mucho antes que los otros países, en el 95 y 98 respectivamente, como lo muestran en su informe técnico del progreso en la implementación del MAH (2005 y 2007), la creciente preocupación por el aumento de los fenómenos extremos previstos en el marco del cambio climático, un buen gobierno es un componente crítico de la gestión de riesgos climáticos actuales que pueden ayudar a adaptarse a los impactos futuros (Ziervogel y Orangio 2012).

El aspecto técnico y científico obtuvo más del 60 por ciento de cumplimiento para los cinco países, en la última década las TIC han contribuido espectacularmente a la

detección y prevención de los desastres naturales, cooperando activamente en la coordinación y gestión de la ayuda humanitaria (De Pedro Carracedo 2009).

Los aspectos sociocultural y socioeconómico fueron los que obtuvieron la menor valoración de cumplimiento, debido a que ciertos sectores de la sociedad son particularmente vulnerables, especialmente a los pobres que tienen que recurrir a vivir en áreas que tienen un alto riesgo de desastres naturales, como inundaciones (Price y Vojinovic 2008).

Ecuador tiene un notable desarrollo en los aspectos sociocultural y técnico – científico con porcentajes de 80 por ciento y 78 por ciento respectivamente, esto se debe que tras la creación de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgo se ponen en práctica proyectos sociales de capacitación y preparación ante las emergencias al igual que la implementación técnica para monitorear y prevenir las amenazas, así como la innovación, un ejemplo es la validación de su propia metodología de análisis de vulnerabilidad¹.

Ecuador ha crecido de una forma no uniforme por lo que muestra aspectos mucho más desarrollados y otros muy bajos, se debe al no tener políticas de gestión de riesgo, pero ha podido desarrollar otros aspectos por la iniciativa de numerosas instituciones para consensuar lineamientos que serviría como una estrategia nacional más adelante como lo muestra su informe técnico del progreso en la implementación del MAH (2005) y su documento país (2010).

En el caso de Perú, el aspecto que se percibe como el más desarrollado es el político institucional con un 75 por ciento, seguido del aspecto técnico científico con un 67 por ciento, la elaboración de políticas de riesgo a desastres ha concentrado la atención de las autoridades desde la creación del plan nacional el 2004 hasta el 2011 donde se aprobó la creación del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo a Desastres (SINAGERD) mediante la Ley N° 29664 (Documento País, 2012).

¹ Cornejo, M. 2013. Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos (entrevista). Guayaquil, EC.

Perú y Bolivia muestran el aspecto sociocultural como el menos desarrollado para el tema de gestión del riesgo, el mismo que obtuvo un nivel de cumplimiento del 40 por ciento y 20 por ciento respectivamente. Según Price y Vojinovic (2008), los informes de los desastres naturales que están uniformemente repartidos por todo el mundo, muestran que los países desarrollados están mucho mejor preparados para tratar las consecuencias de los desastres, por lo que de tal manera el 95 por ciento de las muertes debidas a desastres naturales ocurren en países en desarrollo.

Bolivia es el país con menos desarrollo en el tema de gestión del riesgo, esto posiblemente se deba a que su política de gestión de riesgo se inició en el año 2002 y ha sufrido distintas modificaciones hasta el 2010 según lo establecido en el informe de progreso para la implementación del MAH (2009)

3.2.2. Matriz de aspectos clave para la gestión del riesgo en la región MAP (Madre de Dios, Acre y Pando)

Esta segunda matriz (matriz 2), la misma que fue adaptada de la matriz “Marco de Acción”, en la cual se enfocan principalmente los elementos clave que debe tener un sistema de alerta temprana para inundaciones y se levantó la información para la zona de estudio, es decir la región de Madre de Dios. Para el llenado de dicha matriz se utilizó la información recopilada a través de las entrevistas con los responsables de la gestión del riesgos y sistema de alerta temprana en los estados de Acre y Pando.

La información necesaria para completar la matriz 2 fue proporcionada por instituciones involucradas al tema de gestión de riesgo de las regiones o estados fronterizos: SEMA y Cuerpo de bomberos de Acre, Brasil; SENAMHI y la ONG Herencia de Pando, Bolivia y Defensa civil, SENAMHI y COER de Madre de Dios, Perú a través de la iniciativa frontera Mini MAP – Gestión de riesgos y defensa civil², y por medio de entrevistas para conocer la percepción del tema de los participantes.

² Foster, I. 2013. Científico – Investigador WHRC/UFAC (entrevista). Puerto Maldonado, PE

La matriz 2 mantiene los cuatro aspectos de estudio, y los indicadores respectivamente excepto para el aspecto técnico y científico, que añadió tres indicadores a los ya existentes.

Esta evaluación puede realizarse de manera conjunta con la matriz de monitoreo al sistema de alerta temprana que se plantea en el último capítulo del presente trabajo, y se puede realizar a nivel local, municipal o regional.

Esta iniciativa fronteriza tiene como objetivo lograr ciudades más resilientes ante los desastres predominantes en estas regiones: inundaciones e incendios forestales, a través de compartir experiencias y lecciones aprendidas, corregir las debilidades e incorporar nuevas prácticas o herramientas con el fin de mejorar o implementar un sistema de alerta temprana y minimizar los riesgos a desastres.

Como los resultados de esta segunda matriz, la figura 3 muestra una visión local de la gestión del riesgo haciendo énfasis en el sistema de alerta temprana que presenta el estado y regiones fronterizas de Acre en Brasil, la región de Pando en Bolivia y la de Madre de Dios en Perú

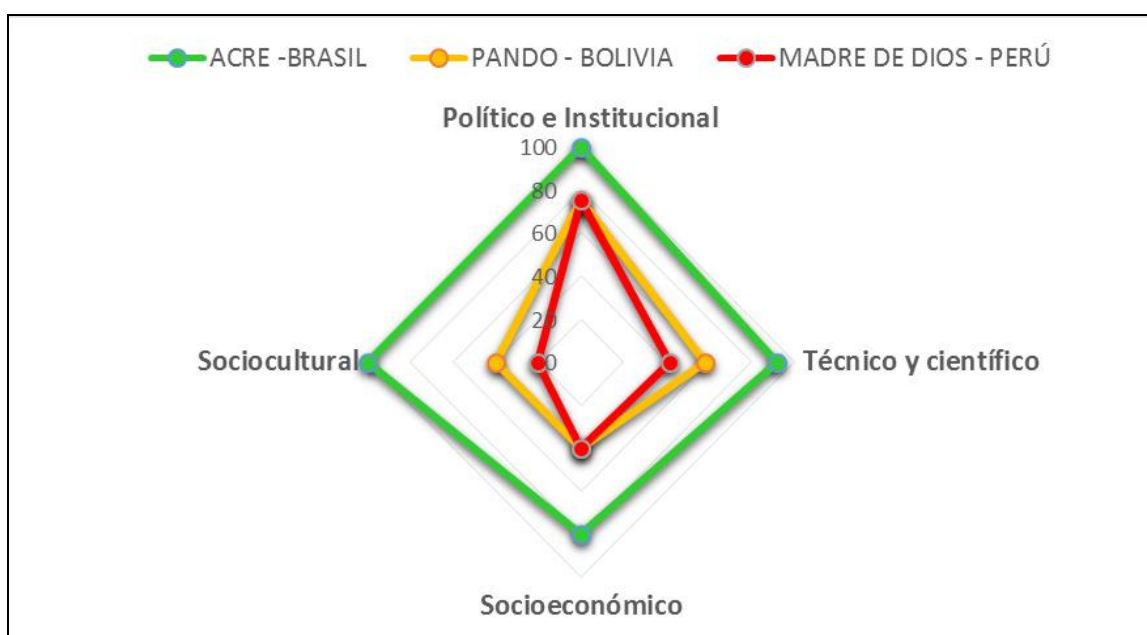


Figura 3: Gestión de riesgo y estado del SAT en la región fronteriza MAP.

El estado de Acre en Brasil, es la que obtuvo la mayor valoración en el cumplimiento de los aspectos estudiados. Así, alcanzó el 100 por ciento en el aspecto político e institucional y en el aspecto sociocultural, como lo dice en su política nacional de protección y defensa civil, brinda la autonomía a los estados y municipios adopten las medidas necesarias para reducir los riesgos de desastres, lo que le permite tener una gestión del riesgo de manera descentralizada, así como lo indica el Decreto 5736 (2005), por lo que cada gobierno de estado se preocupa de la gestión del riesgo.

A nivel técnico – científico el estado de Acre también muestra avances significativos, estos logros se deben a los esfuerzos conjuntos del SEMA³ y el Cuerpo de Bomberos de Acre⁴, con la instalación de estaciones hidrometeorológicas, estudios de vulnerabilidad en subcuencas y la implementación de nuevas herramientas de monitoreo climático para la toma de decisiones, con el apoyo de instituciones como INPE y cooperantes internacionales GIZ.

La Región de Madre de Dios en Perú tiene desarrollado el aspecto político e institucional en 75 por ciento, sin embargo, según Sato (2012) la región de Madre de Dios en Perú, así como otras regiones a nivel nacional se encuentran muy débil a nivel regional, provincial y municipal en el aspecto político e institucional, así como la capacidad técnica y operativa para la gestión del riesgo a desastres. Una respuesta política, social y cultural racional e informada y la participación del público en todas las etapas del ciclo de gestión de desastres pueden reducir la vulnerabilidad a los desastres, y asegurarse de que los riesgos no se conviertan en desastres inmanejables (Kofi Annan 2004).

Igualmente, la región de Pando en Bolivia se encuentra en una situación similar, esto probablemente se deba a que la Ley Marco de Autonomías del 2010 establece la competencia a nivel nacional, departamental y municipal la gestión del riesgo y en lo cual se han logrado avances pero no en todas las regiones o departamentos del país.

³ Reis, V. 2013. Asesora técnica SEMA (entrevista). Rio Branco, BR

⁴ Bezerra, J. 2013. Mayor Cuerpo de Bomberos de Acre (entrevista). Río Branco, BR

Los aspectos sociocultural y socioeconómico fueron los que obtuvieron la menor valoración de cumplimiento de 40 por ciento para Pando y Madre de Dios, sin embargo en el aspecto sociocultural Madre de Dios está por debajo de esta cifra con un 20 por ciento, siendo su aspecto menos desarrollado. Esto puede deberse al nivel económico que presentan estas regiones, considerándose pobres lo que aumenta la vulnerabilidad, muchos informes dicen que las consecuencias de los desastres ocurren en países en desarrollo ocasionando el 95 por ciento de las muertes debidas a desastres naturales.

En el aspecto técnico y científico se obtuvo cifras preocupantes para las regiones de Madre de Dios y Pando con un 42 por ciento y 58 por ciento respectivamente, siendo el más adelantado el estado de Acre en Brasil, ya que actualmente ha implementado una nueva plataforma de monitoreo climático. Según Price y Vojinovic (2008) las nuevas tecnologías de información y comunicación ofrecen mejores oportunidades para hacer frente a estas amenazas, por tanto, existe la necesidad de combinar los avances tecnológicos apropiados y datos digitales, no sólo para desarrollar planes eficaces de gestión de desastres, sino también para comunicar información y conocimiento preciso y comprensible para los interesados.

3.3. PREDICCIÓN A ZONAS VULNERABLES A INUNDACIÓN COMO COMPLEMENTO AL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD EN LA REGIÓN DE MADRE DE DIOS, PERÚ

3.3.1. Área de estudio

El sector de la cuenca del río Tahuamanu que corresponde al Perú se ubica básicamente en el departamento de Madre de Dios, en la Provincia del Tahuamanu. Geográficamente está comprendida entre las coordenadas 10°28'45" y 11°59'30" de latitud sur y 69°08'35" y 71°29'45" de longitud oeste. Limita por el norte con los distritos de Tahuamanu e Iñapari, por el sur con la provincia de Tambopata, por el este con Bolivia y por el oeste con la provincia de Tambopata y Ucayali (PEMD 2011).

El sector de la cuenca en estudio tiene un área de 10392.95 km², de los cuales 557.62 km² que representa el 5.36 por ciento del área total pertenece al distrito de Iñapari, 2911.65 km² que constituye 28.02 por ciento corresponde al distrito de Iberia, 6923.68 km² equivalente al 66.62 por ciento área total de la cuenca en estudio pertenece al distrito de Tahuamanu (PEMD 2011).

La zona de estudio comprende desde la unión de los afluentes al río Tahuamanu en la cuenca alta, la cual pertenece a la reserva nacional Alto Purus, tal como se muestra en la figura 4.

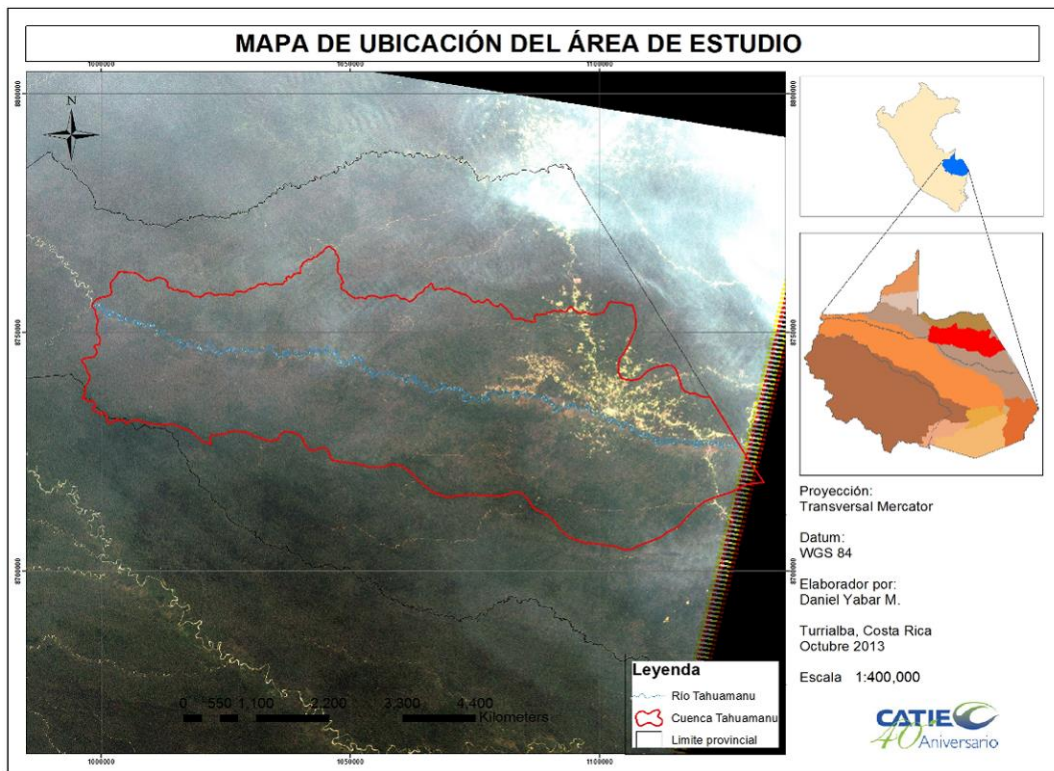


Figura 4: Ubicación de la cuenca del río Tahuamanu.

3.3.2. Procedimiento metodológico

Para este trabajo se realiza una incorporación de datos de imágenes de satélite georeferenciados en un SIG para el análisis y cálculo de los caudales en pequeñas unidades hidrológicas, para distintos periodos de retorno.

Se integran también, las técnicas SIG para la modelación hidráulica de un sistema fluvial (red hidrográfica y secciones transversales) y para simular escenarios de caudales y áreas susceptibles a inundación para los distintos periodos de retorno.

El trabajo en cuestión se desarrolló en cuatro (4) fases; en la primera fase se recopiló la información básica disponible o insumos para el trabajo, la segunda fase consta con el pre-proceso, la tercera fase es el proceso de la información y finalmente la cuarta fase el post-proceso donde se muestran los resultados de la simulación cuyo diagrama se muestra en la figura 5.

a. Insumos o información básica para la simulación

Como primer insumo el modelo de elevación digital (DEM) o las curvas de nivel de la cuenca del río Tahuamanu, lo que servirá para obtención de las redes de triángulos irregulares (TIN), los registros históricos de precipitación y a través de los hidrogramas de la cuenca calcular los caudales máximos para 5, 10, 20, 50 y 100 años de período de retorno, esta información se obtuvo de la caracterización de la cuenca del río Tahuamanu a través del Proyecto Especial Madre de Dios, PEMD (2011).

Un insumo muy importante es la rugosidad del cauce del río o coeficiente de Manning, en la visita de campo se estableció que a lo largo del cauce y las planicies de inundación se mantiene muy similar, por lo que se decidió otorgar el mismo valor de “n” o coeficiente de Manning para todas las secciones. Según Chow (1985) y Matos *et al.* (2007) se establecen valores de “n” para el cauce de 0.038.

b. Pre – proceso para la simulación

En esta etapa se realizó en ArcGis 10 y a partir del DEM o las curvas de nivel se elaboró un TIN del área de estudio, mediante el uso de la extensión HEC-GeoRAS y por medio de la digitalización se extrajeron del TIN las secciones transversales del río, los bancos, las planicies de inundación y los puentes o infraestructuras presentes.

Para estos cálculos de geometría de los canales se utilizaron las herramientas de ArcGis 10 y las extensiones: 3d Analyst y HEC-GeoRAS, que son un conjunto de procedimientos, herramientas y utilidades para el procesamiento de datos geoespaciales en ArcGIS usando una interfaz gráfica de usuario.

c. Proceso de simulación con HEC-RAS

En esta fase de proceso se centra todo el trabajo de simulación, se utilizó el modelo HEC-RAS, que es un programa de ordenador que simula el sistema hidráulico de agua a través de corrientes naturales u otros canales. El modelo calcula los niveles de agua en todos los lugares de interés para los valores de caudales, este proceso es la modelación hidráulica propiamente dicha.

Es en esta fase donde se definieron áreas de flujo inefectivo (áreas inundadas, pero que no fluyen), se asignaron algunos parámetros como: las pendientes aguas arriba y aguas abajo, así como los valores del coeficiente de Manning y los caudales máximos para diferentes tiempos de retorno, luego se ejecuta el programa para un flujo mixto y otro con régimen de flujo permanente.

d. Post – proceso de la simulación hidráulica

En esta fase final el archivo y/o los datos generados en HEC-RAS, como en la fase de pre-proceso pasa nuevamente a ser utilizados en ArcGIS 10 y sus extensiones: 3D Analyst y HEC – GeoRAS, se genera el TIN con las superficies del agua; en el TIN generado se puede observar como la altura del agua inunda las zonas de planicie o llanuras, probablemente generando amenaza para la población de Iberia que es la más cercana al cauce.

Con los resultados obtenidos por la modelación hidráulica ayuda a los tomadores de decisiones de las poblaciones vulnerables a las inundaciones a tomar medidas preventivas y a tomar conciencia del peligro a la cual están expuestas.

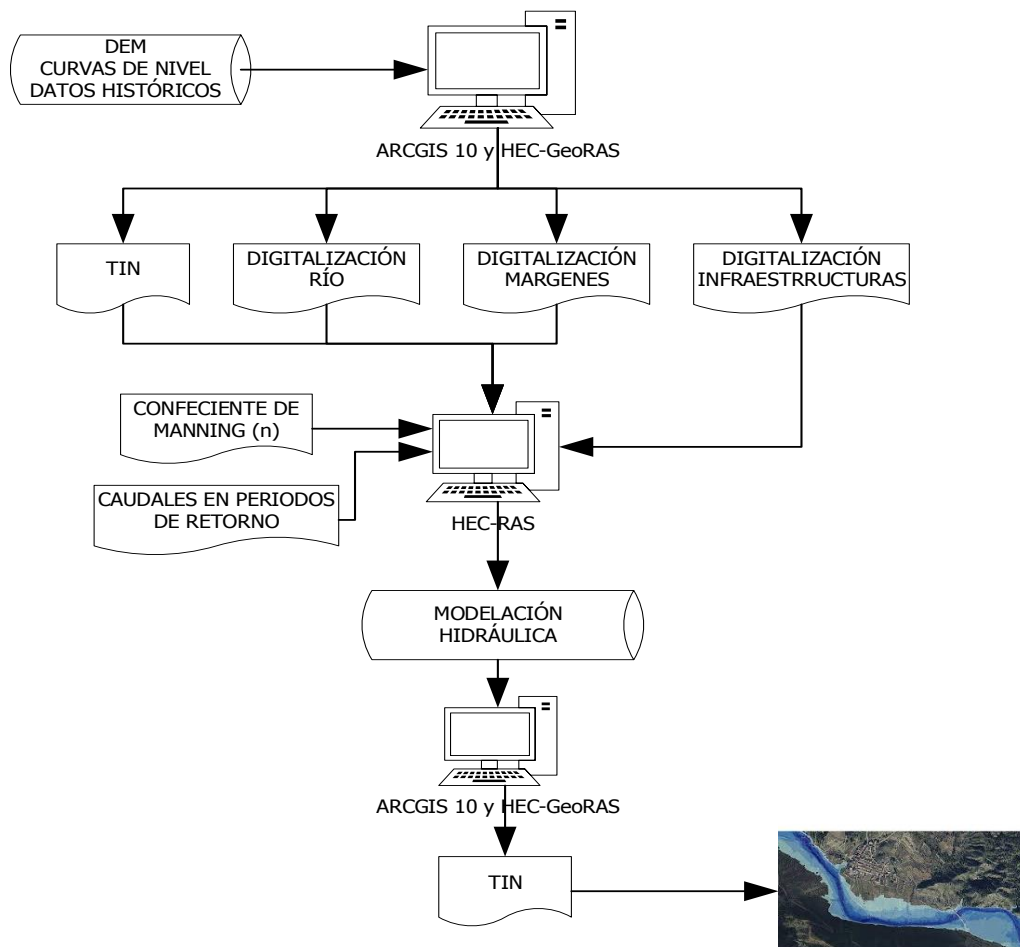


Figura 5: Diagrama del proceso metodológico.

3.3.3. Resultados de la simulación en la cuenca piloto

a. Pre – proceso con la extensión HEC – GeoRAS

Por medio del DEM o las curvas de nivel se obtiene el TIN el cual se utiliza para digitalizar la línea que define el río o la línea de centro, también se digitaliza los bancos o márgenes del río, así como también de los “Flowpaths” o planicies de inundaciones que definen el centro de masa del agua y el cual es una aproximación de cómo se daría la inundación (ver figura 6).

También se digitalizan las secciones transversales, de izquierda a derecha, de aguas arriba hacia aguas abajo y tratando de que la sección sea perpendicular al flujo del agua e intersectando a los “Flowpaths” y a los bancos en un solo punto.

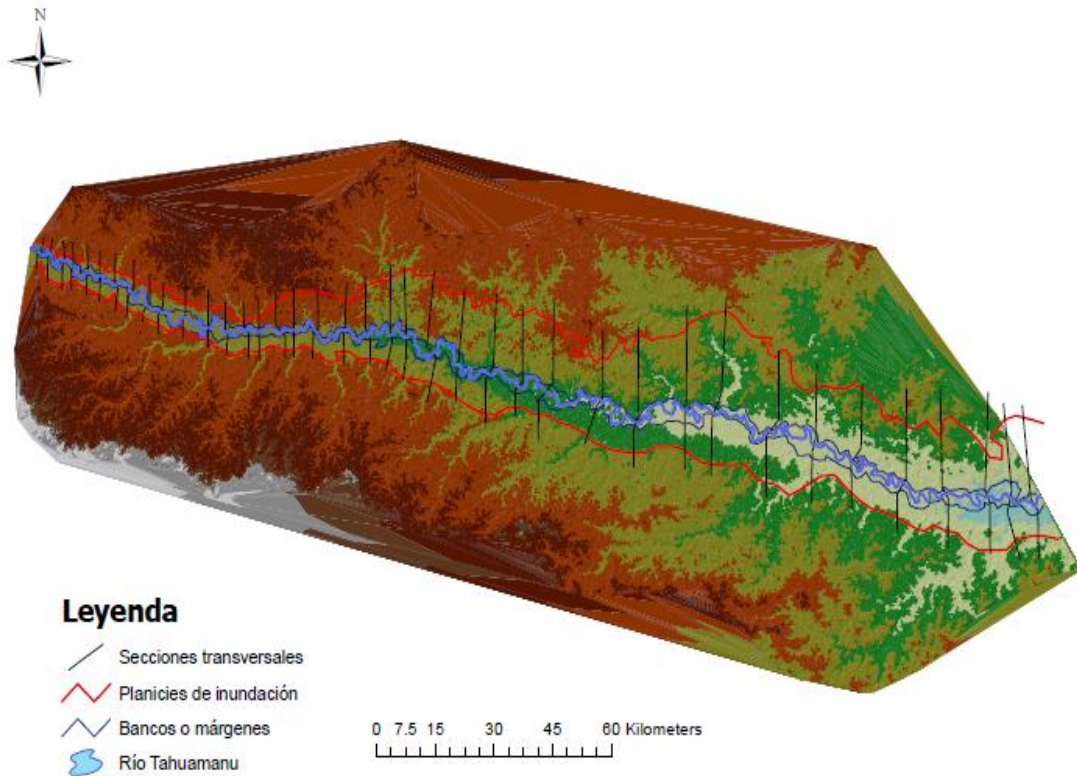


Figura 6: TIN de la cuenca del río Tahuamanu.

b. Proceso en HEC – RAS

El Proceso se realiza en HEC-RAS 4.1.0, se crea un proyecto nuevo, se importa el archivo generado en el pre – proceso, el cual posee los bancos o márgenes del río, las planicies de inundación así como las secciones transversales, como se muestra en las siguientes figuras 7 y 8.

En esta fase, se realiza toda la parte de modelación hidráulica, se verifica que las secciones generadas correspondan con secciones reales, luego se establecen los valores de pendientes, así como los coeficientes de Manning y los caudales en los diferentes periodos de retorno. Una vez hecho este proceso se procede a correr el programa con flujo subcrítico y con régimen de flujo permanente.

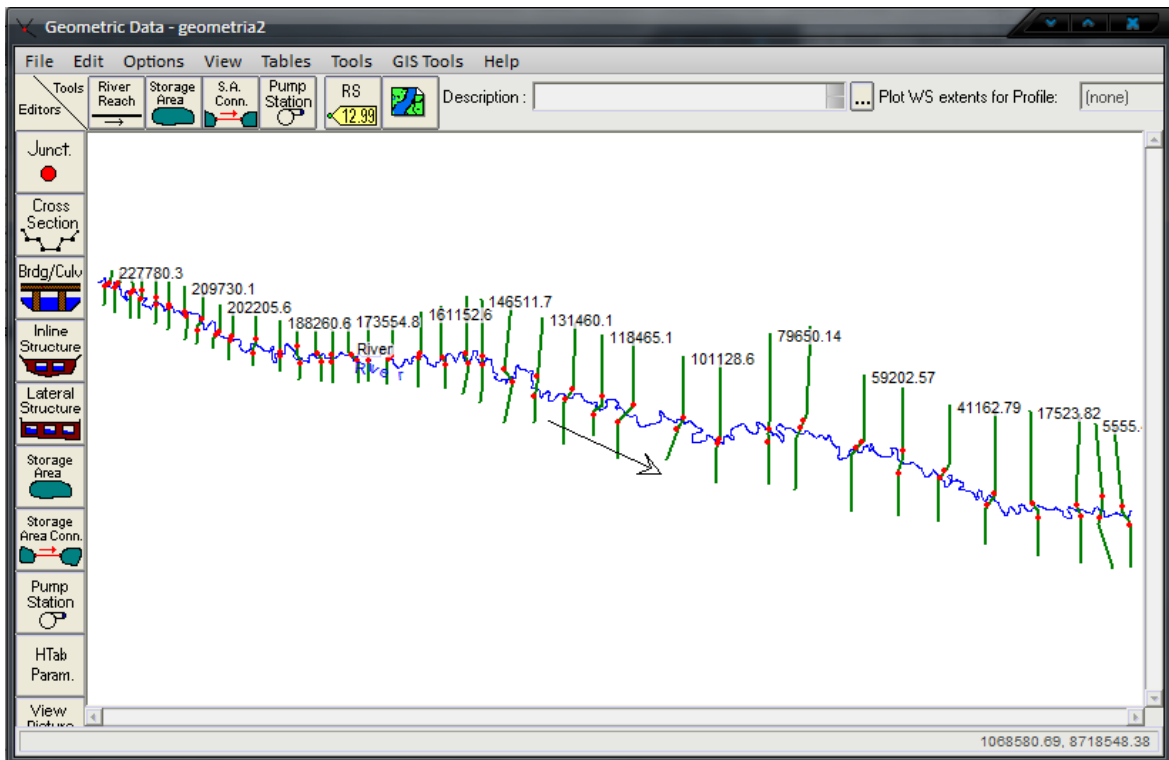


Figura 7: Secciones transversales generadas con HEC – RAS.

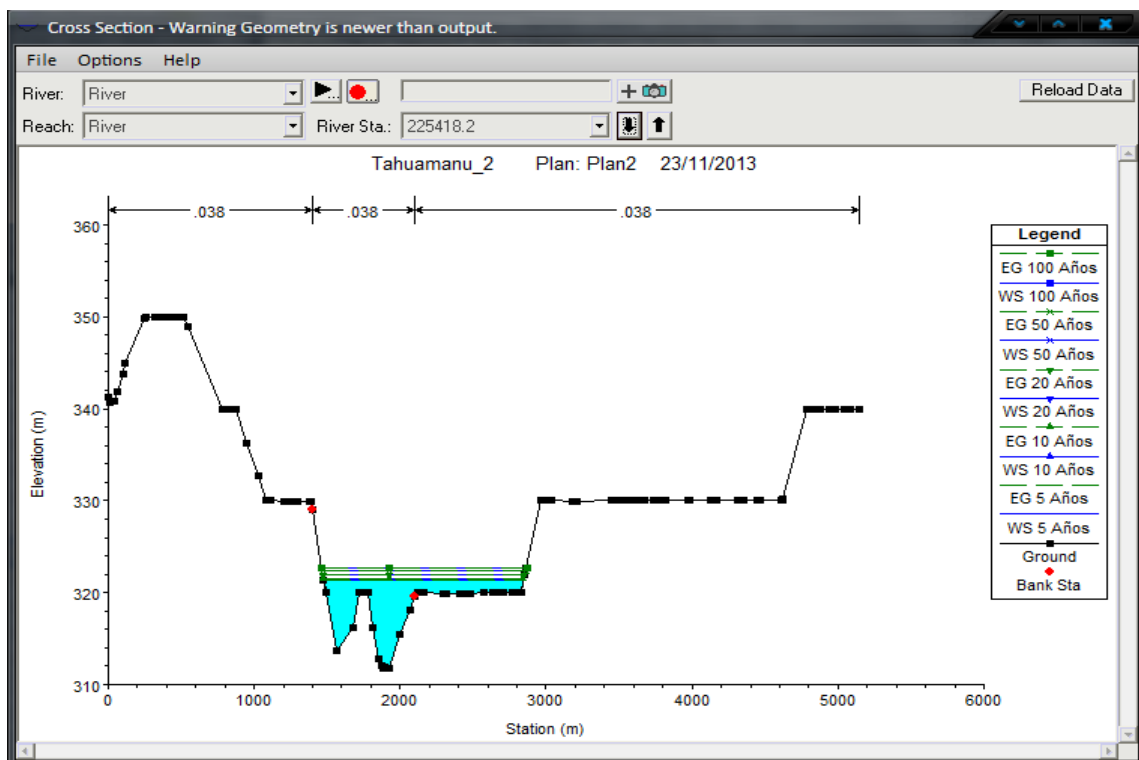


Figura 8: Perfil de una sección transversal en HEC – RAS.

c. Post – proceso con HEC – GeoRAS

En esta fase final se carga el archivo de exportación generado en HEC-RAS 4.1.0, para generar el TIN de las superficies del agua y las delimitaciones de las planicies de inundaciones, para los distintos periodos de tiempo.

Los resultados (ver figura 9) muestran las superficies de agua y las planicies de inundaciones para los tiempos de retorno de 5 años, 10 años, 20 años, 50 años y 100 años en las zonas pobladas de Iñapari y San Lorenzo, también como afecta a la carretera interoceánica y el puente del río Tahuamanu al ser la vía de comunicación más importante de la región ya que comunica al país de Perú con Brasil.

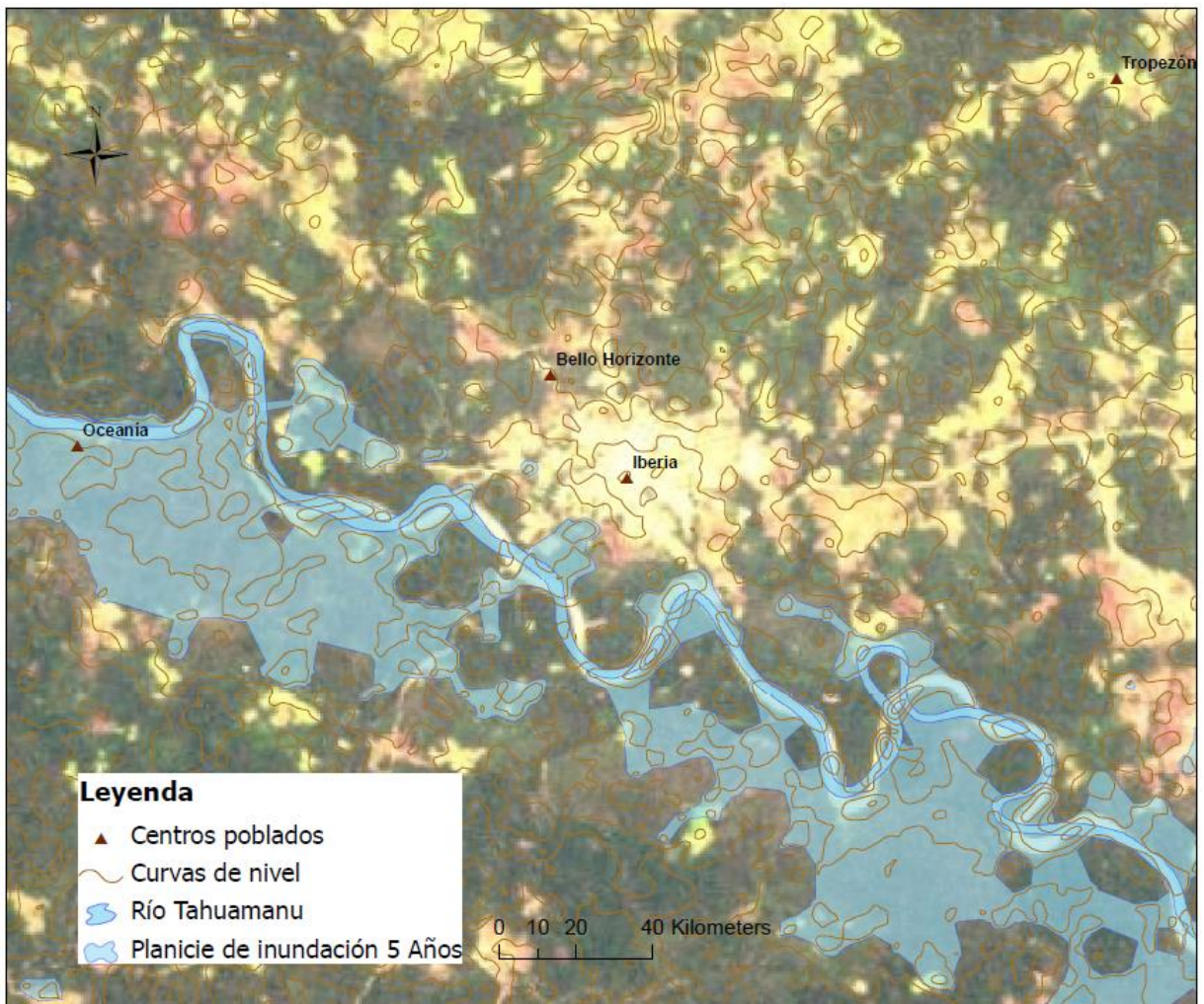


Figura 9: Planicies de inundación para la población de Iberia.

También, la vulnerabilidad de la población de Iberia ante la amenaza de inundación por el desborde del río Tahuamanu para un periodo de retorno de 5 años.

Las zonas o planicies de inundación probablemente se hallan generado por la actividad humana circundante al poblado de Iberia, por lo cual decimos que la actividad humana es un factor determinante en el riesgo a inundaciones, como también lo menciona Wheater y Evans (2009) las actividades humanas modifican de forma profunda e irreparable la tierra en la que vivimos, el cambio de uso del suelo y de la tierra afecta de manera significativa al mandato de la hidrología en las cuencas hidrográficas mostrando peligro de inundación.

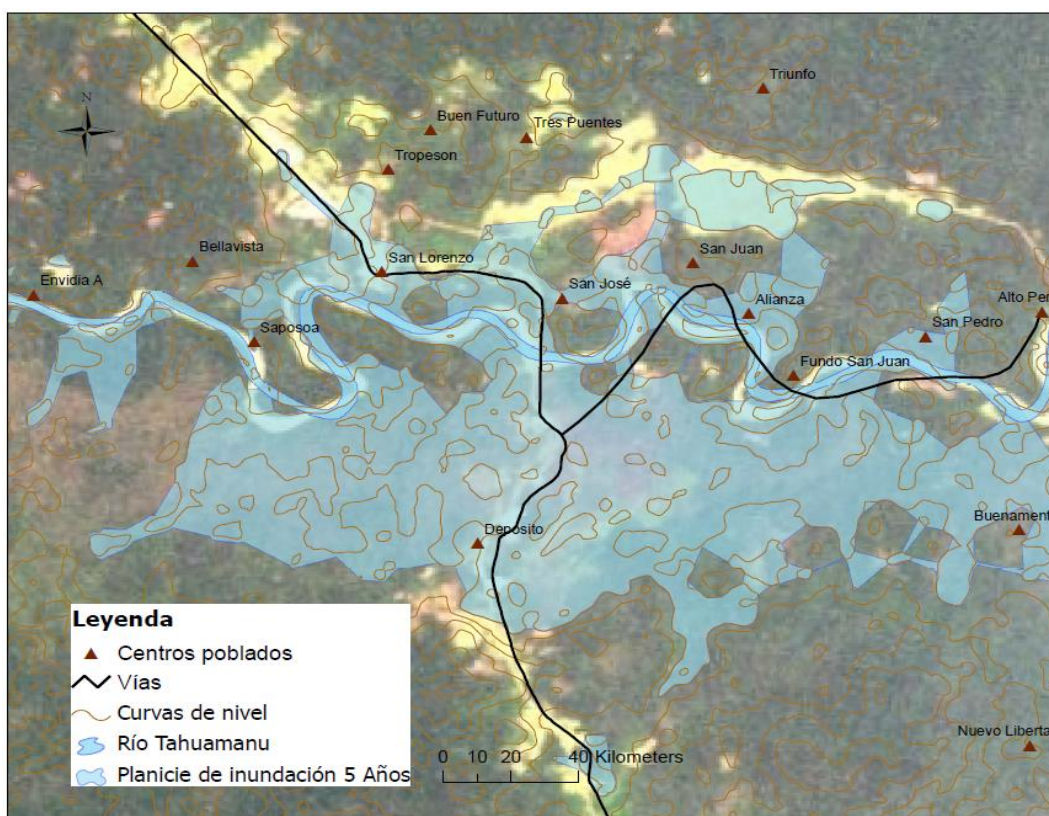


Figura 10: Planicies de inundación para la población de San Lorenzo.

Las inundaciones no solo perjudica poblaciones y estructuras, sino obras nacionales como carreteras y puentes etc. sino no se tiene la debida prevención, la figura 10 muestra lo que abarcan las planicies de inundación a lo largo de la carretera interoceánica que comunica la región de Madre de Dios con el estado

de Acre, así como la ruta afirmada hacia un pequeño poblado en la región de Cobija, comprometiendo no sólo la carretera sino el puente del río Tahuamanu.

Para la elaboración de uso de suelo esto mapas de uso de suelo o la zonificación económica ecológica son insumos a utilizar para comprender la relación de las zonas inundables o planicies de inundación y la vulnerabilidad con el fin de generar adaptación y minimizar pérdidas económicas y estructurales, se realiza el análisis de las planicies de inundación y la zonificación ecológica económica (ZEE), que permite planificar el uso de la tierra de la mejor manera siempre pensando en el desarrollo óptimo de la población. Es por eso que se reconoce a la gestión de la tierra y la gestión del agua que deben estar estrechamente relacionados, y con enfoques integrados de gestión, existen modernas prácticas que evidencian esta gestión en el comportamiento hídrico de un territorio lo que brinda la posibilidad de utilizar esta gestión para la mitigación de riesgos de inundaciones (O'donnell *et al.* 2011).

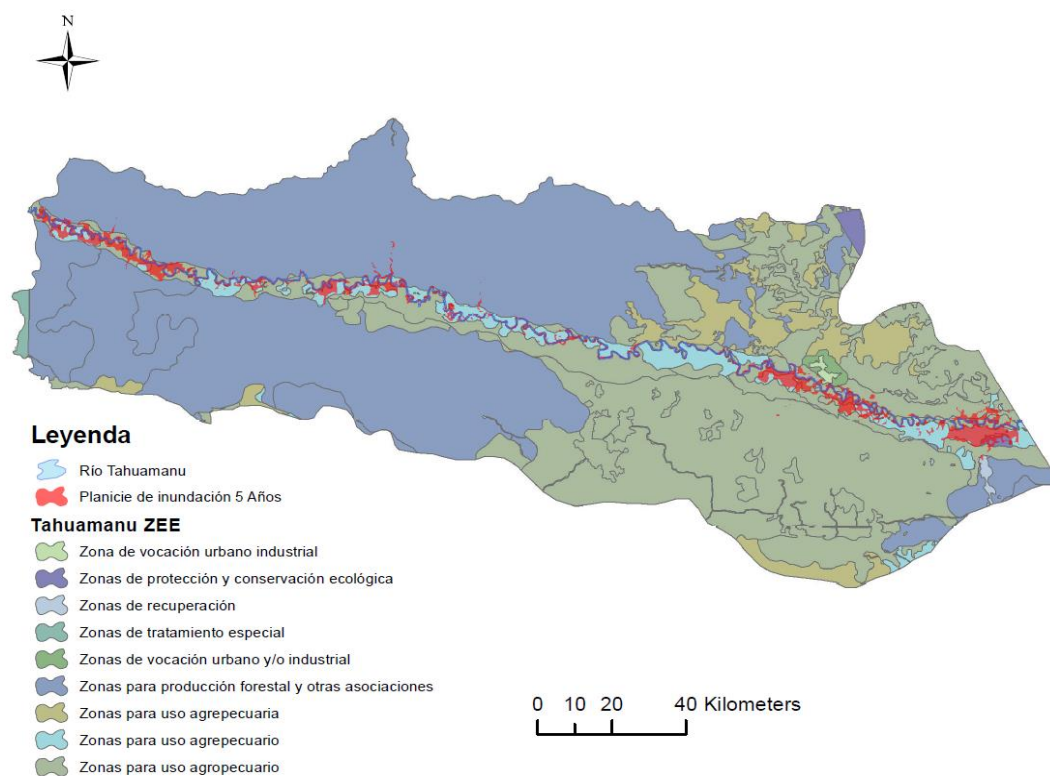


Figura 11: Mapa de la ZEE y las planicies de inundación para la cuenca del río Tahuamanu.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA PLANIFICACIÓN DE UN SAT A INUNDACIONES

4.1.1. Área de estudio

La región de Madre de Dios (ver figura 12) tiene una superficie de 85 301 km² y está ubicado en la parte sur oriental del territorio peruano. Limita por el norte con el departamento de Ucayali y la República de Brasil, por el sur con los departamentos de Puno y Cusco, por el este con la República de Bolivia y al oeste con los departamentos de Cusco y Ucayali, representa el 6,6 por ciento del territorio nacional. La provincia de Tambopata es la más extensa y abarca el 42,5 por ciento del territorio de la región, presenta un clima tropical cálido y húmedo por las constantes precipitaciones pluviales y con una temperatura media anual entre los 26°C a 38°C, y de 8°C en la época de friaje⁵ (INDECI 2009).

La región de Madre de Dios como área de estudio se divide en tres provincias, la provincia del Manu, Tambopata y Tahuamanu, así mismo la región contiene 12 cuencas donde los ríos más importantes son el río Madre de Dios, Tambopata, Tahuamanu, Yaverija y Acre, siendo los dos últimos de gran importancia tri-nacional con Brasil y Bolivia.

⁵ Friaje: Incurción de masas de aire frío y seco procedentes de la región polar hacia latitudes tropicales, generando el descenso de la temperatura también conocida como heladas.

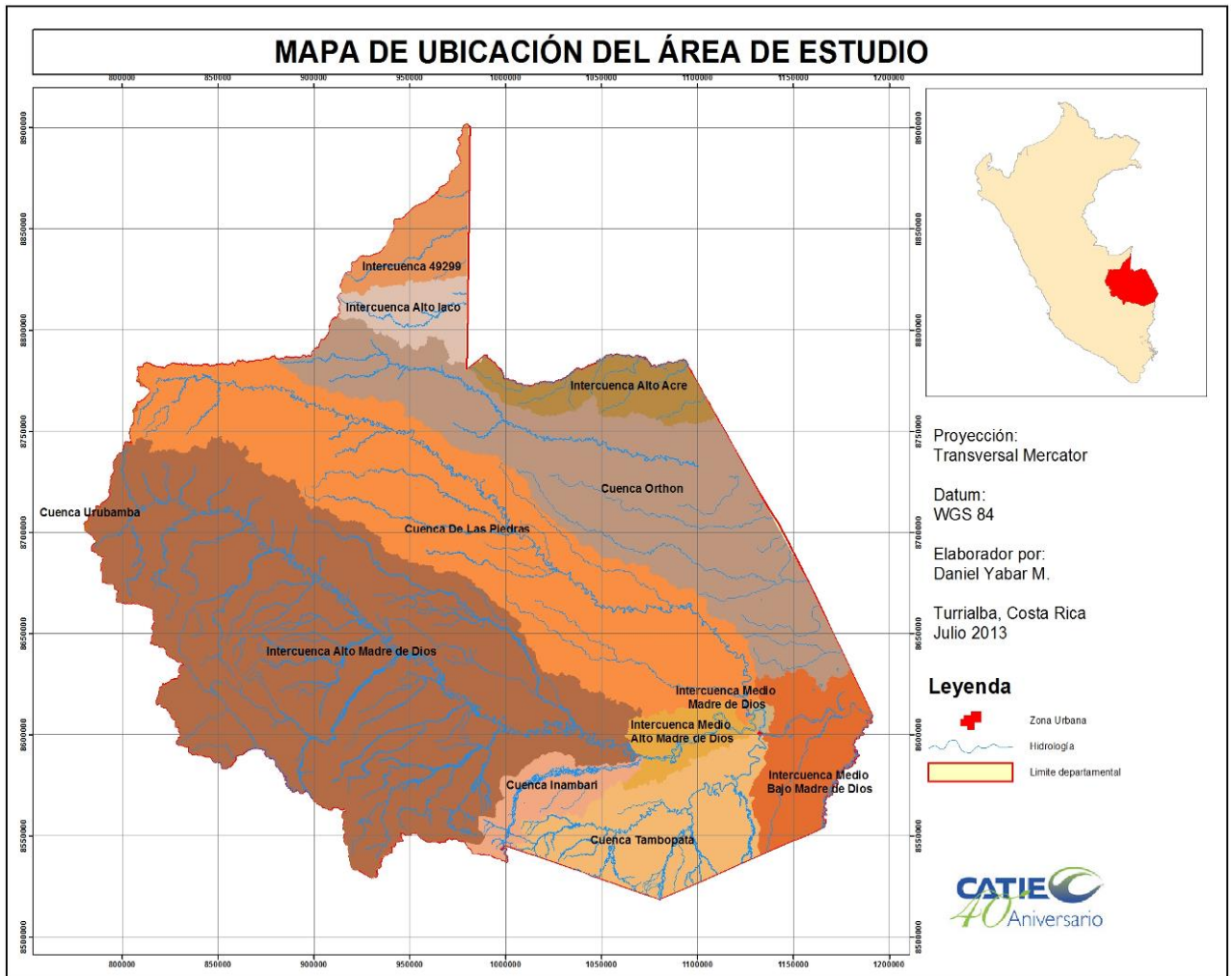


Figura 12: Mapa de cuencas hidrográficas de la región de Madre de Dios.

4.1.2. Procedimiento metodológico

Se incorpora como parte de la metodología la identificación de los eventos extraordinarios y con ello la identificación del desastre al que se asocian, esto se debe según Levy *et al.* (2005), las variaciones naturales en el clima mundial se rigen por complejas interacciones entre la atmósfera, los océanos y la cubierta vegetal, los modelos climáticos modernos sugieren que estas variaciones continuarán, pero con magnitudes más grandes y una mayor variabilidad debido a las influencias humanas por lo que se espera que aumente el riesgo de los desastres de las inundaciones.

a. Diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana en la región de Madre de Dios

En base al mapeo de actores por poder e interés, tanto del sector privado como público presentes en la región de Madre de Dios (municipalidades provinciales, comunidades, ONG, entidades nacionales y empresas privadas) y por medio de entrevistas abiertas se recogió información sobre su participación en el SAT, con el fin de determinar el nivel de importancia, jerarquía, compromiso y voluntariado ante la gestión del riesgo y principalmente ante el caso de inundaciones.

Por medio de la información obtenida a través de la entrevistas sobre el funcionamiento e importancia del SAT en la región, se obtuvo un esquema inicial del sistema de alerta temprana en la región como se muestra en la figura 13, el proceso de mejora en la generación de información concerniente a la prevención de desastres a través del ARA, el monitoreo de las condiciones climáticas, el flujo deficiente de comunicación sobre alertas o transmisión de datos entre los responsables y actores involucrados, la toma de decisión para actuar ante las emergencias y el análisis de vulnerabilidad.



Figura 13: Diagnóstico inicial del SAT en la región de Madre de Dios.

b. Metodología para la planificación de un SAT a inundaciones en la región de Madre de Dios

En base a la información recopilada, la bibliografía estudiada y las lecciones aprendidas de las regiones fronterizas con respecto a la gestión del riesgo que manejan y considerando criterios o elementos que apoyan esta propuesta metodológica se plantea un esquema del sistema de alerta temprana para inundaciones.

Se identificaron nuevas herramientas, así como mejoras tecnológicas (Terra Ma2 y GIS) y el enfoque de cuencas que es ideal para estos fines, ya que designa un proceso natural y social integral, aceptado por especialistas, decisores, donantes, cooperantes y actores locales (Jimenez 2012), esta metodología toma como ejemplo los esfuerzos conjuntos que se vienen realizando con los países fronterizos de Brasil y Bolivia en el estado de Acre y la provincia de Pando respectivamente.

Esta metodología se basa en el manual de OEA (2010) donde muestra las etapas o fases que contiene un SAT y el SAT que funciona actualmente en la región. Con el fin de incluir aportes y mejoras al SAT de la región se utilizó la matriz de “valor agregado” que consiste en analizar las actividades de un proceso en dos enfoques o dimensiones: “agrega o no valor al proceso” y “es o no necesaria en el proceso” (SFP 2008).

Fue así como se elaboró una secuencia de elementos y pasos importantes que se debe tener en cuenta para la implementación a futuro de un Sistema de Alerta Temprana en la Región de Madre de Dios para el caso de inundaciones.

c. Socialización de la metodología ante expertos y responsables de la gestión de riesgo en la región de Madre de Dios

Se realizó una socialización con los expertos del planteamiento de esta metodología obteniendo observaciones, recomendaciones y nuevas ideas para la mejora del trabajo, así como su aprobación, se puso en claro muchas de las

funciones que cumplen las organizaciones así como los alcances que tienen en la gestión de riesgos, sus debilidades y fortalezas, con el fin de una toma de conciencia como actores principales en la gestión del riesgo a desastres en la región y priorizar en las acciones a tomar en el corto, mediano y largo plazo.

4.2. RESULTADOS

Con las funciones actuales de los actores clave y el diagnóstico inicial del sistema de alerta temprana en la región de Madre de Dios, se elaboró una hoja de ruta de los pasos o etapas que contiene la metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana a inundaciones, los nuevos aportes realizados y los actores que participan en cada una de estas etapas de la metodología el cual se aprecia en la leyenda del siguiente esquema (figura 14), con el fin de establecer sus funciones.

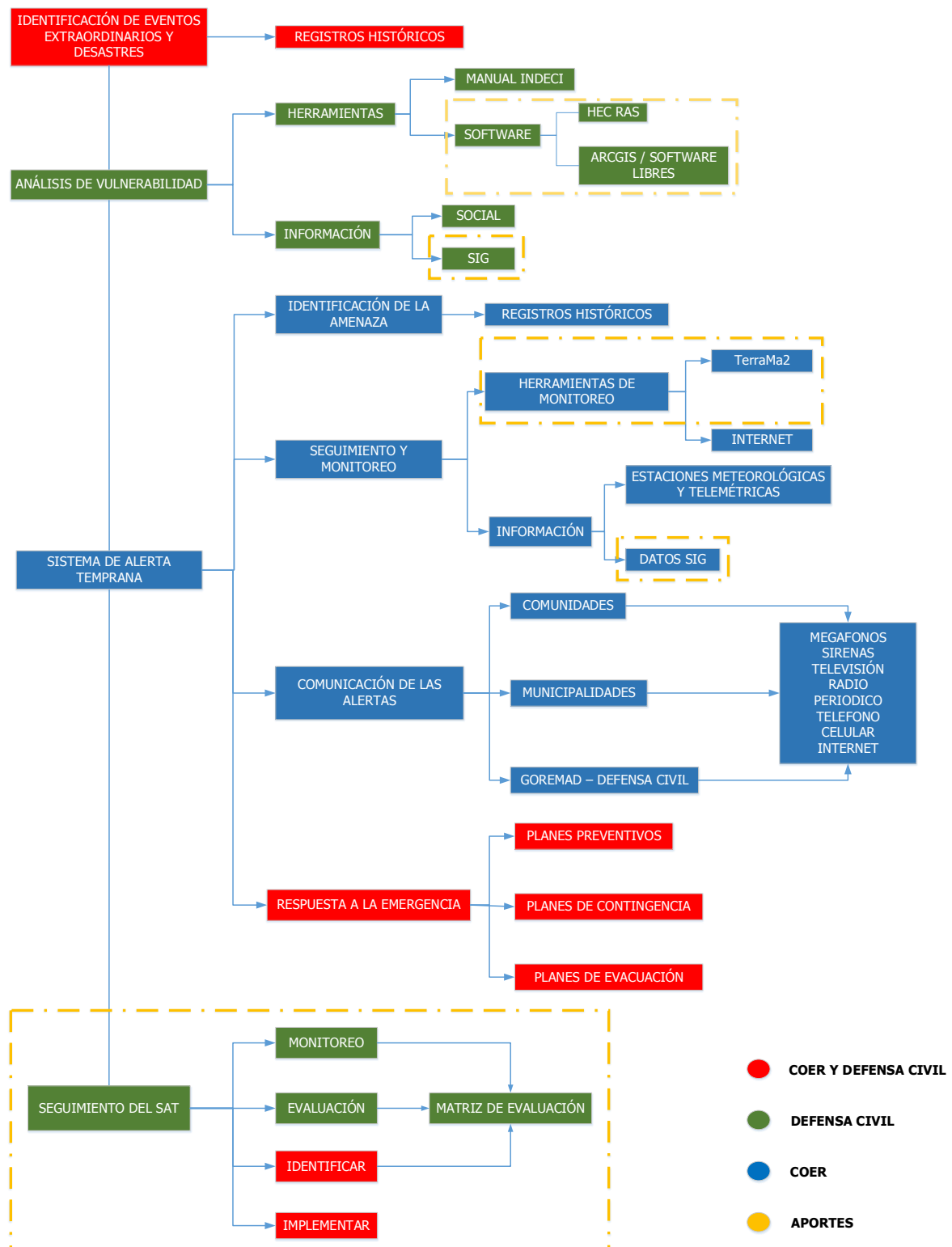


Figura 14: Flujograma de la metodología para la planificación de un SAT para inundaciones en la región de Madre de Dios.

A través de las entrevistas, reuniones con los expertos y mapeo de actores se lograron identificar tres (3) factores clave, que mediante una participación conjunta de acuerdo a

sus funciones y posibilidades lograrán la implementación de la metodología del sistema de alerta temprana con el fin de cumplir con los objetivos de prevenir, alertar y atender las emergencias provocadas por las inundaciones.

Estos factores son: Técnico, institucional y social, a continuación en la figura 15 se presentan cada uno de los factores con sus componentes.

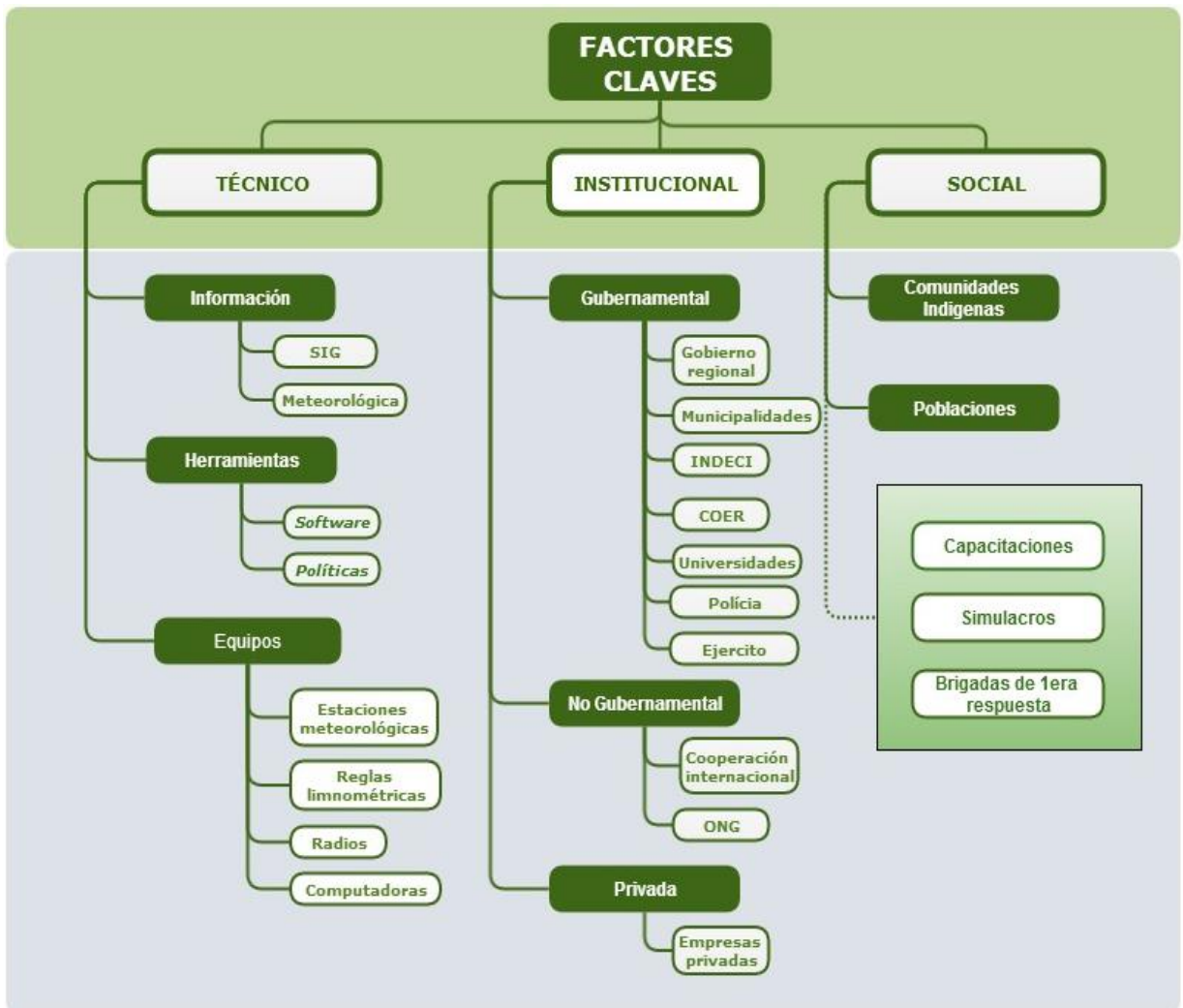


Figura 15: Factores clave para un SAT.

4.2.1. Identificación de eventos extraordinarios y desastres

Según INDECI (2009) la región de Madre de Dios sufre todos los años de eventos hidrometeorológicos extremos, principalmente las lluvias intensas, con un promedio anual de entre 2000 a 3000 mm, ocasionando la crecida de varios de los ríos, propiciando inundaciones y perjudicando a las comunidades indígenas, o pobladores locales con la pérdida de infraestructura, o vías de acceso, carreteras y cultivos agrícolas.

Por otro lado, en la temporada seca se presentan temperaturas muy altas que llegan a alcanzar los 40°C, es en esta temporada donde se manifiestan los focos de calor y los incendios forestales, así como los fuegos originados por la actividad antrópica y que no se controlan de forma adecuada.

4.2.2. Análisis de vulnerabilidad e identificación de zonas inundables

El Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) junto con la Dirección Nacional de Prevención (DINAPRE) y la Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos (UEER) elaboraron el “Manual básico para la estimación del riesgo” este un manual tiene una similitud con el análisis de vulnerabilidad global, el cual permite por medio de una interacción de diferentes factores y características que convergen en una comunidad o población, los divide en tipos de vulnerabilidad: ambiental y ecológica, física, económica, social, educativa, cultural e ideológica, política e institucional y finalmente científica y tecnológica.

Sin embargo esta es una herramienta que, a través de un trabajo de campo y un análisis cuantitativo permite conocer la vulnerabilidad de la zona, comunidad o población *in situ* y actual, mas no predictiva. Es por esto que a la metodología propuesta se está incorporando la herramienta SIG, no sólo para la elaboración de mapas de vulnerabilidad sino para el uso predictivo y la identificación de nuevas zonas vulnerables a inundación. Según Pender y Néelz (2007) las predicciones de estos

modelos están siendo utilizados de forma rutinaria como un medio de comunicación entre los ingenieros y otras partes interesadas en la gestión del riesgo de inundación.

4.2.3. Sistema de alerta temprana para inundaciones

El correcto funcionamiento de un SAT, involucra a todos los actores con una acción responsable de parte de cada uno de ellos, organismos, instituciones y la población misma con el fin de evitar daños, pérdidas materiales y de vidas humanas de las poblaciones o zonas vulnerables, es una herramienta fundamental principalmente para las autoridades locales, eficiente y puede mitigar el riesgo a los desastres.

Los componentes más importantes del SAT son: (1) Identificación de la amenaza (2) seguimiento y monitoreo, (3) comunicación de las alertas y (4) respuesta frente a la emergencia; cada uno de estas etapas se pueden dividir en sub-etapas dependiendo del usuario o el alcance que se le quiere dar.

a. Identificación de la amenaza

En esta etapa se debe tener el conocimiento de la amenaza principal que afectaran a la población o comunidad, esto es a través de la información histórica que hay en la zona, esto con el fin de poder saber cómo realizar las siguientes estrategias o etapas, todas las personas, comunidades e instituciones privadas o estatales pueden hacer claramente la identificación de una amenaza que puede afectar a una comunidad o población, el desarrollo de planes que conllevan a la prevención o preparación sólo lo pueden realizar las entidades adecuadas, como son defensa civil, COER, las instituciones privadas y las municipalidades.

b. Seguimiento y monitoreo

Este componente es la etapa o fase más crítica del SAT, ya que esta etapa brinda la información que se requiere sobre los eventos que generan desastre con el fin de tener suficiente base científica para una correcta toma de decisiones. La incorporación de herramientas técnicas que se plantea en esta metodología dará un cambio positivo en el monitoreo y prevención de las inundaciones en la

región. Según Zhang *et al.* (2002), el Sistema de posicionamiento global y otras tecnologías de seguimiento y evaluación de los desastres por inundaciones ha sido montado y probado por 3 años, el sistema ha desempeñado un papel importante en la mitigación de las inundaciones, se ha convertido en una parte fundamental del sistema de gestión de las inundaciones. en la Sede Nacional de Control de Inundaciones de China.

La incorporación de la plataforma desarrollada por el INPE de Brasil al SAT, es una herramienta que el COER está en la capacidad de adoptar para el seguimiento y monitoreo de los eventos hidrometeorológicos y sus consecuencias en los niveles de los ríos brindando la capacidad de recopilar la información veraz y a tiempo real con el de procesarla y comunicarla con fines de tomas de decisiones adecuadas y acertadas, INPE (2012).

c. Comunicación de las alertas

El sistema de comunicación entre las instituciones o actores involucrados, directa e indirectamente con la gestión de riesgos es seriamente ineficiente, la cooperación entre estos actores es muy débil lo cual perjudica directamente la capacidad de brindar comunicación sobre alertas⁶, por tanto, existe la necesidad de combinar los avances tecnológicos apropiados y datos digitales, no sólo para desarrollar planes eficaces de gestión de desastres, sino también para comunicar información y conocimiento preciso y comprensible para los interesados y tomadores de decisiones (Price y Vojinovic 2008).

En la región de Madre de Dios existen muchos lugares vulnerables a inundaciones y en los cuales la comunicación es escasa⁷, para esto se debe establecer estrategias de una comunicación efectiva, la comunicación en las distintas zonas es a través del celular, internet o radio, se pueden utilizar los tres medios de comunicación, sin embargo hay zonas o localidades donde el único

⁶ Caceres, E. 2013. Director Regional del GOREMAD - Defensa Civil (entrevista). Puerto Maldonado, PE

⁷ Usca, M. 2013. Coordinador del Módulo de Operaciones – COER (entrevista). Puerto Maldonado, PE

medio de comunicación es la radio, por este motivo la implementación de estos equipos en la zonas alejadas.

d. Respuesta frente a la emergencia

Este componente considera una serie de procedimientos previamente diseñados, implementados y puestos al conocimiento de la población ante la ocurrencia de una crisis o desastre.

Defensa Civil y el COER están en la obligación de instruir y capacitar⁸ a los municipios y comunidades para la elaboración de planes de contingencia y evacuación con el fin de brindarles herramientas para que sepan actuar ante las emergencias. Según Price y Vojinovic (2008) el elemento más importante en el conjunto de actividades relacionadas con la gestión de desastres es la preparación para emergencias y la actividad de respuesta. La respuesta a una alerta de desastres naturales debe ser inmediata, integral y demostrar líneas muy claras de mando.

4.2.4. Seguimiento del Sistema de Alerta Temprana

El seguimiento de un SAT es una parte importante de esta metodología puesto que cumple una función muy importante y es la de la mejora continua, como todo proceso de implementación y desarrollo se encuentran fallas y/u obstáculos, las lecciones aprendidas que estas pueden generar permitirá que el SAT mejore a cada momento y convirtiéndolo en una herramienta mucho más precisa, confiable y eficiente.

Para el seguimiento del Sistema de Alerta Temprana se adoptó e incorporó la matriz de avance para la implementación de un SAT del Marco de Acción de Hyogo (anexo), elaborado por la Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (EIRD/ONU), herramienta que permitirá realizar la evaluación del sistema de alerta temprana así como la gestión del

⁸ Rios, J. 2013. Evaluador del Módulo de Operaciones – COER (entrevista). Puerto Maldonado, PE

riesgo en la región, evaluando los aspectos políticos, técnicos-científicos, socioeconómicos y socioculturales⁹.

Para que el SAT funcione de la mejor manera se debe tener una participación conjunta de todos los actores involucrados, la sociedad en los niveles locales, nacionales, regionales e internacionales juega un papel importante que potencia las capacidades individuales y una mejor respuesta ante un desastre.

⁹ Foster, I. 2013. Científico – Investigador WHRC/UFAC (entrevista). Puerto Maldonado, PE

V. CONCLUSIONES

Los resultados mostrados a nivel regional muestran una visión sobre los aspectos más importantes en la gestión del riesgo y exponen sus debilidades a nivel político, técnico y social.

1. La suma de estos esfuerzos (lecciones aprendidas, experiencias y logros) generados por el Mini MAP – Gestión de riesgos y defensa civil, impulsados por el Dr. Foster Brown, ha logrado generar conciencia en todas las organizaciones y proyectos involucrados en el tema de gestión de riesgos y cambio climático para las tres regiones fronterizas.
2. El estado de Acre a través del SEMA ha implementado su sistema de alerta temprana rescatando las experiencias de las inundaciones sufridas, se ha abastecido y ahora cuenta con una gran cantidad de estaciones meteorológicas e hidroestimadores para la obtención de información, lo que ha generado un avance significativo en la prevención y respuesta ante las amenazas. Las metas que se vienen logrando con el Mini MAP – Gestión de riesgos y defensa civil es gracias a esfuerzos, logros y lecciones aprendidas que Acre ha compartido con sus vecinos fronterizos, así como su crecimiento en la gestión de riesgos a desastres. Las entrevistas realizadas a los expertos y personas involucradas con la gestión del riesgo, así como los diferentes actores sociales, se concluye que las inundaciones presentadas surgieron en zonas que no eran inundables.
3. A través de las entrevistas, se conoce que existen muchos planes, programas y proyectos de gestión del riesgo, así como de implementación de un SAT ser aplicados a nivel regional, sin embargo, muchos quedan sin ejecución debido a diferentes factores: falta de personal capacitado, mala gestión de los recursos y poco interés de la población como los más importantes. En la región MAP, el aspecto técnico y científico sufre las consecuencias al no

contar con las herramientas adecuadas, personal adecuado capacitado y debido a la constante rotación de personal en las entidades públicas lo que impide la implementación de un sistema de alerta temprana.

4. Las principales razones por las que un SAT se debilita o fracasa es por la deficiencia técnica (herramientas y personal capacitado) que genera falta de credibilidad en la población y acompañado por el desinterés social ante las amenazas. Ejemplo de esta debilidad social es el caso de la población de Iñapari que no hizo caso de las advertencias y fue afectada por la inundación del río Acre en el 2012; a esto se le suma la falta de incentivo social de parte de las autoridades o personal encargado en la gestión del riesgo, la capacidad de estas instituciones o autoridades para brindar la asistencia y capacitación a la comunidad en temas de preparación y respuesta ante las emergencias.
5. Los resultados que genera el SIG y las otras herramientas (HEC – RAS) proveen una base técnica para un sistema de alerta temprana en la región de Madre de Dios con el fin de determinar las zonas de inundación para llevar a cabo los propósitos de prevención y mitigación, sin embargo estas nuevas herramientas para el análisis de vulnerabilidad monitoreo y mejoras en los componentes de comunicación y respuesta ante las emergencias no es una tecnología autosuficiente, requiere mucho del criterio del experto o expertos relacionados con la gestión de riesgos para ser adaptado a cada situación, con el objetivo de simular eventos más acorde con la realidad, a su vez ofreciendo una mayor certeza para los tomadores de decisión.
6. El modelo hidráulico HEC – RAS con el ArcGIS y sus extensiones: 3D Analyst y HEC – GeoRAS presentan una manera dinámica e interactiva de trabajar parámetros hidrológicos e hidráulicos en un ambiente SIG generando como resultado diversos mapas de inundación. El SIG provee la habilidad de integrar los resultados de modelos con otras capas de información: mapas de uso de suelo, mapas de ZEE, mapas de infraestructura, etc.
7. Se propone una metodología para la planificación de un sistema de alerta temprana para inundaciones, la cual fue validada y enriquecida con las opiniones y aportes de los expertos y personal involucrado en la gestión del riesgo en la región. Como parte de un protocolo debe cumplirse los cuatro componentes principales del SAT y directamente relacionado con las

instituciones u organizaciones en los temas de flujo de comunicación y de información para su cumplimiento.

8. Gestión del riesgo se resalta por las condiciones para la implementación de la metodología dentro de la planificación del sistema de alerta temprana para inundaciones son: la capacidad institucional (políticas y personal capacitado), uso de las herramientas idóneas, la participación de todas las organizaciones y la socialización de todas las personas.
9. Con respecto a la formación profesional ambiental se evidenció la necesidad de enfocar mejor los cursos de manera que puedan brindar no solo aprendizaje propio de la materia impartida, sino también, competencias en valores, trabajo en equipo y liderazgo. Teniendo en cuenta estudios recientes que señalan que una persona cambiará varias veces de empleo durante su etapa laboral activa¹⁰, es de vital importancia que la universidad promueva cierta flexibilidad mental para adaptarse a nuevos desafíos, el saber cómo resolver problemas y situaciones problemáticas, prepararse para la incertidumbre son, entre otras, las nuevas habilidades mentales que requerirán los profesionales del futuro y en las que se requiere mayor entrenamiento.
10. Puesto que los campos profesionales se transforman, se generan nuevos nichos de tareas y funciones cada vez más específicas o que requieran más habilidades o conocimientos, paralelamente, se anulan o disminuyen las posibilidades de otros trabajos, es decir, vivimos en un entorno altamente flexible en donde las demandas del sector varían dependiendo de la región en la que se trabaje, de los resultados que se quieren obtener o de las oportunidades que se puedan generar tanto a nivel nacional como internacional.

¹⁰ Estudio realizado en 2015 por la GIZ y la UNALM, Perú sobre la Oferta educativa y la demanda profesional en el sector forestal.

VI. RECOMENDACIONES

Es necesario fortalecer los aspectos más débiles que se hallaron en el estudio, principalmente en lo social y técnico, con capacitaciones y mayor trabajo con la comunidad o población.

1. La capacitación al personal involucrado con la gestión del riesgo es importante para la incorporación de nuevas herramientas para el sistema de alerta temprana así mismo la capacidad para trabajar con la población, por ejemplo, la realización de un plan de contingencia para la población de Iñapari en Febrero del 2013.
2. Los vínculos, trabajos y lecciones aprendidas que se han logrado y se comparten en las reuniones del Mini MAP – Gestión del riesgo y defensa civil han sido muy importantes para la región por lo que se recomienda seguir con la participación y poner en práctica lo adquirido y que contribuya a mejorar la gestión del riesgo en la región de Madre de Dios.
3. Promover la motivación al personal de las instituciones del estado: Defensa civil, COER y SENAMHI a las reuniones del Mini MAP – Gestión del riesgo y defensa civil para la mejora del sistema de alerta temprana, y a su vez para adquirir conocimiento sobre las nuevas herramientas y equipos que se aplican para la prevención y respuesta ante las amenazas.
4. Es importante la innovación de herramientas para las evaluaciones de las entidades locales a la gestión del riesgo, un ejemplo es la herramienta generada por la UNISDR, consiste en una matriz para saber la capacidad de respuesta ante las amenazas con la que cuenta un municipio o comunidad, la cual puede ser usada de forma conjunta con una matriz de evaluación.
5. Para la integración del modelo HEC – RAS con el ArcGIS se recomienda trabajar desde el inicio con información de detalle tanto a nivel hidrológico y geométrico como el caso del espaciamiento entre curvas de nivel, resolución

del DEM o de la información de apoyo como son las imágenes de satélite u orto – fotos.

6. El modelo debe ser utilizado como un análisis inicial al problema de las inundaciones en el área de estudio. Con el fin de obtener simulaciones de mayor certeza y confiabilidad se requerirá información confiable sobre las precipitaciones y caudales máximos de flujo.
7. Para realizar la calibración y validación del modelo se necesitará trabajo de campo obteniendo la información de primera mano, al igual que la obtención de registros y eventos pasados para obtener una concordancia los resultados arrojados en la simulación.
8. El HEC – RAS, es un programa de modelación amigable y de dificultad media, sin embargo, se recomienda la capacitación del personal para su correcto manejo e interpretación de las simulaciones o salidas del programa.
9. El trabajo de investigación reveló que en la región no se trabaja con un enfoque de cuencas y que se centran en las poblaciones afectadas antes que en el ambiente en conjunto. Se recomienda que este pensamiento cambie y los trabajos que se realicen a futuro sean con un enfoque de cuencas.
10. Las estaciones meteorológicas o hidrometeorológicas deben ser localizadas en las cabeceras de cuencas, teniendo en cuenta la accesibilidad y el resguardo de los equipos, así como la información que se recopile para planes de prevención y preservación sean a lo largo de las cuencas involucradas.
11. La creación del ARA es un gran paso para mejorar el flujo y adquisición de la información ya sea geográfica o climática por lo que sería recomendable formar alianzas o convenios para que esta gerencia se ponga en funcionamiento lo más pronto posible.
12. Es recomendable fortalecer el vínculo institucional y social para el tema de prevención y respuesta ante las emergencias es muy importante para poder afrontar los desastres ocasionados por las inundaciones.
13. La creación de políticas es muy importante para afianzar el compromiso adquirido por los diferentes actores sociales, políticos e institucionales para que esta metodología cuente con las condiciones habilitadoras necesarias para su implementación.

14. La incorporación de las nuevas herramientas técnicas como las de simulación en HEC-RAS u otros programas para los análisis de vulnerabilidad y el TerraMa2 para los monitoreos y simulaciones meteorológicas, o equipos como son las radios UHF, celular o la instalación de la señal de internet debe ser impulsada para la implementación de un completo sistema de alerta temprana. Es muy importante la capacitación del personal en el uso y manejo de estas herramientas con el fin de que también estén en la capacidad de enseñar a próximos usuarios.
15. El fortalecimiento de los canales de comunicación a nivel institucional debe reforzarse o mejorar con el fin de que la comunicación en temas de la prevención, alertas o información relacionada no se pierda.
16. Una revisión de la malla curricular sería uno de los primeros pasos para una generación de profesionales ambientales acorde a la exigencia del mundo laboral de hoy. Realizar un estudio para evaluar el perfil de un egresado ambiental con respecto al conocimiento que exigen las diferentes empresas u organizaciones que deben tener sus trabajadores para el correcto cumplimiento de sus funciones y el logro de los resultados esperados.
17. Evaluar el campo laboral y las exigencias del mercado para con los profesionales ambientales en cuanto a sus habilidades y competencias que se requieren para su inserción en el mundo laboral. La experiencia ha evidenciado el amplio campo de acción que puede tener un profesional ambiental, sin embargo, su formación lo limita a unos cuantos sectores debido a la incidencia que ejerce la malla curricular en algunos cursos y otros que se pasan de manera general, a veces sin brindarle al alumno una buena base práctica, extender la malla curricular o realizar una división por especialidades de la carrera en sí podrían ser algunas alternativas a este desafío.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Annan, K. 2004. Message to World Water Day, 22 March, Bangkok (United Nations Conference Centre, Bangkok).
- Armién, F. 2011. MANUAL SISTEMAS DE ALERTA TEMPRANA 10 Preguntas - 10 Respuestas. UNESCO.; COMISION EUROPEA.; SICA.; CEPREDENAC. Panamá, MEDUCA (Ministerio de Educación de Panamá,,). 60 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://www.unesco.org/pv_obj_cache/pv_obj_id_0B11A2B5B51564455D3EFE8B9FC648DCE8921C00/filename/Panama%20MANUAL%20INFORMATIVO.pdf
- Auge, M. 2004. Vulnerabilidad de acuíferos. Revista Latinoamericana de Hidrología 4:85-103
- Bisbal, A; Picón, J; Casaverde, M; Jáuregui, F; Anchayhua, R; Masana, M. 2006. Manual Básico para la estimación del riesgo. Lima, PE., INDECI (Insituto Nacional de Defensa Civil). 75 p.
- Brunner, G. 2010. HEC-RAS, River Analysis System User's Manual. EEUU, US Army Corps of Engineers, Institute for Water Resources, Hydrologic Engineering Center. 790p.
- Chau, VN; Holland, J; Cassells, S; Tuohy, M. 2013. Using GIS to map impacts upon agriculture from extreme floods in Vietnam. Applied Geography 41(0):65-74. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622813000805>
- Chow, V. 1985. Hidráulica de los Canales Abiertos. México D.F, Editorial Diana. 633p. (Tercera Edición)
- COMISION EUROPEA. 2009. ESTRATEGIA DE LA UE EN APOYO DE LA REDUCCION DEL RIESGO DE CATÁSTROFES EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Bruselas, Comisión Europea. 15 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en

- http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/COMM_PDF_COM_2009_0084_F_ES_COMMUNICATION.pdf
- COMISION EUROPEA. 2009. ESTRATEGIA DE LA UE EN APOYO DE LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE CATÁSTROFES EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO. Bruselas, Comisión Europea. 15 p. Consultado 01/11/2012. Disponible en http://ec.europa.eu/development/icenter/repository/COMM_PDF_COM_2009_0084_F_ES_COMMUNICATION.pdf
- Cruz, E; Castro, M; Ibarra, J; Blanco, M; Herrera, M; Montes, E; Nuemann, A; Rueda, E; Saavedra, C. 2005. Inundaciones fluviales, Mapas de Amenazas. Managua, NI, Instituto Nicaraguense de Estudios Territoriales. 71 p.
- De Pedro Carracedo, J. 2009. Las TIC en la prevención de desastres naturales. In II Congreso de Computación para el Desarrollo (COMPDES09). Disponible en: <http://redusoi.org/docs/publicaciones/P11-Las%20TIC%20en%20la%20prevencion%20de%20desastres%20naturales.pdf>
- De Pedro Carracedo, J. 2009. Las TIC en la prevención de desastres naturales. Disponible en <http://redusoi.org/docs/publicaciones/P11-Las%20TIC%20en%20la%20prevencionporciento20de%20desastres%20naturales.pdf>
- Decreto 5736 de Brasil. 2005. Onde atribui aos órgãos e entidades da administração pública federal, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, as entidades privadas e a comunidade, responsabilidades pelas ações de defesa civil em todo o território nacional. Sistema Nacional de Defesa Civil - SINDEC. BR. 17 de Fevereiro, 2005.
- EIRD (Estrategia Internacional para Reducción de Desastres, SUI) 2005. Marco de Acción de Hyogo 2005-2015 (en linea).6 p. Consultado 25 feb. 2013. Disponible en <http://www.unisdr.org/hfa>
- EIRD (Estrategia Internacional para Reducción de Desastres, SUI). 2004. Vivir con el riesgo, Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Suiza, Estrategia Inteernacional para Reducción de Desastres. 624 p.
- González, A. (Lima). 2006. Sistema de Alerta Temprana cuenca alta del río Inambari. Sandía, Puno, PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres). Consultado 27/09/2012. Disponible en

<http://www.desaprender.org/tools/sistema-de-alerta-temprana-sat-ante-inundaciones-en-la-cuenca-del-rio-inambari--2?locale=en>

- Guha-Sapir, D; Vos, F; Below, R; Ponserre, S. 2011. Annual Disaster Statistical Review 2010: The Numbers and Trends. CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters,). Bruselas, Belgium, Ciaco Imprimerie, Louvain-la-Neuve. 50 p. Consultado 27/02/2012. Disponible en http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2010.pdf.
- Hicks, FE; Peacock, T. 2005. Suitability of HEC-RAS for Flood Forecasting. Canadian Water Resources Journal 30(2):159-174. Consultado 2013/11/03. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4296/cwrj3002159>
- INDECI (Instituto Nacional de defensa Civil, PE). 2007. Avance en la Implementación del Marco de Acción de Hyogo – Perú. PE, INDECI. 38p.
- INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil, PE). 2009. Plan Regional de Educación Comunitaria en Gestión del Riesgo de Desastres Gobierno Regional de Madre de Dios. Madre de Dios, GOREMAD (Gobieron Regional de Madre de Dios). 82 p. Consultado 01 nov. 2012. Disponible en http://www.indeci.gob.pe/planes_proy_prg/p_estrategicos/planes_reg_com10/pl_an_reg_edu_com_grd_mdd.pdf
- _____. 2011. Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales. (Cuaderno técnico N° 2). Lima, Perú, INDECI. 85 p. Consultado 02 oct. 2011. Disponible en <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1743/doc1743.htm>
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, BR). 2011. Sitio Oficial del INPE (en línea). Sao Paulo, BR. Consultado 27 mar. 2013. Disponible en <http://www.inpe.br/>
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciales, BR). 2011. Sitio Oficial del INPE (en línea). Sao Paulo, BR. Consultado 27 mar. 2013. Disponible en <http://www.inpe.br/>
- IPCC (GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO). 2007. 4º Informe de Evaluación. Published for the Intergovernmental Panel on Climate Change. 1045 p. Consultado 20 oct. 2012. Disponible en http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html

- Jayakrishnan, R; Srinivasan, R; Santhi, C; Arnold, J. 2005. Advances in the application of the SWAT model for water resources management. *Hydrological Processes* 19(3):749-762.
- Jiménez, F. 2011. Gestión del riesgo a desastres Turrialba, Costa Rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,,CR). 144 p.
- Jiménez, F. 2012. Introducción al manejo y gestión de cuencas hidrográficas. Turrialba, Costa rica, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza,,CR). 43 p.
- Kaźmierczak, A; Cavan, G. 2011. Surface water flooding risk to urban communities: Analysis of vulnerability, hazard and exposure. *Landscape and Urban Planning* 103(2):185-197. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169204611002404>
- Lavell, A; Mansilla, E; Smith, D. 2003. La gestión local del riesgo, nocieones y precisiones en torno al concepto y la práctica (en linea). CEPREDENAC (Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturlaes en América Central):60 p. Consultado 27 may. 2013. Disponible en <http://www.eird.org/encuentro/pdf/spa/doc15783/doc15783-contenido.pdf>
- León, A. 2008. Estimación de riesgos de la cuenca del río Tahuamanu. Perú, WWF (World Wildlife Found, Perú). 43 p.
- LEY N° 29664 de riesgos de Perú 2011. que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). INDECI (Intituto Nacional de Defensa Civil). PE. 19 de febrero del 2011.
- Lopes, E. 2012. Curso TerraMA2 - Plataforma de monitoreo, análisis y alertas a los extremos ambiental. Rio de Janiero, BR, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 50 p.
- López, D. 2004. Sistema de alerta temprana por inundaciones experiencia en El Salvador - SNET (en linea). El Salvador, Servicio Nacinoal de Estudios Territoriales. 21p. Consultado 03 nov. 2013. Disponible en <http://portafolio.snet.gob.sv/digitalizacion/pdf/spa/doc00230/doc00230.htm>
- Matos, E; Noa, E; Guzman, O. 2007. Mapa de peligros de la ciudad de Iberia, Proyecto INDECI - PNUD PER / 02/ 051, Ciudades Sostenibles. Madre de Dios, PE, INDECI (Instituto Nacional de Defesa Civil). 120 p.

- Nanía, L; Molero, E. 2007. Manual Básico de HEC-RAS 3.1.3 y HEC-GeoRAS 3.1.1. Granada, Universidad de Granada.
- Narváez, L; Lavell, A; Pérez, G. 2009. La Gestión del riesgo de desastres: Un enfoque basado en procesos. Lima, Perú, Secretaria General de la Comunidad Andina. 106 p.
- Nastos, PT; Matsangouras, IT. 2013. A proposed Atmospheric Hazards Early Warning System (AHEWS) incorporated in the new structure of the Greek Regional Administration 'Kallikratis'. Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards:1-8. Consultado 2013/10/30. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/17499518.2013.773817>
- Neussner, O. 2009. Manual Local Flood Early Warning Systems Experiences from the Philippines. Philippines, GTZ, Comisión Europea. 100 p. Consultado 01 nov. 2012. Disponible en http://www.planet-action.org/automne_modules_files/polyProjects/public/r5886_93_gtz_phil_lfew_s_manual_dec09_low_res.pdf
- Neussner, O. 2009. Manual Local Flood Early Warning Systems Experiences from the Philippines. Philippines, GTZ.
- O'Donnell, G; Ewen, J; O'Connell, PE. 2011. Sensitivity maps for impacts of land management on an extreme flood in the Hodder catchment, UK. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C 36(13):630-637. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1474706511001100>
- OEA (Organización de los Estados Americanos). 2010. Manual para el Diseño, Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana ante Inundaciones. Nicaragua 103 p.
- OEA (Organización de los Estados Americanos). 2010. Manual para el Diseño, Instalación, Operación y Mantenimiento de Sistemas Comunitarios de Alerta Temprana ante Inundaciones. Nicaragua 103 p.
- PEMD (Proyecto Especial Madre de Dios, Perú). 2011. Caracterización de la cuenca del río Tahuamanu. Madre de Dios, PE, PEMD. 126 p.
- Pender, G; Néelz, S. 2007. Use of computer models of flood inundation to facilitate communication in flood risk management. Environmental Hazards 7(2):106-114. Consultado 30 oct. 2013. Disponible en <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1016/j.envhaz.2007.07.006>

- Pereira, M. F. 2010. Planejamento Estratégico: teorias, modelos e processos. São Paulo: Atlas.
- PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres, Perú). 2007. Sistema de Alerta Temprana SAT ante inundaciones en la cuenca del río Inambari. Lima, Perú, PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres,,). 19 p. Consultado 15/10/2012. Disponible en <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc17332/doc17332.htm>
- PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres, PE). 2007. Sistema de Alerta Temprana SAT ante inundaciones en la cuenca del río Inambari. Lima, Perú, PREDES (Centro de Estudios y Prevención de Desastres,,). 19 p. Consultado 15/10/2012. Disponible en <http://www.crid.or.cr/digitalizacion/pdf/spa/doc17332/doc17332.htm>
- Price, RK; Vojinovic, Z. 2008. Urban flood disaster management. Urban Water Journal 5(3):259-276. Consultado 2013/11/02. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/15730620802099721>
- Price, RK; Vojinovic, Z. 2008. Urban flood disaster management. Urban Water Journal 5(3):259-276. Consultado 2013/11/02. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1080/15730620802099721>
- Rezende, D. A. 2008. Planejamento estratégico para organizações privadas e públicas: guia prático para elaboração de projeto e plano de negócios. Rio de Janeiro: Brasport. USM. Plan Estratégico 2013-2017. Universidad Técnica Federico Santa María. Disponible en: <http://old.usm.cl/universidad/plan-estrategico/formulacion-plan-estrategico-2013-2017.ppt>
- Sato, J. 2012. Documento País, Plan de Acción DIPECHO. PE, INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). 146p.
- SFP (Secretaria de la Función Pública, MX). 2008. Herramientas para el análisis y mejora de procesos. Mexico, Programa Especial de la Administración pública. 41 p.
- SISRADE (Sistema Nacional de Reducción de Riesgos, BO). 2011. Informe Nacional del Progreso en la Implementación del Marco de Acción de Hyogo (2009-2011) - intermediario. BO, Ministerio de Defensa. 23 p.

- SNGR (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, EC). 2012. Ecuador: Referencias básicas para la gestión del riesgos 2013 - 2014. Quito, EC, Secretaria Nacional de Gestipon de Riesgos. 236 p.
- SNPAD (Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, CO). 2010. Documento País Colombia, Estado actual, perspectivas y prioridades para los preparativos ante desastres en Colombia. Bogotá, CO, Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. 85 p.
- Solís Bolaños, H; Oreamuno Vega, R; Murillo Montero, W; Chacón Solano, JJ. 1993. Modelación hidrológica e hidráulica para el control de inundaciones en Centroamérica: Casos Río Purires y Turrialba. CATIE. Disponible en <http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf2/2005/septiembre-octubre/parte2/pdf/spa/doc6433/doc6433.htm>
- Suárez, I. 2012. De la emergencia al desarrollo: la estrategia de la Unión Europea para la reducción del riesgo de desastres naturales. Madrid, Fundacion Carolina. 70 p. Consultado 27 oct. 2012. Disponible en <http://www.fundacioncarolina.es/es-ES/publicaciones/avancesinvestigacion/Documents/AI77.pdf>
- UNISDR (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas, SUI). 2009. Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. Ginebra, SUI, Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas. 39 p.
- UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, SUI). 2009. Terminology on Disaster Risk Reduction. Ginebra, SUI, United Nations International Strategy for Disaster Reduction. 39 p.
- _____. 2012. Documento País Bolivia. Bolivia, VII Plan de Acción DIPECHO. 138 p.
- UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, SUI). 2010. Documento País Ecuador. VI Plan de Acción DIPECHO America del Sur. 80 p.
- Velásquez, S. 2009. Curso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Turrialba, CR, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 38p.

- Wheater, H; Evans, E. 2009. Land use, water management and future flood risk. Land Use Policy 26, Supplement 1(0):S251-S264. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264837709001082>
- Wilches-Chaux, G. 1993. Los desastres no son naturales. La RED. 140 p. Consultado 02 oct. 1993. Disponible en <http://www.desenredando.org/public/libros/1993/ldnsn/LosDesastresNoSonNaturales-1.0.0.pdf>
- _____. 1998. Auge, Caída y Levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y Soldador o Yo voy a correr el riesgo. Panamá, Red de estudios sociales en prevención de desastres en América. 105 p. Consultado 02/11/2012. Disponible en <http://www.desenredando.org/public/libros/1998/gglr/>
- Wilhelmi, OV; Morss, RE. 2013. Integrated analysis of societal vulnerability in an extreme precipitation event: A Fort Collins case study. Environmental Science & Policy 26(0):49-62. Disponible en <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462901112000998>
- Ziervogel, G; Orangio, C. 2012. Barriers to flood risk adaptation: A case study of cross-scale collaboration in the informal settlement of Graveyard Pond (en línea). International Development Research Centre:66p. Consultado 03 nov.2013. Disponible en http://idbnc.idrc.ca/dspace/handle/10625/50646?mode=full&submit_simple>Show+full+item+record

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Información Complementaria

Tabla 1: Lista de personas entrevistadas

LISTA DE PERSONAS ENTREVISTADAS		
NOMBRE	INSTITUCION	CARGO
Dr. Erwin Foster Brown	WHRC/Consortio MDD/UFAC	Experto internacional
Dra. Vera Reis	SEMA – Brasil	Asesora Técnica
James Bezerra Gomes	Cuerpo de bomberos de Acre	Mayor
Dra. Maria del Pilar Cornejo	Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos	Secretaria Técnica
Jose Luis Aruquipa	SENAMHI BOLIVIA	Director Regional
Hugo Fuentes	ONG Herencia	Analista SIG
Zenon Huaman	SENAMHI PERÚ	Director Regional
Celso Curi	Municipalidad de Iñapari	Alcalde
Leonor Perales	Municipalidad de Iñapari	Regidora SENAMHI Iñapari
Raul Ramos	COER – MDD	Director Regional
Frank Cardenas	COER – MDD	Técnico en monitoreo
Jaime Rios	COER - MDD	Evaluador
Edgar Cáceres	GOREMAD – DEFENSA CIVIL	Director Regional
Bruno Sanguinetti	UNIVERSIDAD FLORIDA – CONSORCIO MDD	Gerente
Raúl Pinedo	Proyecto Especial Madre de Dios – USAID/UF	Gerente

Tabla 2: Matriz 1: Aspectos clave para la gestión del riesgo en los países estudiados

ASPECTOS CLAVE PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS CINCO PAÍSES ESTUDIADOS						
		BRASIL	BOLIVIA	ECUADOR	COLOMBIA	PERÚ
C1	Político e Institucional					
1	¿Cuenta con políticas y marcos nacionales para la reducción del riesgo a desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Cuenta con las responsabilidades y capacidades descentralizadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Existen recursos dedicados y adecuados para los planes y/o acciones en la reducción del riesgo de desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Se cuenta con autoridades y recursos en el ámbito local para la primera respuesta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2	Técnico y científico					
1	¿Se cuenta con evaluaciones de riesgos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Se realizan estudios de vulnerabilidad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Hay un sistema de monitoreo de factores meteorológicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Existe una red o sistemas para compartir información?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	¿Se cuentan con una red de comunicación para dar las alertas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	¿Existen planes de ordenamiento territorial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	¿Hay información disponible sobre los desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	¿Hay métodos y herramientas de investigación para las evaluaciones ante amenazas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	¿Cuentan con SAT con alcance comunitario?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3	Socioeconómico					
1	¿Existe participación comunitaria?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Existen planes de desarrollo social para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Se cuenta con planes económicos para reducir la vulnerabilidad de las actividades económicas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿La población participa de los planes de preparación y contingencia en caso de desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Continuación...

5	¿La población sabe identificar las vulnerabilidades presentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4 Sociocultural						
1	¿Existen planes de educación a la población sobre los desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	¿Se realizan capacitaciones sobre conceptos y prácticas de reducción del riesgo a desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	¿Se llevan a cabo simulacros con el fin de preparar a la población ante algún desastre?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	¿Se cuenta con procedimientos para brindar información durante la situación de emergencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	¿Existen programas de capacitación para la respuesta ante los desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabla 3: Matriz 2: Aspectos clave de la gestión del riesgo y estado del SAT en la región fronteriza MAP

ASPECTOS CLAVES DE LA GESTIÓN DEL RIESGO Y ESTADO DEL SAT EN LA REGIÓN FRONTERIZA MAP					
		BRASIL	BOLIVIA	PERÚ	OBSERVACIONES
C1 Político e Institucional					
1	¿Cuenta con políticas y marcos para la reducción del riesgo a desastres por inundación en la región o estado?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	¿Cuenta con las responsabilidades y capacidades descentralizadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En Madre de Dios se cuenta con oficinas descentralizadas sin embargo siguen dependiendo del gobierno central
3	¿Existen recursos dedicados y adecuados para los planes y/o acciones en la reducción del riesgo de desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En Madre de Dios existen muchos planes, programas y proyectos, sin embargo son muy poco los que se llevan a la práctica
4	¿Se cuenta con autoridades y recursos en el ámbito local para la primera respuesta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En el caso de Pando y Madre de Dios no están debidamente preparados o capacitados, pero hay planes de capacitación
C2 Técnico y científico					
1	¿Se cuenta con evaluaciones de riesgos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	¿Se realizan estudios de vulnerabilidad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acre cuenta con su metodología de análisis de vulnerabilidad
3	¿Hay un sistema de monitoreo de factores meteorológicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acre cuenta con la mayor cantidad de estaciones meteorológicas que sirven de ayuda para Pando y Madre de Dios, sin embargo estas carecen de un buen sistema de monitoreo propio
4	¿Existe una red o sistemas para compartir información?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pando y Madre de Dios obtienen mucha información generada por Acre
5	¿Se cuentan con una red de comunicación para dar las alertas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pando y Madre de Dios tienen una red muy deficiente y limitada
6	¿Se cuentan con los instrumentos adecuados para brindar la comunicación de los monitoreos y alertas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Existen muchas zonas en Madre de Dios donde no llega comunicación por teléfono y no se cuenta con radios
7	¿Existen planes de ordenamiento territorial?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En Madre de Dios el plan de ordenamiento esta en elaboración desde el 2007
8	¿Hay información disponible sobre los desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se han identificado claramente los desastres por los que pasa cada región

Continuación...

9	¿Hay métodos y herramientas de investigación para las evaluaciones ante amenazas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
10	¿Cuentan con SAT a nivel regional y/o comunitario?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pando y Madre de Dios cuentan con un SAT muy pobre
11	¿Cuentan con una metodología para implementar un SAT?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
12	¿Hay actualización o renovación en el aspecto técnico y científico para el SAT?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pando ya está incorporando nuevas herramientas
C3 Socioeconómico					
1	¿Existe participación comunitaria?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En Acre bastante, en Madre de Dios y Pando se está tratando de concientizar a la comunidad
2	¿Existen planes de desarrollo social para reducir la vulnerabilidad de las poblaciones?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Lamentablemente muchos de estos planes sólo se encuentran en papel
3	¿Se cuenta con planes económicos para reducir la vulnerabilidad de las actividades económicas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los planes para reducir vulnerabilidad son generales e incluyen las actividades económicas, pero en Madre de Dios no
4	¿La población participa de los planes de preparación y contingencia en caso de desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En tema de preparación muy poco, participan cuando prácticamente tienen el desastres encima
5	¿La población sabe identificar las vulnerabilidades presentes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Tienen conocimiento de que les afecta y cuanto les afecta
C4 Sociocultural					
1	¿Existen planes de educación a la población sobre los desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	¿Se realizan capacitaciones sobre conceptos y prácticas de reducción del riesgo a desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	En Pando y Madre de Dios es poco, pero se está haciendo cada vez más
3	¿Se llevan a cabo simulacros con el fin de preparar a la población ante algún desastre?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se está tratando de incentivar a la población a realizar prácticas de simulacros
4	¿Se cuenta con procedimientos para brindar información durante la situación de emergencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	¿Existen programas de capacitación para la respuesta ante los desastres?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Acre ya lleva tiempo realizando en cambio Pando y Madre de Dios apenas comienzan

Tabla 4: Matriz de calificación de actores por si importancia e interés

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DE PODER/INTERES							
CRITERIO	ACTORES IDENTIFICADOS	GRADO DE INTERES			GRADO DE PODER		
		ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
Planifican, deciden, fiscalizan	DEFENSA CIVIL	x			x		
	GOREMAD	x			x		
	MUNICIPALIDADES		x				x
	COMUNIDADES	x					x
Benefician	MUNICIPALIDADES	x				x	
	COMUNIDADES	x					x
Producen riqueza	COMUNIDADES	x					x
	EMPRESAS PRIVADAS	x			x		
Manejan información y conocimiento	DEFENSA CIVIL	x			x		
	MEDIOS DE COMUNICACIÓN		x		x		
	GOREMAD	x			x		
	WWF		x				x
	AIDER			x			x
	ACCA		x				x
	USAID	x				x	
	COER	x			x		
Protegen derechos	DEFENSORIAS		x			x	
Cooperan	USAID	x				x	
	GIZ			x		x	

Tabla 5: Matriz para medir el avance de la implementación de un SAT en la Región de Madre de Dios

MEDIR EL AVANCE DE UN SAT SEGÚN EL MARCO DE ACCION DE HYOGO PARA MADRE DE DIOS			
N	ACCIONES PRIORITARIAS	INDICADORES	EVALUACIÓN
1	Velar por que la reducción del riesgo de desastres constituya una prioridad regional y comunitaria con una sólida base institucional de aplicación	Existen políticas y marcos regionales, institucionales y jurídicos para la reducción del riesgo de desastres, con responsabilidades y capacidades descentralizadas a todo nivel.	
		Hay recursos dedicados y adecuados para ejecutar acciones para la reducción del riesgo de desastres en todos los niveles administrativos.	
		Se vela por la participación comunitaria y la descentralización a través de la delegación de autoridad y de recursos en el ámbito local.	
		Está en funcionamiento una plataforma regional multisectorial para la reducción del riesgo de desastres.	
2	Identificar, evaluar y seguir de cerca el riesgo de desastres y potenciar la alerta temprana	Las evaluaciones de los riesgos regionales y locales, basadas en datos sobre las amenazas y las vulnerabilidades, están disponibles e incluyen valoraciones del riesgo para cada sector clave.	
		Los sistemas están habilitados para seguir de cerca, archivar y diseminar datos sobre las principales amenazas y vulnerabilidades.	
		Los sistemas de alerta temprana están habilitados y disponibles para todas las amenazas principales, con un elemento de alcance comunitario.	
		Las evaluaciones de los riesgos regionales y locales toman en cuenta los riesgos transfronterizos, con una perspectiva de cooperación regional para la reducción del riesgo	

Continuación...

3	Utilizar el conocimiento, la innovación y la educación para establecer una cultura de seguridad y de resiliencia a todo nivel	Hay disponible información relevante sobre los desastres y la misma es accesible a todo nivel y para todos los grupos involucrados (a través de redes, el desarrollo de sistemas para compartir información, etc.	
		Los planes educativos, los materiales didácticos y las capacitaciones más relevantes incluyen conceptos y prácticas sobre la reducción del riesgo de desastres y la recuperación.	
		Se desarrollan y fortalecen los métodos y las herramientas de investigación para las evaluaciones de amenazas múltiples y los análisis de costo-beneficio.	
		Existe una estrategia regional de sensibilización pública para estimular una cultura de resiliencia ante los desastres, con un elemento de alcance comunitario en las zonas rurales y urbanas.	
4	Reducir los factores subyacentes del riesgo	La reducción del riesgo de desastres es un objetivo integral de las políticas y los planes relacionados con el medio ambiente, lo que incluye la gestión de los recursos naturales y el uso del suelo, al igual que la adaptación al cambio climático.	
		Las políticas y los planes de desarrollo social se están implementando con el fin de reducir la vulnerabilidad de las poblaciones que enfrentan un mayor riesgo.	
		Las políticas y los planes económicos y sectoriales productivos se han implementado con el fin de reducir la vulnerabilidad de las actividades económicas.	

Continuación...

		La planificación y la gestión de los asentamientos humanos incorporan elementos de la reducción del riesgo de desastres, entre ellos el cumplimiento de los códigos de construcción.	
		Las medidas para la reducción del riesgo de desastres se integran en los procesos de recuperación y rehabilitación post desastres.	
		Los procedimientos están habilitados para evaluar el impacto del riesgo de desastres de los principales proyectos de desarrollo, especialmente de infraestructura	
5	Fortalecer la preparación en casos de desastres, a fin de asegurar una respuesta eficaz a todo nivel.	Existen sólidos mecanismos y capacidades políticas, técnicas e institucionales, para la gestión del riesgo de desastres, con una perspectiva sobre su reducción.	
		Se establecen planes de preparación y de contingencia en caso de desastres en todos los niveles administrativos, y se llevan a cabo con regularidad simulacros y prácticas de capacitación con el fin de poner a prueba y desarrollar programas de respuesta frente a los desastres.	
		Hay reservas financieras y mecanismos de contingencia habilitados para respaldar una respuesta y una recuperación efectivas cuando sean necesarias.	
		Existen procedimientos para intercambiar información relevante durante situaciones de emergencia y desastres, y conducir revisiones después de éstas	

Siendo la valorización del 1 al 5, siendo 1 Deficiente y 5 Muy bueno

Tabla 6: Datos e insumos para la simulación hidrológica de la cuenca del río Tahuamanu

ETAPA	DATO O INSUMO	DESCRIPCIÓN
Pre-proceso	DEM	Modelo de elevación digital, con el cual se puede obtener curvas de nivel si no se tuviera. A partir del DEM se genera el TIN en el <i>Software</i> ArcGis.
	Caudales	Se toman los caudales máximos de retorno 340, 442, 703.14, 1094.63, 1436.82 m ³ /s para los 5, 10, 20, 50 y 100 años respectivamente.
	Pendiente	Del estudio de caracterización de la cuenca se identifica la pendiente media de la cuenca, siendo de 1.49%, valor que se puede calcular con el ArcGis también.
	Coefficiente de Manning	Como su nombre lo indica es un coeficiente que se extrae de tablas o se calcula, para este caso, se tomaron valores de Manning que se asemejaban a las características de la cuenca.
	Imágenes de satélite	Se descargaron las imágenes que nos brinda el satélite Landsat al ser gratuitas y con una resolución suficiente (30metros) para lo que requiere el estudio.
Procesamiento	Cauce del río	Es la digitalización del cauce del río en el <i>software</i> Arcgis y Hec-GeoRas.
	Llanura de inundación	De la misma manera que con el cauce del río, se realiza la digitalización de la llanura de inundación del río en el <i>software</i> Arcgis y Hec-GeoRas.
	Sección transversal	Digitalización de la sección transversal del río a lo largo de toda la cuenca en el <i>software</i> Arcgis y Hec-GeoRas.