

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**RIESGOS GENERADOS POR INUNDACIONES EN LA LOCALIDAD DE
NUEVO PROGRESO - SAN MARTÍN**

Tesis

Para optar el título de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES
MENCIÓN CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**

Presentado por:

JIMENEZ SALINAS, Eduardo

2014

DEDICATORIA

A Dios; por darnos la bendición día a día.

A mis Padres Julio Jimenez y Sandra Salinas; por su inmenso amor, dedicación y entrega brindada durante todo este tiempo para cada día ser mejor.

A mi esposa Maricruz Flores; por darme la fuerza y la confianza durante todo el trayecto estudiantil y mi vida.

A mis hermanos Ana, Juan, Alejandra y Camilo; quienes la ilusión de su vida ha sido verme convertido en un hombre de provecho.

AGRADECIMIENTO

Me gustaría que estas líneas sirvieran para expresar mi más profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la presente investigación:

A los docentes de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, que se esforzaron por entregarme sus conocimientos y experiencias.

Al Ing. Juan Pablo Rengifo Trigozo, quien me ofreció su invaluable asesoramiento en la presente investigación. Gracias por su paciencia, empeño y confianza.

Al Ing. Luis Eduardo Ore Cierzo, quien con sus conocimientos y experiencia me oriento y asesoro en la investigación.

A mis amigos y colegas: Carlos Lee Araujo, Betty Paima, Ing. Ricardo Chávez, Aldo Lee Shupingahua, Jhon Kenny, Pavel Bartra, Franklin Daza, Dave Rivera, Luis Saldaña, Luis Velásquez, Ramón Mendoza y César Fernández por sus consejos y amistad.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. El manejo de cuenca y los desastres	4
2.2. Desastres naturales	5
2.2.1. Gestión del riesgo de desastres	5
2.2.2. Estimación de riesgo	7
2.3. Peligro.....	8
2.4. Vulnerabilidad	10
2.4.1. Vulnerabilidad total	11
2.4.2. Vulnerabilidad natural	11
2.4.3. Vulnerabilidad física	11
2.4.4. Vulnerabilidad social.....	11
2.4.5. Vulnerabilidad política	12
2.4.6. Vulnerabilidad técnica	12
2.4.7. Vulnerabilidad educativa.....	12
2.4.8. Vulnerabilidad ecológica.....	13
2.4.9. Vulnerabilidad económica.....	13
2.4.10. Vulnerabilidad institucional	13
2.4.11. Vulnerabilidad ideológica.....	14
2.5. Laminación de caudales en la cuenca para disminuir la velocidad del cauce y las descargas aguas debajo de la cuenca.....	14
2.5.1. Situaciones totalmente controlables	15

2.5.2.	Situaciones parcialmente controlables.....	15
2.5.3.	Situaciones no controlables	16
2.6.	Caudales recurrentes en el tiempo Periodo de Retorno.	16
2.6.1.	Las inundaciones se pueden clasificar según el origen ..	16
2.6.2.	Clasificación integral de las inundaciones producidas por lluvia en la zona	17
2.7.	Riesgos por erosión de suelos	20
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1.	Ubicación y descripción del área de estudio	21
3.1.1.	Ubicación, extensión y límites del área de estudio.....	21
3.1.2.	Ubicación geográfica	21
3.1.3.	Características edafoclimáticas	22
3.2.	Materiales y equipos	24
3.2.1.	Materiales.....	24
3.2.2.	Equipos	25
3.2.3.	Programas de software.....	25
3.3.	Metodología	25
3.3.1.	Reconocimiento inicial del área	26
3.3.2.	I y II Taller de capacitación de riesgos, peligro y vulnerabilidad.....	26
3.3.3.	Recolección de la información	27
3.3.4.	Parámetros morfométricos de la localidad de Nuevo Progreso	43
3.3.5.	Estudio hidrológico e hidráulico	45

3.3.6.	Estudio de suelos	48
IV.	RESULTADOS	52
4.1.	Características generales del área	52
4.1.1.	infraestructura urbana con servicios básicos:	52
4.2.	Identificación de peligros	56
4.2.1.	Inundación.....	56
4.2.2.	Erosión fluvial	58
4.2.3.	Contaminación ambiental	60
4.3.	Análisis de vulnerabilidad.....	61
4.3.1.	Vulnerabilidad natural y ecológica	61
4.3.2.	Vulnerabilidad física	62
4.3.3.	Vulnerabilidad económica.....	67
4.3.4.	Vulnerabilidad social.....	68
4.3.5.	Vulnerabilidad educativa.....	69
4.3.6.	Vulnerabilidad cultural e ideológica	70
4.3.7.	Vulnerabilidad política e institucional	71
4.3.8.	Vulnerabilidad científica y técnica	72
4.3.9.	Vulnerabilidad total	73
4.4.	Cálculo de riesgos	75
4.5.	Mapas de simulación de inundaciones con diferentes periodos de retorno, comportamiento hidrológico de profundidades y velocidades del río Huallaga de la localidad de Nuevo Progreso	77
4.5.1.	Erosión hídrica	77

V.	DISCUSIÓN	93
VI.	CONCLUSIONES.....	97
VII.	RECOMENDACIONES	99
VIII.	ABSTRACT	101
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103
X.	ANEXO.....	106

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro	8
2. Coordenadas UTM de Nuevo Progreso.....	22
3. Criterios de peligrosidad en casos de inundaciones	30
4. Criterios de peligrosidad erosión fluvial	31
5. Criterios de peligrosidad por Contaminación ambiental	31
6. Vulnerabilidad ecológica.....	34
7. Determinación general de la vulnerabilidad física.....	35
8. Determinación general de la vulnerabilidad económica	36
9. Vulnerabilidad social	36
10. Determinación general de la vulnerabilidad educativa	37
11. Vulnerabilidad cultural e ideológica	37
12. Vulnerabilidad política e institucional	38
13. Vulnerabilidad científica y tecnológica	39
14. Matriz de peligro y vulnerabilidad	42
15. Parámetros morfométricos de la localidad de Nuevo Progreso	44
16. Datos de caudal proporcionados por SENAMHI con periodos de retorno de 50, 100, 200 ,500 años.....	45
17. Descripción de áreas con peligro de inundación en el tramo estudiado.....	57
18. Descripción de áreas con peligro de erosión fluvial en el tramo estudiado.....	59
19. Descripción de áreas con peligro de contaminación ambiental en el tramo estudiado.....	60

20.	Resumen de variables de vulnerabilidad física.....	66
21.	Vulnerabilidad económica	67
22.	Vulnerabilidad social	69
23.	Vulnerabilidad educativa	69
24.	Vulnerabilidad Cultural e ideológica	70
25.	Vulnerabilidad política e institucional	72
26.	Vulnerabilidad científica y técnica.....	73
27.	Vulnerabilidad total.....	74
28.	Matriz de peligro y vulnerabilidad	76
29.	Estimación de peligro y vulnerabilidad.....	76
30.	Alumbrado público.....	113
31.	Agua potable	113
32.	Sistema de desagüe.....	113
33.	Características de viviendas.....	113
34.	Exposición de viviendas de las inundaciones	113
35.	Resiliencia de las viviendas a las inundaciones	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. mapa de ubicación de la zona de estudio.....	23
4. Porcentaje de viviendas que cuentan con sistema de desagüé.....	54
5. Características de la vivienda.....	54
6. Exposición de las viviendas a las inundaciones	55
7. Resiliencia de las viviendas a las inundaciones	56
8. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50 años.....	78
9. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50 y 100 años	79
10. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50, 100 y 200 años	80
11. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50, 100, 200 y 500años	81
12. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 50 años	82
13. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 100 años	83
14. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 200 años	84
15. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 500 años	85
16. Perfil longitudinal del rio Huallaga para los diferentes periodos de retorno.....	86

17.	Velocidades en m/s alcanzadas en los diferentes perfiles	87
18.	Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 50 años.....	88
19.	Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 100 años.....	89
20.	Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 200	90
21.	Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 500	91
22.	Mapa de simulación de inundación con zonas de máximas y mínimas velocidades	92
23.	Vista fotográfica de la fachada de una casa donde el propietario nos indica el nivel del agua producto del desborde del rio Huallaga el año pasado.	107
24.	Vista fotográfica de la fachada de una casa donde se observa la huella del nivel donde llevo el desborde del rio Huallaga que se da anualmente.	107
25.	Vista fotográfica de casas en una de las calles ubicadas cerca al rio donde se observa el deterioro de estas debido a las inundaciones que se dan anualmente.....	108
26.	Vista del interior de una casa donde se observa el nivel del agua por el desborde del rio Huallaga que se da anualmente y la rotura de las paredes.....	108

27. Vista fotográfica de casas en una de las calles ubicadas cerca al río donde se observa el deterioro de estas debido a las inundaciones que se dan anualmente.....109
28. Vista fotográfica de las respectivas mediciones para las progresivas.109
29. Vista fotográfica donde se realizó la limpieza del terreno, para las respectivas mediciones del tramo, colocando su respectiva progresiva.110
30. Vista fotográfica donde se observa la socavación producto de la erosión de suelos por la avenida del río Huallaga en épocas de invierno.110
31. Vista fotográfica del donde se observa el grupo que estuvo acompañándome durante la recopilación de datos.....111

RESUMEN

Los fenómenos naturales han estado presentes en toda la historia de la evolución de nuestro planeta y hoy en día causan muchos daños en cuanto a pérdidas de vidas humanas, económicas y alteraciones en el ambiente. Por consiguiente en la presente investigación se ha planteado como objetivos, Determinar los riesgos, peligros y vulnerabilidades de la localidad de Nuevo Progreso por medio de indicadores que favorecen el desarrollo de la amenaza a inundaciones, Crear mapas de simulación de inundaciones con diferentes periodos de retorno, comportamiento hidrológico de profundidades y velocidades del río Huallaga de la localidad de Nuevo Progreso. El estudio se realizó en la localidad de Nuevo Progreso, políticamente ubicado en el distrito Nuevo Progreso, provincia de Tocache, región San Martín. Para tal fin se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para la elaboración de los mapas tanto para la vulnerabilidad como amenazas y de esta manera tener una idea que nos oriente a la gestión de riesgo en la zona donde acontecen estos fenómenos naturales. Concluida la investigación, los resultados nos muestran que de las 628 familias y viviendas existentes en la localidad de Nuevo Progreso, casi en su totalidad se encuentra en peligro, las viviendas se encuentran expuestas directamente a inundación por su ubicación espacial al margen derecho del río Huallaga, se calcula un riesgo de daños de más de 250 viviendas (39.8% aproximadamente) debido a la localización y ubicación ondulada del centro poblado de Nuevo Progreso, la cual afectaría a 1,250 habitantes, considerando 5 habitantes por vivienda. La población no está organizada, no tiene capacidad de respuesta ante este tipo de eventos y no

tiene los medios económicos para afrontar cualquier emergencia, dada que se encuentran en un nivel de riesgo muy alto, los que se demostraran en los diferentes mapas generados en el estudio.

I. INTRODUCCIÓN

Los fenómenos naturales han estado presentes en la historia de la evolución de nuestro planeta y hoy en día causan muchos daños en cuanto a pérdidas de vidas humanas, económicas y alteraciones en el ambiente. En Centroamérica y América del sur fenómenos como El Niño y La Niña, provocaron la destrucción de importantes centros poblados, carreteras, tierras de cultivo, viviendas rurales; dejando la evidencia de una vulnerabilidad natural del ambiente y todos sus componentes (CEPAL, 2000).

El Perú, por encontrarse ubicado en el borde oriental del Cinturón de Fuego del Océano Pacífico, por la presencia de la Corriente Peruana, la proximidad a la línea ecuatorial, la influencia de la Amazonía y la topografía accidentada (USAID, 1999).

La experiencia, tanto de la municipalidad distrital de Nuevo Progreso y las comunidades asentadas a orillas del río Huallaga, coincide en que el mayor problema que afrontan las viviendas y los terrenos agrícolas, son los desbordes del río con la consecuente inundación durante el período de lluvias, la cual también como consecuencia ocasionan los deslizamientos provocando pérdida de tierra. El desborde del río, produce erosión de tierras

destinadas a uso de la población y agrícola, así como el arrastre de la capa fértil de los suelos y su empobrecimiento. En el área de influencia, las áreas agrícolas de mayor antigüedad y productividad se encuentran en las proximidades del río Huallaga, por lo cual las pérdidas por erosión reducen las superficies de los cultivos. En el año 1986 ocurrió uno de las más grandes inundaciones en la localidad, la cual también se manifestó en el año 2006 por el fenómeno de El Niño (10 años de periodo de retorno), después de ello cada año suscita los mismos problemas ambientales; existen antecedentes con respecto a la calidad de vida, estos fenómenos naturales ya ocasionaron pérdidas de viviendas (7 viviendas en la localidad de Nuevo Progreso); de grandes extensiones de cultivos como son: plátano, maíz, cacao y frejol, sumando aproximadamente 50 ha, y existe aproximadamente 100 ha de tierras aptas para cultivos en limpio, cultivos permanentes y zonas rurales que están siendo amenazadas por estos futuros eventos que se podrían dar; así mismo se tienen reportes que ocasionaron problemas en las vías de comunicación, generando congestión vehicular, y afectó gravemente los puentes que se encuentran en estos lugares.

Por lo tanto, la presente investigación tiene por finalidad dar a conocer las principales amenazas (naturales y antrópicas) que afectan la localidad de Nuevo Progreso, del distrito de Nuevo Progreso, así como definir las áreas críticas o de mayor riesgo a la ocurrencia de un evento (estudio hidrológico, suelos e hidrogeológico). Para tal fin se utilizó el Sistema de Información Geográfica (SIG) como herramienta para la elaboración de los

mapas tanto de vulnerabilidad como amenazas y de esta manera tener una idea que oriente la gestión de riesgo en la zona donde acontecen estos fenómenos naturales. En base a ello se plantea la siguiente interrogante ¿En qué medida las inundaciones generan riesgos ambientales a la población de la localidad de Nuevo Progreso, del distrito de Nuevo Progreso, Provincia de Tocache, departamento de San Martín?, planteándose como hipótesis: “las inundaciones generan altos riesgos ambientales a la población de la localidad de Nuevo Progreso, del distrito de Nuevo Progreso, provincia de Tocache, departamento de San Martín”, en base a lo propuesto se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar los riesgos, peligros y vulnerabilidades de la localidad de Nuevo Progreso por medio de indicadores que favorecen el desarrollo de la amenaza a inundaciones.

- Realizar la simulación Hidráulica con diferentes periodos de retorno para determinar la llanura de inundación, la velocidad de flujo y tirantes del río Huallaga de la localidad de Nuevo Progreso.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. El manejo de cuenca y los desastres

Las cuencas hidrográficas por ser las unidades físicas en las cuales tienen lugar todos los procesos naturales, son así mismo la unidad natural y lógica para el desarrollo agrícola, ambiental y socioeconómico. Con el crecimiento demográfico y el aumento de las necesidades de urbanización, industrialización y producción de alimentos, los efectos de la actividad antropogénica ya no se limitan a zonas pequeñas ni a una comunidad en particular; deben examinarse en el contexto más amplio en el que ocurren (FOCUENCAS, 2004).

Los recursos físicos y biológicos de las cuencas hidrográficas proporcionan bienes y servicios a las poblaciones humanas, incluida la protección de las fuentes hídricas, mitigación de los desastres naturales mediante la regulación de la escorrentía, la protección de los recursos costeros y la pesca, la protección de las zonas edificadas (vivienda, transporte y demás infraestructura económica y social) y la protección de la agricultura en tierras bajas de alta productividad. La cantidad y calidad de estos servicios se ven afectadas por los desastres naturales, tales como inundaciones, huracanes, terremotos, sequías y erupciones volcánicas (LAVELL, 1996).

2.2. Desastres naturales

Los desastres son situaciones o procesos sociales que se desencadenan como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, de fallas tecnológicas en sistemas industriales o bélicos o provocados por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una comunidad, causa pérdidas humanas y materiales, efectos sobre la estructura socioeconómica de una región o un país y daños severos al medio ambiente; lo anterior determina la necesidad de asistencia inmediata de las autoridades y de la población para atender los afectados y restablecer la normalidad (JIMÉNEZ, 2004). También se puede decir que es una interrupción severa del funcionamiento de una comunidad causada por un peligro, de origen natural o inducido por la actividad del hombre, ocasionando pérdidas de vidas humanas, considerables pérdidas de bienes materiales, daños a los medios de producción, al ambiente y a los bienes culturales. La comunidad afectada no puede dar una respuesta adecuada con sus propios medios a los efectos del desastre, siendo necesaria la ayuda externa ya sea a nivel nacional y/o internacional (INDECI, 2006).

2.2.1. Gestión del riesgo de desastres

Es el conjunto de conocimientos, medidas, acciones y procedimientos que, conjuntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales, se orientan hacia la planificación de programas y actividades para evitar o reducir los efectos de los desastres. La gestión de desastres, sinónimo

de la prevención y atención de Desastres, proporciona además todos los pasos necesarios que permitan a la población afectada recuperar su nivel de funcionamiento, después de un impacto. Se puede resumir y señalar, al mismo tiempo, que una planificación estratégica de la prevención y atención de desastres tiene dos objetivos generales: por un lado, minimizar los desastres, y por otro recuperar las condiciones de normalidad o condiciones pre desastre; los mismos que se lograrán mediante el planeamiento, organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con las fases siguientes:

Mitigación: Conjunto de acciones cuyo objeto es impedir o evitar que sucesos naturales o generados por la actividad humana causen desastre. Esta reducción se hace cuando no es posible eliminarlos.

Preparación: Medidas y acciones que reducen al mínimo la pérdida de vidas humanas y otros daños, organizando oportunamente y eficazmente las acciones de respuesta.

Respuesta: Conduce operaciones de emergencia para salvar las vidas y propiedades, atendiendo oportunamente a la población.

Recuperación: La recuperación es el esfuerzo de restaurar la infraestructura, la vida social y económica de una comunidad a la normalidad, reconstruye las comunidades a corto, mediano y largo plazo (JIMÉNEZ, 2004).

2.2.2. Estimación de riesgo

La Estimación del Riesgo en Defensa Civil, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura). Se estima el riesgo antes de que ocurra el desastre. En este caso se plantea un peligro hipotético basado principalmente, en su periodo de recurrencia. En tal sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística, a través de la fórmula (1) siguiente (INDECI, 2006):

$$R = P \times V \quad (1)$$

Dónde:

R: riesgo; P: peligro; V: vulnerabilidad.

El riesgo también se puede ver como el número esperado de pérdidas humanas, heridos daños a la propiedad, al ambiente, interrupción de las actividades económicas, impacto social debidos a la ocurrencia de un fenómeno natural o provocado por el hombre, es decir el producto de la amenaza por la vulnerabilidad, por lo que el modelo conceptual del riesgo se puede expresar de la siguiente forma: Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad (WILCHES-CHAUX, 1989).

2.3. Peligro

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente. El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre (JIMÉNEZ, 2004).

Para fines de Estimación del Riesgo, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCIÓN O CARACTERÍSTICAS	VALOR
PB (PELIGRO BAJO)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.	1 (Menor de 25%)
	Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos, o cerros deleznales. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremoto, etc. Distancia mayor a 500 m desde el lugar del peligro tecnológico.	
PM (PELIGRO MEDIO)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas.	2 (De 26 a 50%)
	Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	

	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	3
PA (PELIGRO ALTO)	Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días. Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar del peligro tecnológico	(De 51 a 75%)
	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo (“lloclla”). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava. Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo.	
PMA (PELIGRO MUY ALTO)	Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc. Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones. Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico	4 (De 76 a 100%)

Fuente: Manual Básico para la Estimación de Riesgo (2006)

Cuando el peligro es muy alto, nos encontramos ante un peligro que puede ser catalogado como “peligro inminente”, es decir a la situación creada por un fenómeno de origen natural u ocasionado por la acción del hombre, que haya generado, en un lugar determinado, un nivel de deterioro acumulativo debido a su desarrollo y evolución, o cuya potencial ocurrencia es altamente probable en el corto plazo, desencadenando un impacto de

consecuencias significativas en la población y su entorno socio-económico (INDECI, 2006).

2.4. Vulnerabilidad

Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (CEPAL, 2000).

La vulnerabilidad, es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100. Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso (INDECI, 2006). Las vulnerabilidades están clasificados en:

2.4.1. Vulnerabilidad total

La vulnerabilidad global está interpretada por diferentes vulnerabilidades.

2.4.2. Vulnerabilidad natural

Es la vulnerabilidad intrínseca a la que está expuesto todo ser vivo, determinada por los límites ambientales dentro de los cuales es posible la vida y por las exigencias internas de su propio organismo.

2.4.3. Vulnerabilidad física

Está referido directamente a la ubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y las deficiencias de sus infraestructuras para absorber los efectos de riesgos. Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

2.4.4. Vulnerabilidad social

Se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Cuanto mejor y mayor se desarrollen las interrelaciones dentro de una

comunidad, es decir sus miembros entre sí y a su vez con el conjunto social, menor será la vulnerabilidad presente en la misma. La diversificación y fortalecimiento de organizaciones de manera cuantitativa y cualitativa encargadas de representar los intereses del colectivo, pueden considerarse como un buen indicador de vulnerabilidad social, así como mitigadores de la misma.

2.4.5. 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.

2.4.6. 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.

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 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.

2.4.9. 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, es importante acotar que el inicio de los desastres viene dado directamente por la presencia de un evento natural, pero es la vulnerabilidad humana, la degradación ambiental, el crecimiento demográfico y la falta de preparación y educación ante los mismos, los factores que dominan los procesos de desastres, llegándolos a convertir en catastróficos.

2.4.10. Vulnerabilidad institucional

Viene representada por la presencia o ausencia de organizaciones o comités encargados de velar por el adecuado manejo y coordinación de las

situaciones de emergencias presentes, como consecuencias de un evento o desastre, esto se traduce en la capacidad de respuesta ante tales situaciones de emergencia.

2.4.11. Vulnerabilidad ideológica

La respuesta que logre desplegar una comunidad ante una amenaza de desastre "natural", 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 que posean sus miembros. 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 (WILCHES-CHAUX, 1989).

2.5. Laminación de caudales en la cuenca para disminuir la velocidad del cauce y las descargas aguas debajo de la cuenca

Uno de los efectos de mayor importantes del río en inundaciones la laminación de las avenidas (MONSALVE, 2000).

El embalse se comporta como un inmenso pulmón; en la medida en que aguas arriba del río Nuevo Progreso afluyen caudales crecientes de agua como consecuencia de la llegada de una onda de avenida, el cauce

supera el nivel de los terrenos en la zona baja, aumentando en consecuencia los daños que la avenida provoca en las dos comunidades de Nuevo Progreso. Como en todas las relaciones: [intervención andrógono \Leftrightarrow naturaleza] existen tres momentos:

2.5.1. Situaciones totalmente controlables

Existen casos, una avenida, cuyo volumen cabe en el embalse del río sin sobrepasar el nivel máximo operacional. Es decir la onda de crecida es totalmente absorbida por el embalse, este simplemente se llena. El caudal descargado es el establecido en las reglas de operación normal, sin ningún daño aguas abajo. Nótese que cuanto más vacío se encuentre el embalse en el momento que comienza a llegar la onda de crecida, más eficiente será el desempeño de este (MENDEZ y MARCUCCI, 2005).

2.5.2. Situaciones parcialmente controlables

Si el nivel del embalse, a consecuencia de la llegada de una avenida mayor, alcanza su nivel máximo operacional, y sigue subiendo, la operación pasa a su estadio de alerta, el operador del embalse tentará mantener el nivel del embalse en su máximo operacional, descargando un caudal que no supere las limitaciones de las secciones críticas aguas abajo. Los caudales descargados son mayores que los normalmente descargados, pero no se producen daños aguas abajo (MORENO, 1999).

2.5.3. Situaciones no controlables

Es el caso que se da con las avenidas importantes, avenidas con periodos de retorno grandes (invierno), que encuentran al río relativamente lleno, o totalmente lleno, y cuyo volumen supera el volumen disponible en el nivel del río comprendido entre los niveles máximo operacional y máximo maximorum. Cuando se verifica una situación de este tipo, el cauce del río es operado en situación de emergencia, es decir con el objetivo principal de evitar mayores daños río abajo. Las áreas más afectadas son el cultivo de plátano, arroz, cacao, palma, entre otros cultivos, también es afectado las viviendas por estar cerca al ríos de 80 a 100 metros. En este caso Nuevo Progreso han sido afectados fuertemente por la avenida en tiempo de invierno (MENDEZ y MARCUCCI, 2005).

2.6. Caudales recurrentes en el tiempo periodo de retorno

Tipología: En la zona se ha identificado varios tipos de caudales recurrentes:

2.6.1. Las inundaciones se pueden clasificar según el origen

- Inundaciones por precipitaciones “in situ”
- Inundaciones por avenidas o desbordamiento de los ríos.
- Inundaciones por rotura o por operación incorrecta de obras de infraestructura hidráulica. En este punto la localidad de Nuevo

Progreso, presenta un grave problema con respecto a una bocatoma, haciendo que el río pueda desbordarse por ese sitio, generaría un desastre a la comunidad (MENDEZ y MARCUCCI, 2005).

2.6.2. Clasificación integral de las inundaciones producidas por lluvia en la zona

- Inundaciones muy rápidas producidas por lluvias de intensidad muy fuerte (superior a 180 mm/h) pero muy cortas (menos de 1 hora). La cantidad de lluvia totalizada no supera los 80 mm. Usualmente producen inundaciones locales en las ciudades y pueblos (inundaciones de plazas, predios, etc., debido a problemas de drenaje) o en pequeñas cuencas con mucha pendiente, produciéndose las llamadas “flash-floods” o inundaciones súbitas.
- Las inundaciones producidas por lluvia de intensidad fuerte o moderada (superior a 60 mm/h) y duración inferior a 72 horas. Estas inundaciones tienen lugar principalmente en inicios de invierno, pese a que algunos casos históricos se ha producido durante la estación a inicios de invierno. Cuando estas lluvias afectan a ríos con mucha pendiente o con mucho transporte sólido, las inundaciones pueden ser catastróficas. Es posible distinguir entre dos categorías.

- Inundaciones catastróficas producidas por lluvias de fuerte intensidad durante dos o tres horas, y una duración total del episodio inferior a 24 horas. Pese a que la zona más afectada pueda no ser muy grande (cuencas comprendidas entre 100 km² y 2000 km²), las lluvias o el mal tiempo afectan áreas superiores a 2000 km². En este caso el tiempo de respuesta es muy corto y pueden producirse muchos muertos. Pese a que la predicción meteorológica a corto término permite alertar del riesgo de lluvias fuertes, la incertidumbre sobre la cantidad, intensidad, duración y la zona más afectada por las lluvias es todavía grande. Además de mejorar las predicciones y modelos de transformación lluvia-caudal, la mejor previsión es la gestión correcta del territorio. La cartografía de la peligrosidad utilizando información histórica es también muy importante. Esta información puede ser instrumental (lluvia, caudal, altura del agua, etc.) u obtenida de los archivos y de la descripción de los eventos (MONSALVE, 2000).
- Las inundaciones catastróficas producidas por lluvias de intensidad fuerte y moderada durante dos o tres días. La zona afectada puede ser muy grande (más de 2000 km²), y las lluvias o el mal tiempo afectan una gran parte del departamento y la zona. En este caso el tiempo de respuesta puede ser muy corto para la parte alta de los ríos, pero el valor máximo de la crecida del río puede llegar un día después de que se hayan producido

las máximas intensidades pluviométricas. La gestión de estos episodios por parte de protección civil y de defensa civil no es fácil, dada la gran extensión del episodio, pero, habitualmente, hay el tiempo suficiente para activar los planes de emergencia. En este caso el número de víctimas es generalmente inferior al caso -2.a. Por el contrario, los daños materiales son muy grandes. Como en el caso 2.a. , la predicción meteorológica a corto plazo puede alertar del riesgo de lluvias fuertes sobre áreas extensas, pero la incertidumbre sobre la cantidad, la intensidad, la duración y la futura evolución meteorológica es todavía grande. Además de mejorar las previsiones hidrometeorológicas, la mejor previsión es también la gestión correcta del territorio, la educación de la población y la eficacia de la cadena de alerta. Finalmente, en estos casos es posible a veces laminar la crecida a través de los embalses.

- Las inundaciones extraordinarias producidas por lluvias de intensidad débil con valores fuertes pero muy cortos y locales, y de una duración superior a 3 días. Se dispone de un tiempo de respuesta suficiente para laminar la crecida generando la profundización del canal del río

La precipitación promedio anual es de 3,049 mm, siendo las épocas húmedas y lluviosas en los meses de octubre a marzo y épocas secas de mayo a septiembre. Particularmente la provincia presenta lluvias y días soleados

durante todo el año, esto está variando en los últimos años debido a fenómenos como el calentamiento global (MONSALVE, 2000).

2.7. Riesgos por erosión de suelos

La escorrentía superficial y erosión de suelo son las mayores amenazas ante los problemas de inundaciones. El mapeo regional de riesgos de erosión de suelo es cada vez una necesidad de agencias ambientales nacionales e internacionales para la planificación de catástrofes naturales (BISSONNAIS, 2001).

La mayoría de los suelos de la cuenca del Huallaga han sido expuestos ante inundaciones, afectando la agricultura y parte de la ciudad urbana de Nuevo Progreso, lo cual ha resultado en una degradación más intensa, afectando la capacidad agrícola productiva de estas tierras y causando más pobreza a las zonas rurales que habitan en esta zona (BISSONNAIS, 2001).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

3.1.1. Ubicación, extensión y límites del área de estudio

La localidad de Nuevo Progreso, se localiza en el distrito Nuevo Progreso, ubicado en la provincia Tocache, región San Martín, al sur del distrito de Tocache, margen derecha del río Huallaga. El distrito de Nuevo Progreso tiene una superficie aproximada de 83.57 km², con un perímetro de 176484. 9 ml.

La zona de estudio esta limita por el norte con el Centro Poblado de Manteca, Huaranguillo y río Uchiza, por el sur con el Caserío Cerro Cucaracha, Tipishca, Santa Cruz y Río Seco, por el este con los caseríos Alto Uchiza, Río Blanco y San Pedro, y por el oeste con el río Huallaga, San Carlos y Santa Elena (Ver figura 1).

3.1.2. Ubicación geográfica

Región Natural : Selva

Región : San Martín
 Provincia : Tocache
 Distrito : Nuevo Progreso

Geográficamente se encuentra en la parte centro oriental del país.

Cuenta con las siguientes coordenadas UTM territoriales:

Cuadro 2. Coordenadas UTM de Nuevo Progreso

Coordenadas UTM	Este	Norte	Altitud (msnm)
	354204	9065460	497

3.1.3. Características edafoclimáticas

Presenta un clima favorable para la actividad pecuaria durante todo el año, con una precipitación pluvial de 3,049 mm al año, con periodo de máxima precipitación entre los meses de octubre a marzo y mínima entre los meses de junio a agosto; los otros meses tienen precipitación pluvial intermedia. La temperatura promedio anual de 25 °C, con leves descensos en los meses de junio, julio y agosto con oscilación media de 7 °C, con respecto a la media anual. La cuenca hidrográfica principal la constituye el río Huallaga, así mismo tenemos los ríos Aspuzana y Uchiza, contando, además, con un aproximado de 45 quebradas, distribuidas en toda el área de influencia de la investigación.

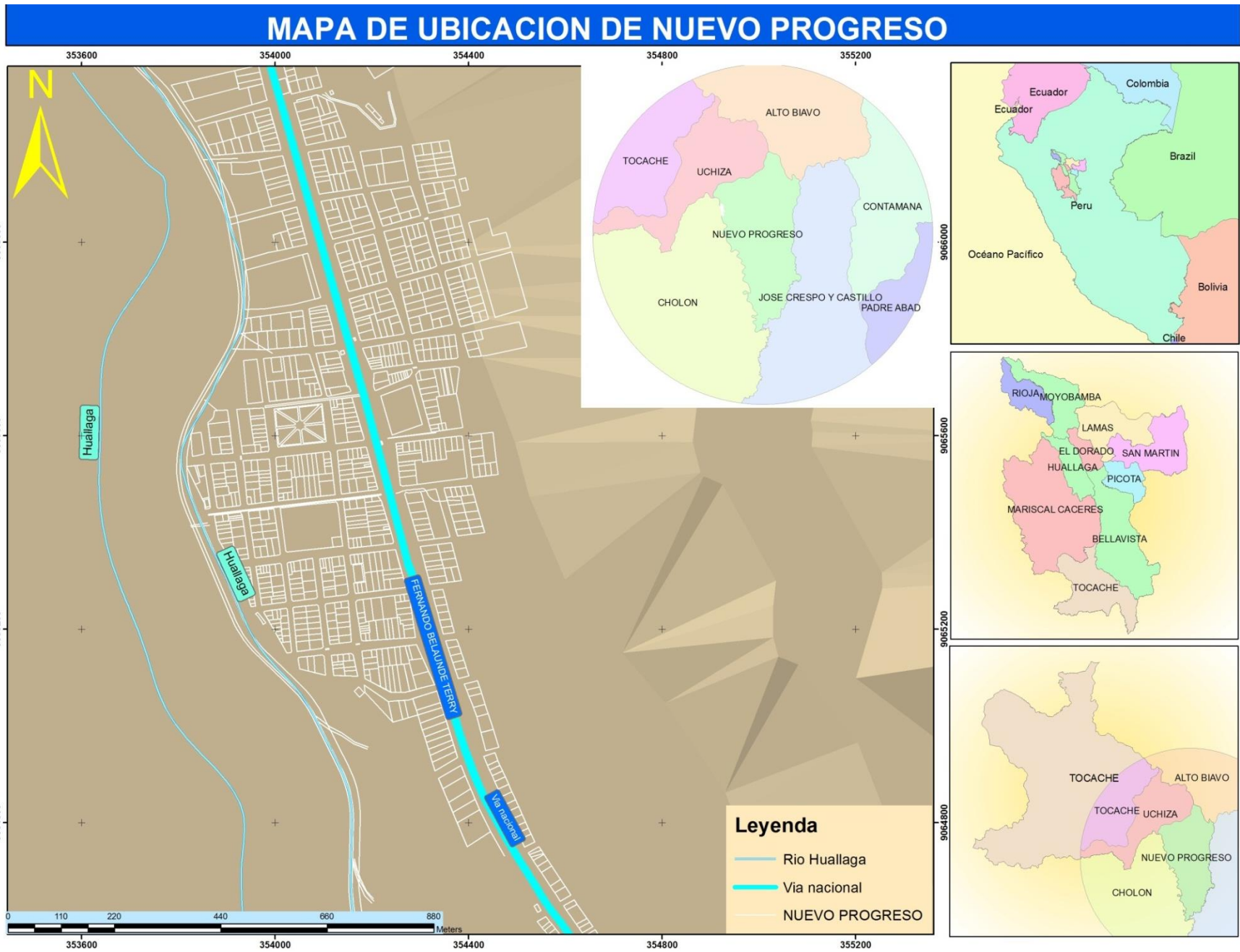


Figura 1 mapa de ubicación de la zona de estudio.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

- Carta Nacional Digitalizada del IGN: Empalme N° 17 k y 17 l
- Imagen ASTER (The Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer), Subsystem VNIR, (resolución de 15 m),
- Imagen SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), sistema interferométrico de 65.0 m de resolución,
- Imagen de Google earth, será para obtener insumos de X, Y, Z (Visualización en 3D), para generar las curvas de nivel, mapas digitales de las microcuencas de Nuevo Progreso,
- Fotografía aérea de la zona a color año 1998 del Servicio Aerofotográfico Nacional (SAN) (parte de la microcuenca de río Huallaga);
- Imagen satelital IKONOS en formato Geotiff, subsistema VNIR, número de banda 1, 2, 3 y 4 del año 2008;
- Machete marca Gavilán,
- Wincha Stanley de 50 m,
- Lápiz 2B,
- Ficha técnica de riesgo y vulnerabilidad,
- Libreta de campo.

3.2.2. Equipos

- Brújula, eclímetro y altímetro marca Brunton.
- GPS Garmin eTrex Vista HCx,
- Cámara fotográfica marca LUMIX de 12 Mega pixeles (DC VARIO-ELMARIT 1:2.8-5.6/6.0-21.4 ASPH)

3.2.3. Programas de software

- ArcGis 10.0 (ESRI),
- Surfer 8.0 (GOLDEN SOFTWARE),
- ENVI 4.5;
- AUTOCAD Civil 3D,
- HEC-RAS 4.1.0,
- HEC-GEORAS 4.1
- HIDRO-ESTA,
- STATGRAPHICS Plus 5.1, para la manipulación de datos y el proceso de análisis estadístico, interpolación y modelamiento.

3.3. Metodología

El método que se realizó en el presente trabajo de investigación fueron en tres etapas, fase de gabinete inicial, fase de campo y fase de gabinete final; y la metodología que se utilizó fue de acuerdo a los lineamientos

que propone el Manual Básico para la Estimación de Riesgos de la Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos (UEER) del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) del 2006.

3.3.1. Reconocimiento inicial del área

Esta gira nos permitió recopilar información muy importante sobre las áreas inundadas y deslizadas, proximidad y densidad poblacional (INEI, 2007), vías de acceso, servicios con los que cuentan, entre otros (PADRON DE USUARIOS, 2011).

3.3.2. I y II Taller de capacitación de riesgos, peligro y vulnerabilidad

Se desarrollaron dos talleres, cuya finalidad fue el de proporcionar bases conceptuales sobre metodologías de riesgos ambientales, además de dar a conocer la investigación sobre riesgos, peligro y vulnerabilidad de la localidad de Nuevo Progreso.

3.3.2.1. Delimitación de la zona de estudio

Con el apoyo de los participantes en el Taller I y II sobre riesgos, peligro y vulnerabilidad, se definió el área de la investigación, inicialmente realizadas por los sitios de la gira: Nuevo Progreso.

3.3.2.2. Revisión de los instrumentos de investigación

Se contó con la colaboración de todos los participantes afectados directamente e indirectamente por las inundaciones y deslizamientos de la localidad de Nuevo Progreso, a fin de validar los formatos de encuesta diseñados para la población y las fichas para la identificación de peligros y análisis de vulnerabilidad (INDECI, 2006).

3.3.3. Recolección de la información

3.3.3.1. Estimación del tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó el método de muestreo probabilístico por racimos debido a las estratificaciones por lugar de encuesta (HERNANDEZ *et al.*, 1998) cuyo procedimiento determinó el tamaño de la muestra con la siguiente relación matemática.

$$n = \frac{\frac{s^2}{V^2}}{1 + \frac{s^2}{N.V^2}} \quad (2)$$

Dónde:

“n” es el tamaño de la muestra (105 hogares entrevistados); S² es la varianza de la muestra, la cual podrá determinarse en términos de probabilidad, S²=p.q, donde p es la probabilidad de ocurrencia de una respuesta afirmativa y q es la ocurrencia de una respuesta negativa; V² es la

varianza de la población, que es igual al cuadrado del máximo error admisible en la muestra (5% en este estudio); y N que es la población muestreada.

3.3.3.2. Encuesta piloto y encuesta definitiva

El estudio de la encuesta piloto, se realizó con la finalidad de conocer la probabilidad de ocurrencia de las inundaciones y deslizamientos, tanto para la población de la localidad de Nuevo Progreso. Ya que los riesgos puede estar afectado en parte por la topografía del terreno, a ello se le conoce como “sesgo de partida”; para este efecto se realizó la encuesta piloto. Con esta encuesta se buscó acercar los riesgos y vulnerabilidades verdaderas de la localidad de Nuevo Progreso, de esta manera se encontraron rangos de riesgos y vulnerabilidades con mayor confiabilidad, pudiendo desarrollarse con mayor certeza los respectivos análisis, en el cual el “sesgo de partida” habrá sido eliminada (GUEVARA, 2002). Las 105 encuestas definitivas se realizaron con la finalidad de conocer los factores socioeconómicos, la biocapacidad, huella ecológica y la producción potencial del lugar, la cual ayudó a calcular la valorización efectiva de la zona, causada por los desastres naturales.

3.3.3.3. Identificación y caracterización de peligros

Actividad principal que se realizó como trabajo de campo, donde se tomó las siguientes consideraciones:

- Identificamos, ubicamos y delimitamos el área geográfica donde se presentó el peligro, en algunos casos su origen y el posible

impacto, con la ayuda de un mapa cartográfico, cartas topográficas del IGN y fotografías aéreas. En coordenadas UTM o Geográficas.

- Se determinó las áreas rurales y agrícolas afectadas, directa o indirectamente, por el peligro o la amenaza a presentarse.
- Al identificar un peligro se tuvo en cuenta los posibles efectos que puedan generar daños en la población e infraestructura actual y a futuro analizando las áreas de mayor vulnerabilidad.
- Se observó y recopiló información del entorno, con la ayuda de formatos o fichas adecuadas, que permitió describir y caracterizar, con más detalles, el peligro. Obteniéndose información de carácter general como: Tipo de peligros, causas de ocurrencia, frecuencia, cuan a menudo ocurre o probabilidad de recurrencia, duración: cuanto puede durar, estacionalidad: en que época del año se presenta, extensión del área afectada y zonificación del área teniendo en cuenta los siguientes parámetros: geología, hidrología, geotécnica, sísmica, vulcanológica y medio ambiente, severidad: magnitud e intensidad, escala de Interpretación (ejemplo): muy alta, alta – media – baja, características: generación rápida, generación lenta y efectos secundarios: Estudios que lo sustenten, y ¿Qué otros peligros de origen natural o tecnológico se van a producir en el área de estudio?.
- Con los siguientes cuadros proporcionados por INDECI nos ayudaron a estimar los peligros concernientes a la inundación

como: los peligros por inundación, erosión, peligro sísmico peligro por contaminación ambiental.

Cuadro 3. Criterios de peligrosidad en casos de inundaciones

PELIGROSIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
INUNDACIONES	Inundación muy "leve" aproximadamente a 50 m del margen derecha del Río Huallaga (de acuerdo a las curvas de nivel) y con evaluación rápida de las aguas inundadas con precipitación continua en la cuenca alta	Inundaciones de moderada importancia hasta 100 m aproximadamente de acuerdo a las curvas de nivel afectando a la zona urbana y Agrícola debido a precipitaciones significativas con baja incidencia económica, la evacuación de las aguas por inundación en un tiempo moderado.	Inundaciones graves debido a precipitaciones muy fuertes y continuas en la cuenca alta del río Huallaga, con importantes daños económicos y en vidas. Además la altura de inundación sobrepasa los 100 m con respecto a la ribera del Río Huallaga y con una altura de inundación de 0.50 m., ocasionando daños fuertes en los terrenos de cultivo de los agricultores.	Inundaciones muy graves debido a precipitaciones extremas en toda la cuenca con daños irreparables, pérdida de vidas humanas ocasionando pérdidas de todos los bienes de los propietarios de la ciudad de Nuevo Progreso, pudiendo alcanzar un nivel de inundación de más de 1.00 m de altura y la inundación permanece bastante tiempo deteriorando todas las estructuras y es considerada como catastrófica.

Variables Consideradas por el consultor

Cuadro 4. Criterios de peligrosidad erosión fluvial

PELIGROSIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
EROSIÓN DE SUELOS	Nivel erosivo muy bajo, pérdidas de suelos o terrenos de cultivos.	Nivel erosivo moderado. Pérdidas importantes de suelo o terrenos de cultivos.	Nivel erosivo fuerte, pérdidas potenciales de suelo que dañan las orillas del río Nuevo Progreso y ocasionan pérdida de terrenos de cultivos.	Nivel erosivo extremo. Perdida de potenciales de suelo mayor a 200 Tm/Ha/año.

VARIABLES CONSIDERADAS POR EL CONSULTOR

Cuadro 5. Criterios de peligrosidad por Contaminación ambiental

PELIGROSIDAD	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
CONTAMINACIÓN	Nivel de contaminación leve sin perjuicio del ecosistema	Nivel de contaminación moderado con perjuicio del ecosistema.	Nivel de contaminación fuerte en perjuicio de la población, proliferación de vectores	Nivel de contaminación muy fuerte en perjuicio de la población y del entorno. Proliferación de vectores.

VARIABLES CONSIDERADAS POR EL CONSULTOR

3.3.3.4. Identificación y caracterización de las vulnerabilidades

Otra de las actividades que se realizó en forma simultánea y paralela a la identificación del peligro, en donde se desarrollaron las acciones siguientes:

Para el efecto, se contó con los cuadros o formatos, por cada tipo de vulnerabilidad, en base a los modelos de INDECI (2006). En base a la extensión del impacto del peligro, la determinación del área de influencia y la identificación del centro poblado o de los centros poblados que, en forma directa

o indirecta, puedan ser afectados, se tendría un mapa preliminar del área de vulnerabilidad (zona vulnerable). En una primera observación, se realizó una descripción física de la zona (vulnerabilidad estructural por constitución), determinando las características siguientes:

- Tipo y uso del suelo, de acuerdo a la clasificación establecida por el Reglamento Nacional de Construcciones.
- Existencia de instrumentos normativos, de carácter nacional, regional y local, relacionado con el ordenamiento territorial y el uso del suelo, como la ubicación de centros poblados sobre la margen de los ríos o zonas declaradas intangibles.
- Una aproximación del total o número de viviendas, establecimientos comerciales (mercados, bodegas, restaurantes, entre otros), industriales (talleres artesanales, fábricas, entre otros); así como de las principales instituciones o actividades de servicios públicos (Municipalidad, Prefectura, Parroquias, centros educativos, centros de salud, entre otros).
- Características de las viviendas (calidad constructiva) y los servicios básicos (agua, desagüe y luz).
- Igualmente, la infraestructura socio económica existente, como carreteras, puentes, central hidroeléctrica, canales de riego, represas, áreas de cultivo, entre otros.

En una segunda observación, se realizó una descripción socioeconómica de la zona expuesta al peligro (vulnerabilidad por exposición) (MEJIA *et al.*, 2006), obteniéndose la información siguiente:

- Número de la población total.
- Las organizaciones de carácter económico (comunidades campesinas, la junta de usuarios de agua, gremios empresariales), vecinales y sociales de base (programa del vaso de leche, comedores populares, asociaciones) existentes en la zona, destacando su capacidad o el grado de organización y relaciones internas de cooperación y solidaridad, así como las relaciones con las autoridades de la localidad.
- Constitución u organización del Comité de Defensa Civil.

La información obtenida por observación directa en algunos casos deberá ser complementada con técnicas básicas de investigación de campo, como el diseño de un cuestionario para aplicar una encuesta, así como la realización de dinámicas de grupo. Una vez identificada y descrita cada una de las vulnerabilidades de la zona, se procedió a determinar su valor total, tomando como referencia la estratificación porcentual (INDECI, 2006) y de acuerdo a los pasos siguientes: En primer lugar se determinará el valor por cada tipo de vulnerabilidad, el mismo que dependerá del número de variables y sus respectivas características. De haberse identificado una sola variable, el

valor fue determinado de acuerdo al nivel registrado. Por ejemplo, si en la vulnerabilidad económica, sólo se ha determinado la variable “Actividad Económica” y se ha observado en la zona una escasa actividad productiva y distribución deficiente de los recursos, siendo sus principales productos destinados al autoconsumo; entonces la vulnerabilidad económica será “ALTA” estableciéndose un porcentaje que va de 51% a 75%. En el caso de identificarse más de una variable, su valor será determinado por el promedio de los niveles registrados. Para determinar la Vulnerabilidad Total (VT) se tiene la siguiente fórmula:

Para determinar los datos de vulnerabilidad en la presente investigación se tomaron en cuenta los siguientes cuadros de vulnerabilidad respectivamente.

Cuadro 6. Vulnerabilidad ecológica

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Composición y calidad del aire y el agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación alto

Cuadro 7. Determinación general de la vulnerabilidad física

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Material de construcción	Estructuras sismo resistente con adecuada técnica constructiva de concreto y acero	Estructura de concreto, muros de albañilería sin adecuada técnica constructiva	Estructuras de concreto, muros de albañilería o algunos de adobe, algunas paredes de madera, sin refuerzos estructurales	Estructuras de adobe, madera, cañas y otras de menor resistencia en estado precario
Localización de viviendas	Muy alejada > a 5 km.	Medianamente cerca 1 - 5 Km	Cercana 0.2 - 1 km.	Muy cercana 0.2 - 0 km.
calidad construcción	Se respetó los procedimientos constructivos	Construcción regular supervisión técnica	Construcción sin la adecuada supervisión técnica	Calidad constructiva pésima
Leyes y Normas	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

Cuadro 8. Determinación general de la vulnerabilidad económica

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Actividad económica	Muy rentable	Actividad económica rentable	Actividad económica poco rentable	Subempleo o ingreso mínimo
Acceso al mercado laboral	Excelente oferta laboral	Altas a Medianas posibilidades de trabajo	Reducidas posibilidades de trabajo	No hay posibilidades de trabajo
Situación de pobreza o desarrollo humano	Población sin pobreza	Población con menor porcentaje de pobreza	Población con pobreza mediana	Población con pobreza total o extrema

*Variables Consideradas por el consultor

Cuadro 9. Vulnerabilidad social

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Nivel de organización	Población totalmente organizada	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada
Participación de la Población	Participación total.	Participación de la mayoría	Mínima participación	Nula participación

* Variables Consideradas por el consultor

Cuadro 10. Determinación general de la vulnerabilidad educativa

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Programas educativos formales (Prevención y Atención de Desastres - PAD).	Desarrollo permanente de temas relacionados con prevención de desastres	Desarrollo con regular permanencia sobre temas de prevención de desastres	Insuficiente desarrollo de temas sobre prevención de desastres	No están incluidos los temas de PAD en el desarrollo de programas educativos.
Alcance de los programas educativos sobre grupos estratégicos	Cobertura total	Participación de la mayoría	Cobertura insuficiente menos de la mitad de la población objetivo	C o b e r t u r a des focalizada.

*Variables Consideradas por el consultor

Cuadro 11. Vulnerabilidad cultural e ideológica

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Conocimiento sobre la ocurrencia de inundación.	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de la inundación.	La mayoría de la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de la inundación.	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de la inundación.	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de la inundación.

Percepción de la población sobre la inundación.	La población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de inundación y sus consecuencias.	La población tiene una percepción real de la ocurrencia de la inundación es consciente del problema, pero no tiene donde ir.	La población tiene una percepción real de la ocurrencia de inundación pero no quiere ser reubicada.	La población tiene una percepción realista de la ocurrencia y se resiste a todo cambio.
Actitud frente a la ocurrencia de desastres.	Actitud altamente previsoras.	Actitud parcialmente previsoras.	Actitud escasamente previsoras.	Actitud fatalista, conformista y con desidia.

* Variables Consideradas por el consultor

Cuadro 12. Vulnerabilidad política e institucional

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Autonomía local	Total autonomía	Autonomía parcial	Escasa autonomía	No existe autonomía
Liderazgo político	Aceptación y respaldo total	Aceptación y respaldo parcial	Aceptación y respaldo minoritario	No hay aceptación y respaldo
Participación ciudadana	Participación total	Participación mayoritaria	Participación minoritaria	No hay participación

Coordinación de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC	Permanente coordinación, funcionamiento y activación del CDC	Coordinaciones esporádicas y funcionamiento del CDC	Escasa coordinación y existencia del CDC sin funcionamiento	No hay coordinación e inexistencia del CDC
---	--	---	---	--

* Variables Consideradas por el consultor

Cuadro 13. Vulnerabilidad científica y tecnológica

Variables	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB *	VM *	VA *	VMA *
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Existencia de trabajos de investigación de Desastres naturales en la localidad	La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados	La mayoría de los peligros naturales fueron estudiados.	Existen pocos estudios de los peligros naturales.	No existen estudios de ningún tipo de los peligros.
Existencia de Instrumentos para medición (sensores) de fenómenos completos.	Población totalmente instrumentada	Población parcialmente instrumentada	Población con escasos instrumentos	Población sin instrumentos
La Población cumple las conclusiones y recomendaciones	La totalidad de la población cumplen las conclusiones y recomendaciones	La mayoría de la población cumple las conclusiones y recomendaciones	Se cumple en mínima proporción las conclusiones y recomendaciones	No cumplen las conclusiones y recomendaciones

* Variables Consideradas por el consultor

$$VT = (VA + VF + VE + VS + Ved + VCI + VPI + VCT) / N$$

Dónde:

VA	:	Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica
VF	:	Vulnerabilidad Física
VE	:	Vulnerabilidad Económica
VS	:	Vulnerabilidad Social
Ved	:	Vulnerabilidad Educativa
VCI	:	Vulnerabilidad Cultural e Ideológica
VPI	:	Vulnerabilidad Política e Institucional
VCT	:	Vulnerabilidad Científica y Tecnológica
N	:	Número Total de Vulnerabilidades

Es necesario precisar que en los casos donde la vulnerabilidad física tiene mayor porcentaje o relevancia sobre las demás vulnerabilidades, se establecerá una separación entre la vulnerabilidad física (VF) y el resto de las vulnerabilidades (VR), con la finalidad de determinar la vulnerabilidad total, así tendremos, que en el supuesto caso que la VF fuese del 95%, la VT será (MEJIA *et al.*, 2006):

$$VT = (VF + VR) / 2 \quad (3)$$

Dónde:

VF	:	Vulnerabilidad Física
VR	:	Vulnerabilidad Restante

$$VR = (VA + VE + VS + Ved + VCI + VPI + VCT) / N$$

$$VR = VTp$$

Dónde:

VTp : Vulnerabilidad Total Parcial

Por lo tanto, la Vulnerabilidad Total (VT), será:

$$VT = (VF + VTp) / 2 \quad (4)$$

Este resultado, cualquiera sea el criterio que le otorgue a la VF, será uno de los valores que conjuntamente con el nivel o porcentaje del peligro permitirá el cálculo del riesgo (INDECI, 2006). Finalmente se elaborará en forma preliminar un Mapa de Vulnerabilidad.

3.3.3.5. Cálculo del riesgo

De la integración de ambos conocimientos, tanto del peligro como de la vulnerabilidad, resultó el cálculo o determinación de los niveles del riesgo, cuyo indicador porcentual permitió determinar un total aproximado de pérdidas y daños. Cabe reiterar que el cálculo del riesgo se realizó por cada uno de los peligros, teniendo en cuenta el valor estimado por cada peligro identificado y el valor total de la vulnerabilidad determinada fue constante. Existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático; y por otro, el descriptivo. El criterio analítico, llamado también

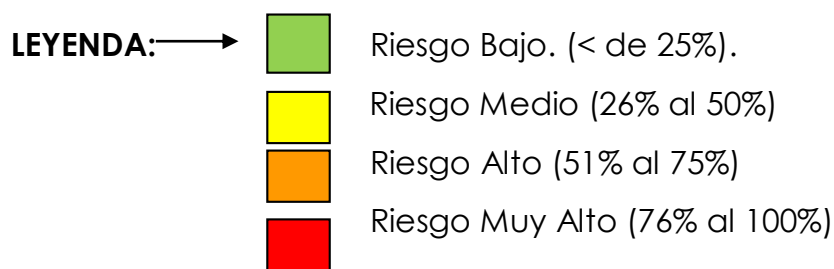
matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente (INDECI, 2006):

$$R = P \times V \quad (1)$$

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad ayudada por la distribución hipergeométrica, Poisson y Box Cox. Este criterio sólo lo mencionamos, por cuanto no es de uso práctico para el cálculo del riesgo. El criterio descriptivo, se basa en el uso de una matriz de doble entrada: “matriz de peligro y vulnerabilidad”. Para tal efecto, se requiere que previamente se hayan determinado los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro identificado y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente (MEJIA *et al.*, 2006).

Cuadro 14. Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo muy Alto	Riesgo muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo muy alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad muy Alta



3.3.4. Parámetros morfométricos de la localidad de Nuevo Progreso

La metodología en esta parte del trabajo se basó fundamentalmente en mediciones y cálculos de variables y parámetros morfométricos de la localidad de Nuevo Progreso y sus redes de drenajes, para lo cual se utilizó como fuente de información los planos topográficos generados por: Carta Nacional (IGN), imagen SRTM, imagen ASTER, imagen de Google earth lo cual permitió generar el DEM (MARTÍNEZ, 2001).

A partir de la cartografía digitalizada generada con la carta Nacional (IGN), imagen SRTM, imagen ASTER imagen de Google earth, del área de estudio y empleando la herramienta SIG (software Arc Gis 10.0), se calcularon los parámetros morfométricos básicos puntuales, lineales, areales y pendientes de la cuenca y de su red de drenaje. Otros parámetros se obtuvieron de la lectura directa sobre la base cartográfica original, y otros por medio de las ecuaciones matemáticas que los definen. Cada uno de los parámetros morfométricos medidos y calculados en este estudio para el área de interés. Para el cálculo de la altura mediana de la microcuenca, se seleccionaron intervalos entre curvas de nivel cada 100 m y se midió el área parcial de cada intervalo expresándolas en porcentajes y luego como área

acumulada en porcentaje. Posteriormente, se construyó un gráfico bidimensional representando en el eje x el área acumulada (%) y en el eje y la altura (msnm), a partir del cual se estimó la altura mediana, valor este correspondiente al 50% de área acumulada. Para el cálculo de la pendiente media se siguió el mismo procedimiento descrito para estimar la altura mediana, sólo que para cada intervalo de curva de nivel se calculó la pendiente media del terreno, promediando varias mediciones realizadas en cada uno de ellos (MÉNDEZ y MARCUCCI, 2005).

Cuadro 15. Parámetros morfométricos de la localidad de Nuevo Progreso

Variable	Parámetros
Escala de la cuenca	Área: A (Km ²)
	Perímetro: P (Km)
	Longitud: L (Km)
	Ancho: W (Km)
	Diámetro: D (Km)
Gradiente y forma del relieve de la cuenca	Altura máxima: H (msnm)
	Altura mínima: h (msnm)
	Altura mediana: H _{md} (msnm)
	Relieve máximo: H _b (msnm)
	Radio de relieve: R
	Pendiente mediana: S _{md} (%)
	Pendiente media del río Huallaga: S _m (%)
Concavidad del perfil longitudinal: C	
Forma de la cuenca	Elongación: S _e
	Perímetro relativo de crenulación: S _c
	Radio de crenulación: R _c
	Forma: R _f

Índice de alargamiento: l_a

Coeficiente de masividad: K_m (m/km²)

Coeficiente de compacidad: K_c

3.3.5. Estudio hidrológico e hidráulico

Para obtener datos más precisos de los periodos de retorno, se trabajó con los datos proporcionado por el Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología.

Cuadro 16. Datos de caudal proporcionados por SENAMHI con periodos de retorno de 50, 100, 200 ,500 años

LUGAR	AREA (Ha)	PERIODO DE RETORNO (AÑOS) (m ³ /s)			
		50	100	200	500
YANAHUANCA "A"	218461.00	3,061,194	3,198,042	3,328,575	4,085,101
SAN RAFAEL "B"	163454.00	2,088,246	2,203,208	2,361,449	2,795,599
JACAS CHICO "C"	133741.00	1,898,295	1,997,617	2,013,005	2,183,669
PANAO "D"	231016.00	2,758,530	2,908,729	2,934,373	3,190,810
TINGO MARÍA "E"	135993.00	1,488,690	1,517,205	1,521,957	1,568,293
MONZON "F"	192805.00	6,686,422	6,947,177	7,194,301	7,900,936
AREA 3 RIO JARAHUASI "G"	116222.00	5,941,560	6,173,267	6,392,862	6,690,604
RIO JARAHUASI "H"	92160.00	3,990,098	4,145,703	4,293,173	4,714,855
RIO PANAOS "I"	92160.00	1,766,236	1,886,257	2,003,226	2,094,894
SHAPAJILLA - RIO JARAHUASI "J"	29953.26	1,360,525	1,413,582	1,463,866	1,607,649
AREA 02 RIO BLANCO "K"	71030.00	867,318	914,914	958,587	1,063,505
RIO HUERTAS "L"	153053.38	3,085,071	3,222,987	3,354,538	4,116,965
RÍO HIGUERAS "M"	70635.00	807,416	847,118	885,380	1,233,238
PARIAMARCA "N"	76067.00	1,653,691	1,849,040	2,048,004	2,197,235

TICLACAYAN "O"	27611.00	944,789	1,056,396	1,170,069	1,255,327
CHINCHAN "P"	15318.00	729,880	816,101	903,916	969,781
PALLANCHACRA "Q"	29027.00	807,303	902,669	999,800	1,072,652
RIO BLANCA "R"	26585.00	1,108,954	1,239,954	1,373,378	1,473,451
AREA 01 LA QUINUA "S"	30295.00	732,320	818,829	906,938	973,023
TULUMAYO "T"	65898.00	1,240,525	1,261,543	1,279,250	1,304,023
INDEPENDENCIA "U"	90568.00	1,811,151	1,841,838	1,867,690	1,903,857
ANDA "V"	78598.00	1,181,276	1,201,291	1,218,152	1,241,742
PACOTA "W"	35689.00	802,374	815,969	827,422	843,444
PUENTE 1 "X"	34589.00	737,356	749,735	760,829	774,981
PUENTE 2 "Y"	31525.00	604,532	614,682	623,777	635,380
RAMAL DE ASPUSANA "Z"	27589.00	468,562	476,428	483,478	492,471
PUCAYACU "AA"	31568.00	613,204	623,500	632,725	644,495
SUMA	2301610.6 4	49,235,51 8	51,643,78 1	53,800,72 0	59,027,98 0

3.3.5.1. Determinación del hidrograma de avenidas en la cuenca

Para determinar el hidrograma unitario, fue necesario contar un hidrograma medido a la salida de la cuenca (Punto de control “Nuevo Progreso”), además de los registros de precipitación, debido a que el área de influencia es de 433.7492 km².

3.3.5.2. Socavación general del cauce

Es aquella que se produce a todo lo ancho del cauce cuando ocurre una crecida debido al efecto hidráulico de un estrechamiento de la

sección; la degradación del fondo de cauce se detiene cuando se alcanza nuevas condiciones de equilibrio por disminución de la velocidad a causa del aumento de la sección transversal debido al proceso de erosión. Para la determinación de la socavación general se empleó el criterio de Lischtvalevediev. La velocidad erosiva media que se requiere para degradar el fondo está dado por las siguientes expresiones (MONSALVE, 2000):

$$V_e = 0.60 g d^{1.18} b H_s^{x_s} \text{ m/s, suelos cohesivos}$$

$$V_e = 0.68 b d^{0.28} H_s^{x_s} \text{ m/s, suelos no cohesivos}$$

En dónde:

V_e = Velocidad media suficiente para degradar el cauce en m/s

G_d = Peso volumétrico del material seco que se encuentra a una profundidad H_s , medida desde la superficie del agua (Ton/m³)

b = Coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia

x = Es un exponente variable que está en función del peso volumétrico g_s del material seco (Ton/m³)

H_s = Tirante considerado, a cuya profundidad se desea conocer qué valor de V_e se requiere para arrastrar y levantar en material (m)

d_m = Es el diámetro medio en (mm) de los granos obtenidos del fondo calculado con la expresión $d_m = 0.01 \sum d_i p_i$

3.3.6. Estudio de suelos

La toma de muestras disturbadas se realizó para cada horizonte, así como en algunos casos de tipo superficial cuando las capas resultaban muy pequeñas en espesor. Las muestras fueron depositadas en un saco de polietileno conteniéndolas muestras en bolsas plásticas para realizar en el laboratorio los ensayos granulométricos, límites de Atterberg, peso específico y monolitos para los ensayos de corte directo y asentamiento diferencial. Los ensayos se realizaron según normas técnicas específicas. Con los análisis granulométricos y límites de Atterberg, así como por observaciones de campo, se obtendrán los perfiles estratigráficos (IBAÑEZ, 2005).

Análisis granulométricos por Tamizado	ASTM D-422
Límite Líquido	ASTM D-423
Límite Plástico	ASTM D-424
Corte Directo con especímenes remoldados y saturados	
ASTMD-3080	
Peso Específico de Sólidos	ASTM D-854
Análisis Químicos del contenido de sales, agresivas al concreto.	

3.3.6.1. Contenido de humedad natural

De acuerdo a los ensayos que se realizaron, se establecieron rangos de humedad natural de acuerdo a los tipos de suelos y su relación con

la presencia o ausencia de la napa freática. La humedad varía de acuerdo al tipo de los suelos así como por su cercanía a la napa freática.

3.3.6.2. Peso específico

La mayoría de suelos, muestran valores muy disímiles, dependiendo del tipo, composición mineralógica y grado de compactación; siendo los de menores valores las arenas que varían entre 1.57 y 1.88 g/cm³ y los de mayores valores corresponden a los suelos limosos y arenas de grano medio a fino con rangos comprendidos entre 1.92 g/cm³., y 2.23 g/cm³.

3.3.6.3. Análisis granulométrico por tamizado

En el ensayo realizado se utilizó mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco, que permitió la clasificación de los suelos de la siguiente manera: Suelos SP y SP-SM; Suelos SC, SM y Suelos CL.

3.3.6.4. Límites de atterberg

Se realizó el ensayo con el fin de determinar el índice de plasticidad de los suelos generalmente arcillo-arenosos, ubicados en algunos tramos de la localidad de Nuevo Progreso.

3.3.6.5. Hinchamiento libre de suelos

El proceso de hinchamiento de suelos es característico de arcillas que incrementan su volumen en función a la absorción de aguas de infiltración. Este proceso puede causar la expansión del suelo y producir roturas o fallas en la estructura cimentada. En los suelos arcillo-arenosos, que servirán de terreno de fundación (en algunos sectores) se determinó en función a la magnitud del hinchamiento libre del suelo, preparando una muestra cilíndrica y una vez colocado en el equipo se saturará la muestra hasta obtener la medida del máximo hinchamiento en el dial de deformaciones.

3.3.6.6. Límite de contracción

Con la finalidad de evaluar la contracción de las arcillas ante la disminución del contenido de agua en periodos de estiaje se sometió la muestra tallada en un anillo de corte de área de 25.16 cm. y altura de 2.0 cm. previamente saturada y luego fue colocado en el horno a 110 °C, durante 24 horas.

3.3.6.7. Resistencia a la compresión uniaxial sin confinamiento

El objetivo fue introducir un procedimiento para evaluar la resistencia al corte de suelos cohesivos se utilizó el equipo de consolidación

unidimensional que aplica carga vertical creciente sobre un testigo cilíndrico de suelo arcilloso, hasta producir la falla o rotura (FORSYTHE, 1975).

IV. RESULTADOS

4.1. Características generales del área

4.1.1. infraestructura urbana con servicios básicos:

Se muestra el porcentaje de casas que cuentan con el servicio de alumbrado público, las familias casi en su totalidad cuentan con el servicio de luz eléctrica permitiendo a la población estar interrelacionado con la tecnología lo cual hace que no estén aislados de la modernidad y el desarrollo, esto es una ventaja que poseen en comparación con otros caseríos o lugares del departamento de San Martín y del Perú (figura 2).

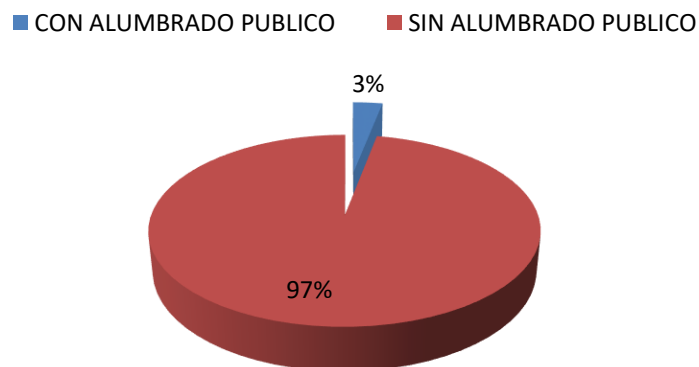


Figura 2. Porcentaje de viviendas que cuentan con alumbrado eléctrico

Se muestra el porcentaje de viviendas que cuentan con servicio de agua potable, en el Distrito de Nuevo Progreso existe un sistema entubado de agua, ya no tienen que recolectar su agua de las quebradas que pasan por el lugar, a excepción de algunas familias que aún tienen la costumbre de sacar el agua de pozo para su consumo y realizar otras necesidades (figura 3).



Figura 3. Porcentaje de viviendas que cuentan con servicio de agua potable

Se muestra el porcentaje de viviendas que cuentan con un sistema de desagüe en el distrito de Nuevo Progreso uno de los problemas actuales, que está por solucionarse es en cuanto al desagüe, la gente del distrito tiende a eliminar sus excretas al aire libre, ya que se están llenando los pozos sépticos y las letrinas, y algunas familias sobre todo las cercanas al río Huallaga envían sus heces al cauce del río (figura 4).



Figura 2. Porcentaje de viviendas que cuentan con sistema de desagüe

Se muestra en porcentajes las características de las viviendas de las casas encuestadas nos demuestran que las construcciones de vivienda no han tenido en cuenta los aspectos prácticos y climáticos, sea por falta de asesoramiento y financiamiento (figura 5).

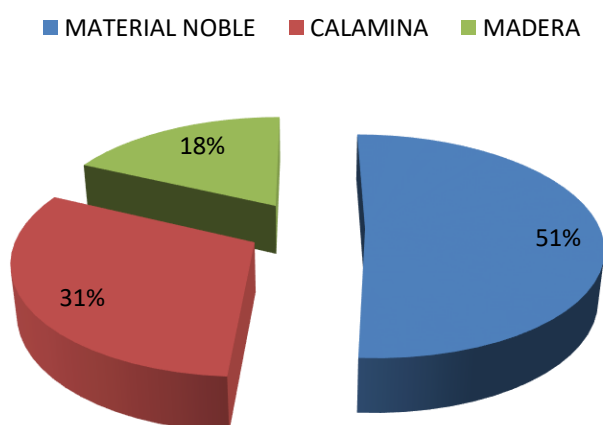


Figura 3. Características de la vivienda

Se pudo apreciar que el asentamiento está un poco desordenado, además crece en forma lenta, predominando una construcción rudimentaria de madera y en algunos casos de cemento.

Teniendo en cuenta que todas las viviendas situadas cercanas al río Huallaga son afectadas por la inundación del río Huallaga, las personas no construyen casas que tengan gran inversión.

De esta manera predominan las viviendas de madera con techo de calamina a orillas del río Huallaga. Sin embargo en el gráfico se muestra un 51% de viviendas de material noble. Esto se debe a construcciones en años anteriores, en los años del boom cocalero en donde existía alto movimiento económico. La exposición de las viviendas a las inundaciones en época de invierno es alta de tal forma que representa un 82% (Figura6).

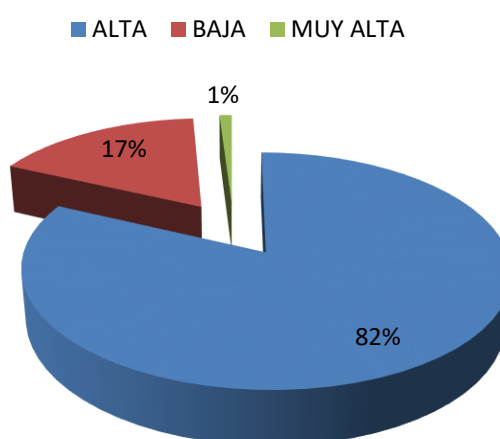


Figura 4. Exposición de las viviendas a las inundaciones

Se muestra el porcentaje de viviendas que se encuentran expuestas inundaciones. La resiliencia o capacidad de recuperación después de ocurrido el peligro, está determinado por las características de la vivienda. Siendo mayor en viviendas de material noble y menor en viviendas de madera con techo de calamina, las cuales son las más perjudicadas por dicho problema (figura 7).

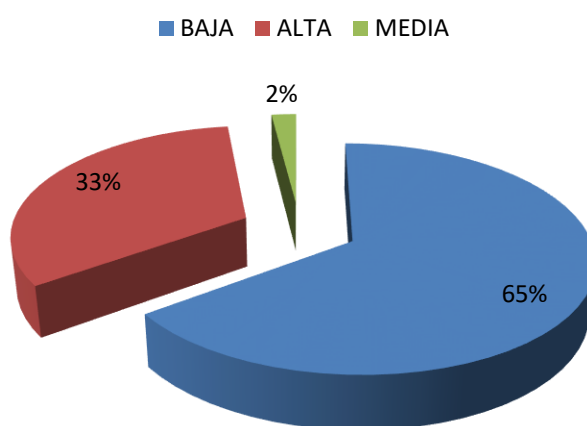


Figura 5. Resiliencia de las viviendas a las inundaciones

4.2. Identificación de peligros

4.2.1. Inundación

Se analizó con referencia la cercanía o lejanía a las riberas del río Huallaga que son relevantes para calificar directamente el grado de peligrosidad, debido a ello se considera de mayor peligro a las viviendas que se

encuentran a 30 m de la orilla del río Huallaga y por el contrario de menor peligrosidad a aquellos que se encuentran más de los 30 m de la orilla del río. Para la determinación del grado de peligrosidad se consideró las características físicas y socio - económicas de la ciudad de Nuevo Progreso (zona urbana y zona agrícola). De igual forma se tomó en cuenta las evidencias reales y las ocurrencias anteriores como (delimitación de la cuenca, localización, datos técnicos de ubicación, datos meteorológicas (clima) e hidrológicos (caudal), características físicas (suelo, pendiente, apreciación de las cotas y estado de las riberas respecto al espejo del agua) y otros; siendo elementos tomados en cuenta para la calificación del peligro de inundación como: peligro muy alto 80% (cuadro 17).

Cuadro 17. Descripción de áreas con peligro de inundación en el tramo estudiado

CARACTERÍSTICAS	INUNDACIÓN
En la progresiva 0+100 a la progresiva 2+860 Inundación muy "leve" aproximadamente a 50 m de la margen derecha del río Huallaga (de acuerdo a las curvas de nivel) y con evaluación rápida de las aguas inundadas con precipitación continua en la cuenca alta	
Igualmente al margen derecho de la progresiva 2+000 hasta 2+400 se puede observar Inundaciones graves debido a precipitaciones muy fuertes y continuas en la cuenca alta del río Huallaga, con importantes daños económicos y en vidas. Además la distancia de inundación	PELIGRO MUY ALTO (80%).

sobrepasa los 100 m con respecto a la ribera del río Huallaga y con una altura de inundación de 0.50 m., ocasionando daños fuertes en los terrenos de cultivo de los agricultores

Del mismo modo la progresiva 2+220 se puede observar Inundaciones graves debido a precipitaciones muy fuertes y continuas en la cuenca alta del río Huallaga, con importantes daños económicos y en vidas. Además la distancia de inundación sobrepasa los 100 m con respecto a la ribera del río Huallaga y con una altura de inundación de 0.50 m., ocasionando daños fuertes en los terrenos de cultivo de los agricultores

En la progresiva 1+640 nuevamente se puede apreciar Inundaciones graves debido a precipitaciones muy fuertes y continuas en la cuenca alta del río Huallaga, con importantes daños económicos y en vidas. Además la distancia de inundación sobrepasa los 100 m con respecto a la ribera del río Huallaga y con una altura de inundación de 0.50 m., ocasionando daños fuertes en los terrenos de cultivo de los agricultores

4.2.2. Erosión fluvial

Se analizó toda la rívera del río. La erosión fluvial es el factor que presenta mayor atención pues viene socavando las orillas del río, haciendo que estas orillas por efecto de la fuerza del caudal sean erosionadas. Por tanto el

nivel de peligro por erosión fluvial se aprecia como peligro alto 75% (Cuadro 18).

Cuadro 18. Descripción de áreas con peligro de erosión fluvial en el tramo estudiado

CARACTERISTICAS	EROSIÓN FLUVIAL
<p>En la progresiva 0+100 a la progresiva 2+860 se observa la presencia de piedras de canto rodado el cauce del río Huallaga tiene 300 m aproximadamente</p>	
<p>Igualmente al margen derecho de la progresiva 2+000 hasta 2+400 se puede observar que el suelo presenta características de suelo pantanoso, esto debido a que en épocas de lluvia se incrementa el caudal y que por no existir defensa, el cauce incrementa su cauce produciendo inundación en esta parte, del mismo modo es cuando se producen la erosión de las orillas.</p>	<p>PELIGRO ALTO (75%).</p>
<p>Del mismo modo la progresiva 2+220 se puede observar que en épocas de intensidad alta el caudal del río Huallaga se incrementa afectando los cultivos del margen derecho, este sector ya se encuentra muy cerca al área urbana de la ciudad de Nuevo Progreso.</p>	

En la progresiva 1+640 nuevamente se puede apreciar que presenta una curva cerrada en la cual el cauce del río Huallaga tiende nuevamente a producir erosión fluvial en el talud de las orillas del río en donde a menos de 20 m se ubican casas de madera y material mixto con cobertura de calaminas, saliendo a la AA.VV. Las Estrellas, Nuevo Progreso, etc.

4.2.3. Contaminación ambiental

Se muestran las características tomadas en cuenta para determinar el grado de contaminación por las condiciones inapropiadas de la evacuación de aguas de residuos orgánicos domésticos y aguas negras y la acumulación de desechos en las orillas del Río Huallaga podría ocasionar una contaminación fuerte por lo que se le califica con una peligrosidad de peligro media 60% (Cuadro 19).

Cuadro 19. Descripción de áreas con peligro de contaminación ambiental en el tramo estudiado

CARACTERISTICAS	CONTAMINACION AMBIENTAL
En la progresiva 0+100 a la progresiva 2+860 Nivel de contaminación moderado con perjuicio del ecosistema	PELIGRO MEDIA (60%).

Igualmente al margen derecho de la progresiva 2+000 hasta 2+400 se puede observar nivel de contaminación fuerte en perjuicio de la población, proliferación de vectores.

Del mismo modo la progresiva 2+220 se puede observar nivel de contaminación muy fuerte en perjuicio de la población y del entorno.
Proliferación de vectores.

En la progresiva 1+640 nuevamente se puede apreciar nivel de contaminación fuerte en perjuicio de la población, proliferación de vectores

4.3. Análisis de vulnerabilidad

El estudio tiene por objetivo llegar a estimar o determinar el grado de afectación de la infraestructura y población que pueden ser perturbados por los peligros que se identifiquen en el lugar de estudio; siendo importante recabar toda la información relevante con el propósito de analizar el impacto de los peligros sobre los bienes materiales así como de la población y correlacionarlo con la probabilidad de ocurrencia.

4.3.1. Vulnerabilidad natural y ecológica

En lo ecológico, debido a las evacuaciones de las aguas de residuos orgánicos domésticos y aguas negras hacia el río produce una contaminación acuífera, alterando el hábitat del recurso ictiológico del río Huallaga. El deterioro del medio ambiente como consecuencia de la

contaminación de las aguas y la eliminación de residuos orgánicos domésticas, aguas negras y todo tipo de desechos orgánicos e inorgánicos son arrojados a la ribera del río Huallaga. Esta exposición al ser humano es directa por lo que atenta contra la salud y de la población en general.

Se considera un grado de Vulnerabilidad Muy Alto 80%, debido a la presencia de pozos artesanales muy cerca de las letrinas produciendo una contaminación cruzada.

4.3.2. Vulnerabilidad física

4.3.2.1. Estructural

Según lo descrito anteriormente y de acuerdo a los peligros identificados tenemos, que de la forma actualmente construidas las viviendas, sin asesoramiento técnico, nos dan una vulnerabilidad estructural alta.

De acuerdo con la observación visual se puede describir que geomorfológicamente, el lecho del río está conformado por arena y cantos rodados de diferentes tamaños cohesionados en una matriz arenosa sobre depósitos aluviales no consolidados que son altamente vulnerables a erosión fluvial que se extiende por el centro poblado de Nuevo Progreso. Sobre ella se construyó viviendas de material mixto así como con material de la zona. Además se observan que los diseños constructivos no consideran el tipo antisísmico por diferentes motivos siendo el de mayor relevancia la

informalidad de las construcciones sin considerar la Norma NTE 030 -2003 sobre criterios técnicos constructivos con el fin de responder sin daños o con el mínimo de daños ante eventos naturales sísmicos.

Algunas vivienda (50%) han sido construidos precariamente con madera y otros materiales, los cuales son fácilmente vulnerables a todo tipo de acciones de peligro, estas viviendas se ubican a orillas del río Huallaga, existen construcciones de viviendas, de estructuras de concreto, con muros de albañilería, coberturas de calamina, que probablemente reúnen las condiciones de seguridad así como otras que son de materiales precarios considerándose como inseguros. En la inundación de los meses diciembre - marzo del 2007 - 2010, se pudo observar la destrucción de viviendas cercanas al río Huallaga, causando damnificados y heridos de los pobladores. Se considera una vulnerabilidad alta 70%.

4.3.2.2. Localización

En cuanto a la localización del Centro Poblado de Nuevo Progreso según estudios de suelo se encontró el nivel freático de 2.00 a 2.50 m, encontrándose en la calicata 1, Estrato 2: arena limosa mal graduada (SM), de color marrón a gris, con clastos redondeados de hasta 1" de diámetro, con una matriz limosa y consistencia media, tiene un espesor de 1.10 metros son suelos poco recomendados para cimentaciones de obras civiles.

La capacidad portante esta entre 0.50 a 1.00 kg/cm². En la calicata 2, Estrato 2: arena limosa bien graduada (SM), de color marrón con clastos redondeados de hasta 1" de diámetro, con una matriz semi plástica, consistencia media, tiene un espesor de 0.50 m son suelos ligeros recomendados para cimentaciones de obras civiles, la capacidad portante esta entre 0.5.00 a 1.00 kg/cm²; en la calicata 3, Estrato 2: arena limosa o arcillosa mal graduada (SC), de color marrón a gris, con clastos redondeados de hasta 1" de diámetro, con una matriz limosa y consistencia media, tiene un espesor de 1.10 m son suelos medio recomendados para cimentaciones de obras civiles, la capacidad portante esta entre 0.50 a 1.00 kg/cm²; en la calicata 4, Estrato 2: arena limosa o arcillosa bien graduada (SC), de color marrón a gris, con clastos redondeados de hasta 1" de diámetro, con una matriz limosa o arcillosa y consistencia media, tiene un espesor de 1.10 m son suelos medio recomendados para cimentaciones de obras civiles, la capacidad portante esta entre 0.50 a 1.00 kg/cm²; calicata 5, estrato 2

se encontró grava bien graduada (GW) con clastos redondeados de hasta 2" de diámetro de color marrón, con una matriz arenosa a limosa, con una consistencia suelta, tiene un espesor no determinado de aproximadamente 2 a 3 m; este tipo de suelos es favorable para cimentaciones de obras civiles la capacidad portantes es de 1.00 a 1.50 kg/cm²; Y en la calicata 6, Estrato 2: arena limosa (SM), de color marrón a gris, con clastos redondeados de hasta 1" de diámetro, con una matriz limosa y consistencia media, tiene un espesor de

1.10 m son suelos poco recomendados para cimentaciones de obras civiles, la capacidad portante esta entre 0.50 a 1.00 kg/cm².

Determinándose por estas características como un suelo ligeramente recomendable para la ejecución de obras civiles, sin dejar de lado la amenaza de una posible inundación que traer como consecuencia de fallas de rajaduras de pisos y muros como evidencia de un asentamiento en viviendas cercanas y afectadas por el río Huallaga. La cercanía a las riberas del río le califica como una zona de vulnerabilidad muy alta 85%.

4.3.2.3. Calidad constructiva

Si bien es cierto se observa construcciones de material noble, es motivo de discusión el proceso constructivo por cuanto estos se desarrollan en condiciones empíricas y de informalidad, por lo que las viviendas no reúnen todas las consideraciones técnicas previstas en el Reglamento Nacional de Construcciones.

Uno de los motivos principales de no respetar estrictamente las normas constructivas, aparte del desconocimiento del mismo, son las limitaciones económicas de los pobladores. Esta situación hace que se presente una vulnerabilidad muy alta 80%.

4.3.2.4. Normas y leyes

La carencia de una planificación para el desarrollo urbano ordenado que oriente el crecimiento de Nuevo Progreso y la falta de control por parte de las autoridades locales permiten una serie de deficiencias en el cumplimiento de las normas constructivas. Por tanto presenta Una vulnerabilidad alta 75% (Cuadro 20).

Se muestra los factores analizados para la determinación de la vulnerabilidad (Cuadro 20).

Cuadro 20. Resumen de variables de vulnerabilidad física

Variables	VB	VM	V A	VM A	Total
Material de Construcción			70		70
Localización de viviendas				85	85
Calidad de construcción				80	80
Leyes y Normas			75		75
TOTAL EN %					310

Calculamos la resultante aplicando la fórmula:

$V \text{ física} = \text{Suma de vulnerabilidades} / \text{Número de vulnerabilidades}$

Total vulnerabilidad física = $310/4 = 77.5\%$ Vulnerabilidad Muy Alta.

4.3.3. Vulnerabilidad económica

La condición económica en el centro poblado de Nuevo Progreso es media, la producción es media, los ingresos económicos así como la producción agrícola es para su consumo y venta a intermediarios; gran parte se dedica en la parte laboral del sector público.

A pesar de que en el aspecto económico existen pobladores que laboran en el sector público o privado esto no significa necesariamente que no estén expuestos a este tipo de vulnerabilidad pero son en mínima cantidad.

La situación económica es lo que impulsa a la población de la localidad de Nuevo Progreso y sus alrededores; la que predomina es la agricultura por la siembra del cacao y plátano, y una parte de la población se dedica al comercio.

Se muestra una calificación de Vulnerabilidad Alta 70%, de acuerdo a las informaciones vertidas por algunos pobladores y autoridades locales del Centro Poblado de Nuevo Progreso (Cuadro 21).

Cuadro 21. Vulnerabilidad económica

TIPO	VULNERABILIDAD	% DE VULNERABILIDAD DETERMINADA POR EL INVESTIGADOR
Actividad Económica	VA	70%
Acceso al Mercado	VA	70%

Situación de Pobreza	VA	70%
----------------------	----	-----

$$VE = 70 + 70 + 70 = 210/3 = 70\%$$

4.3.4. Vulnerabilidad social

La pobreza afecta a amplios sectores de la población, y un factor determinante de ello son la falta de empleo y los bajos niveles de ingreso que obtienen por las actividades de sobrevivencia que realizan.

Socialmente la población no tiene un nivel de organización y participación para prevenir y responder ante situaciones de emergencias ocasionadas por un desastre.

A pesar de que existe oficina de Defensa Civil, de acuerdo a las encuestas realizadas se aprecia la falta de adhesión social, participación comunitaria en objetivos de desarrollo local y social. Individualmente se observa cierto grado de respuesta ante ocurrencias naturales, pero muy focalizados; también debido a la falta e implementación de equipos que ayuden ante estos eventos naturales por inundaciones, sucede ciertas descoordinaciones entre la población y esta oficina.

Se muestra una calificación de Vulnerabilidad Alta 80% de acuerdo a lo observado en campo (Cuadro 22).

Cuadro 22. Vulnerabilidad social

TIPO	VULNERABILIDAD	% DE VULNERABILIDAD DETERMINADA POR EL INVESTIGADOR
Organización	VMA	85%
Participación	VA	75%

$$VS = 85 + 75/2 = 80\%$$

4.3.5. Vulnerabilidad educativa

La educación y capacitación de la población en temas de concientización del peligro latente en que se encuentra la población del Centro Poblado de Nuevo Progreso son mínimas que se limitan a charlas dispersas entre la población, y no contando con planes de prevención ante las amenazas de sismo, inundación, deslizamiento o derrumbe, no contemplando una Prevención y Atención de Desastres - PAD, recayendo la responsabilidad sobre las autoridades.

Se muestra una calificación de Vulnerabilidad Alta 75% de acuerdo a lo observado en campo (cuadro 23).

Cuadro 23. Vulnerabilidad educativa

TIPO	vulnerabilidad	% de vulnerabilidad determinada por el investigador
------	----------------	---

Programa Educativo	VMA	76%
Alcance	VA	74%

$$VS = 76 + 74/2 = 75\%$$

4.3.6. Vulnerabilidad cultural e ideológica

Es todo lo relacionado al conocimiento, creencia, costumbre actitud, temor, etc., como sociedad, grupo humano o como individuo, el cual determina sus reacciones frente a cualquier desastre. Los valores, las relaciones mutuas, el comportamiento de las personas, determinan en cierto grado la solidaridad o el individualismo.

Es necesario cambiar las formas de pensar y sentir de la población a efectos de lograr un pensamiento en colectividad, en conjunto para poder reducir esta vulnerabilidad.

Se muestra una Vulnerabilidad Alta 66.6% debido al conocimiento de las causas y consecuencias de que tiene la población frente a la ocurrencia de este peligro (Cuadro 24).

Cuadro 24. Vulnerabilidad Cultural e ideológica

TIPO	vulnerabilidad	% de vulnerabilidad determinada por el investigador
------	----------------	---

Conocimiento ocurrencia	VM	50%
Percepción de la Población	VA	75%
Actitud frente a ocurrencia	VA	75%

$$VC = 50 + 75 + 75 = 200/3 = 66.6\%$$

4.3.7. Vulnerabilidad política e institucional

En lo Político e Institucional, las Autoridades Locales y del Gobierno distrital, provincial y Regional, por diferentes motivos y principalmente por la centralización de los recursos, es que probablemente nunca pudieron realizar una gestión oportuna y eficiente de prevención de desastres para este distrito, la cual ha implicado el descuido para la implementación de equipos que ayuden a solucionar los desastres naturales, ante estos eventos que ocasionan la naturaleza.

Los pobladores organizados son los que tienen que hacer llegar sus necesidades a las autoridades para así hacer realidad sus peticiones de asistencia; deben de estar atentos y vigilantes en coordinación permanente con los todos las autoridades locales para identificar oportunamente los peligros y tomar decisiones políticas y de gestión con el propósito de reducir el riesgo ante la posibilidad de una de la ocurrencia de un desastre.

Se muestra una calificación de vulnerabilidad muy alta 77.5%, de acuerdo a las informaciones vertidas por algunos pobladores y autoridades locales de Nuevo Progreso (Cuadro 25).

Cuadro 25. Vulnerabilidad política e institucional

TIPO	VULNERABILIDAD	% DE VULNERABILIDAD DETERMINADA POR EL INVESTIGADOR
Autonomía local	VA	75%
Liderazgo Político	VA	75%
Participación ciudadana	VMA	90%
Coordinaciones	VA	70%

$$VP = 75 + 75 + 90 + 70 = 310/4 = 77.5\%.$$

4.3.8. Vulnerabilidad científica y técnica

El conocimiento de la población sobre la ocurrencia y el procedimiento de prevención ante un desastre son casi nulos. La población se ocupa en sus actividades diarias que es la agricultura, el comercio, entre otros, la población tiene educación, pero casi en su mayoría no han terminado su primaria, existiendo un desinterés en la prevención.

Existe la intención de algunos pobladores como el alcalde y el personal administrativo de la Municipalidad de Nuevo Progreso que realizó peticiones sobre un tratamiento de prevención de desastres y determinación de áreas vulnerables del cauce del río Huallaga ante instituciones de gobierno, existiendo documentos sustentatorios en la Municipalidad de Nuevo Progreso.

Se muestra una calificación de vulnerabilidad muy alta 88.3%, de acuerdo a las informaciones vertidas por algunos pobladores y autoridades locales de Nuevo Progreso (Cuadro 26).

Cuadro 26. Vulnerabilidad científica y técnica

TIPO	VULNERABILIDAD	% DE VULNERABILIDAD DETERMINADA POR EL INVESTIGADOR
Investigación. De Desastres	VMA	80%
Instrumentos Sensores	VMA	95%
Cumplen Recomendación	VMA	90%

$$VP = 80 + 95 + 90 = 265/3 = 88.3\%.$$

4.3.9. Vulnerabilidad total

Determinación general de la vulnerabilidad total se muestra en el campo involucrado en el estudio se realizó de acuerdo a la sumatoria del nivel de vulnerabilidad, a excepción de la vulnerabilidad física (Cuadro 27):

Cuadro 27. Vulnerabilidad total

TIPOS	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25%	26% - 50%	51% - 75%	76% - 100%
Natural y Ecológica (NE)				80.0%
Física (F)			75%	77.5%
Económica (EC)			70.0%	
Social (S)				80.0%
Educativa (ED)			75.0%	
Cultural e Ideológica (CI)			66.6%	
Política e Institucional (PI)				77.5%
Científica Tecnológica (CT)				88.3%

Realizando la sumatoria de todas las vulnerabilidades excepto la vulnerabilidad física obtenemos lo siguiente:

$$V1 = \text{NE} + \text{EC} + \text{S} + \text{ED} + \text{CI} + \text{PI} + \text{CT}$$

$$V1 = 80.00\% + 70.00\% + 80.0\% + 75.0\% + 66.6\% + 77.5\% + 88.3\%$$

$$V1 = 537.4\% / 7 = 76.77\%$$

La vulnerabilidad física tiene un peso "valorativo" mayor que las demás vulnerabilidades, por lo que lo promediamos con la sumatoria de todas ellas:

$$VT = VF + V1$$

$$VT = 77.5\% + 76.77\%$$

$$VT = 77.14\%$$

Los resultados obtenidos en el Cuadro 28 se observa que el valor porcentual de 77.14% corresponde a una calificación de vulnerabilidad muy alta.

4.4. Cálculo de riesgos





Luego de identificado y cuantificado los peligros y las vulnerabilidades del cauce del río Huallaga se procedió a determinar los niveles de riesgo y estimar el total de daños o los impactos esperados ante la ocurrencia de un fenómeno determinado.

Luego utilizando la matriz de doble entrada con los respectivos valores encontrados en cuantificación de peligro y las vulnerabilidades establecidas tenemos:

Cuadro 28. Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo muy Alto	Riesgo muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo muy alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad muy Alta

LEYENDA:

→		Riesgo Bajo. (< de 25%).
		Riesgo Medio (26% al 50%)
		Riesgo Alto (51% al 75%)
		Riesgo Muy Alto (76% al 100%)

Cuadro 29. Estimación de peligro y vulnerabilidad

TIPO DE PELIGRO	GRADO	VULNERABILIDAD	RIESGO
Inundación	PMA	VA	RMA
Erosión Fluvial	PA	VA	RA
Evaluación Sísmica	PM	VA	RM
Contaminación Ambiental	PM	VA	RM

Analizando el riesgo según este cuadro se deduce lo siguientes:

Peligro de Inundación	$PMA \times VA =$ RIESGO MUY ALTO
Erosión fluvial	$PA \times VA =$ RIESGO ALTO
Peligro de Sismo	$PM \times VA =$ RIESGO MEDIO
Contaminación Ambiental y ecológica	$PM \times VA =$ RIESGO MEDIO

Teniendo en cuenta que el valor de la vida humana es incalculable solo mencionaremos la cantidad de afectados respecto al peligro de inundación dependiendo la ubicación de sus predios a orillas del río Huallaga en donde la ciudad del mismo nombre alberga 628 viviendas con 3000 habitantes aproximadamente en el área urbana.

4.5. Mapas de simulación de inundaciones con diferentes periodos de retorno, comportamiento hidrológico de profundidades y velocidades del río Huallaga de la localidad de Nuevo Progreso

4.5.1. Erosión hídrica

Se muestran en las figuras los afectados directamente de toda la orilla del río Huallaga desde la localidad conocida como Cucarachas hasta la progresiva 4+000 aguas abajo, en la cual se ven involucradas el área urbana de la ciudad de Nuevo Progreso. De acuerdo a los datos levantados respecto al peligro contaminación ambiental consideramos pertinente reconocer la acumulación de desechos sólidos a orillas del río Huallaga.

El peligro de erosión hídrica afecta directamente a las propiedades que se encuentran a orillas del río Huallaga pero también es importante acotar que está socavando los taludes del río Huallaga y de colapsar perjudicaría directamente a las viviendas cercanas pudiendo ampliarse a áreas urbanas.

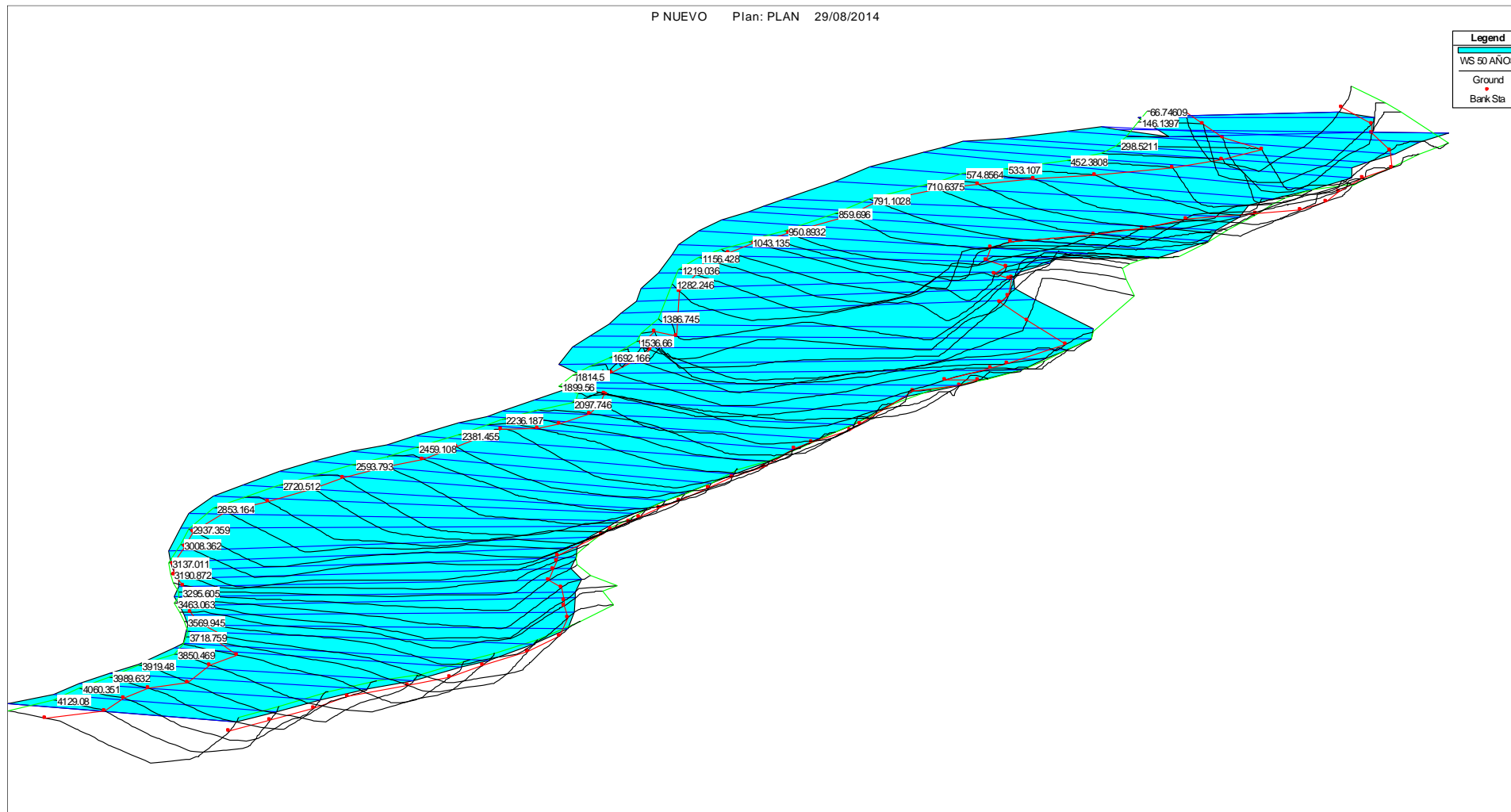


Figura 6. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50 años

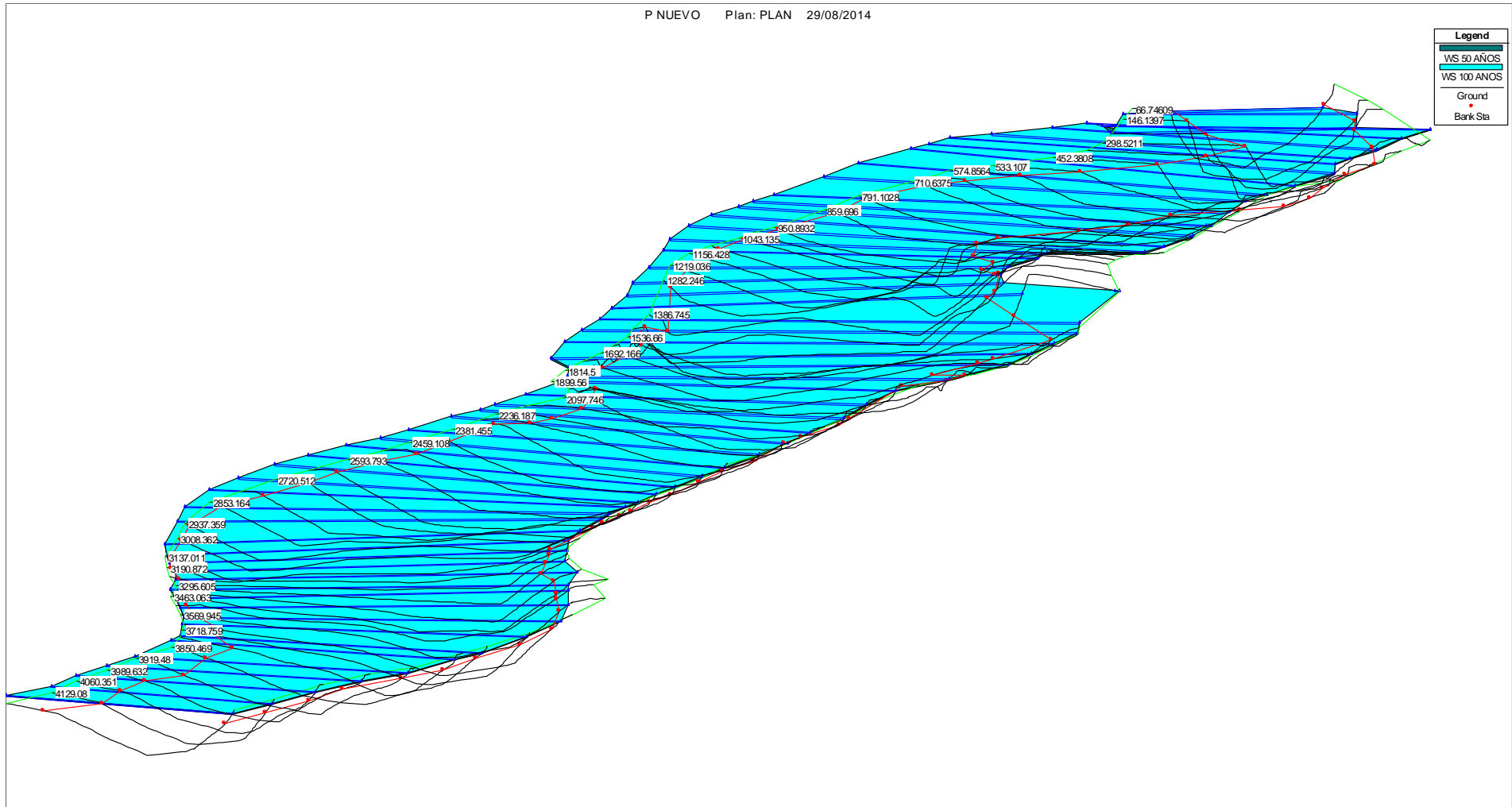


Figura 7. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50 y 100 años

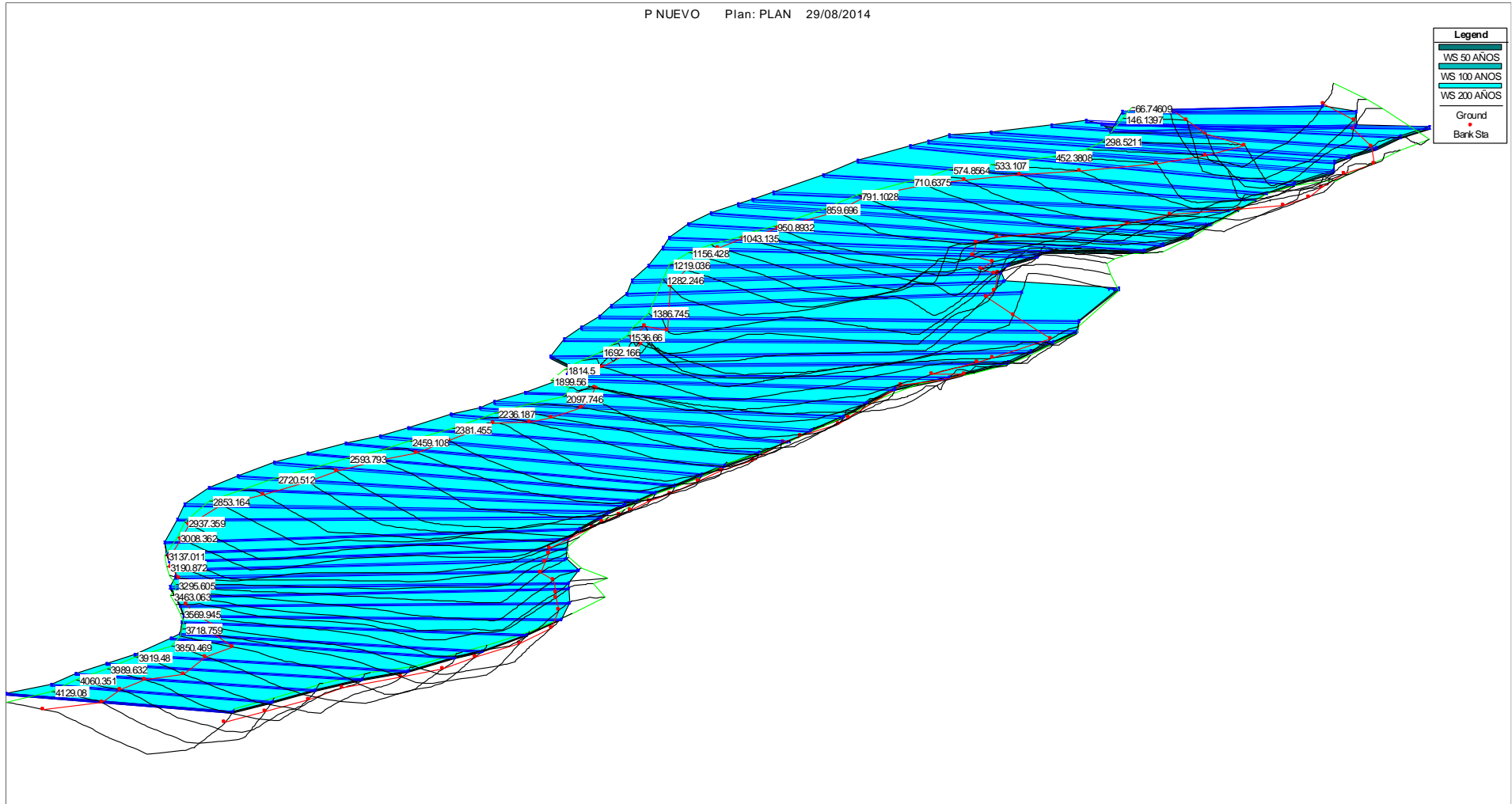


Figura 8. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50, 100 y 200 años

P NUEVO Plan: PLAN 29/08/2014

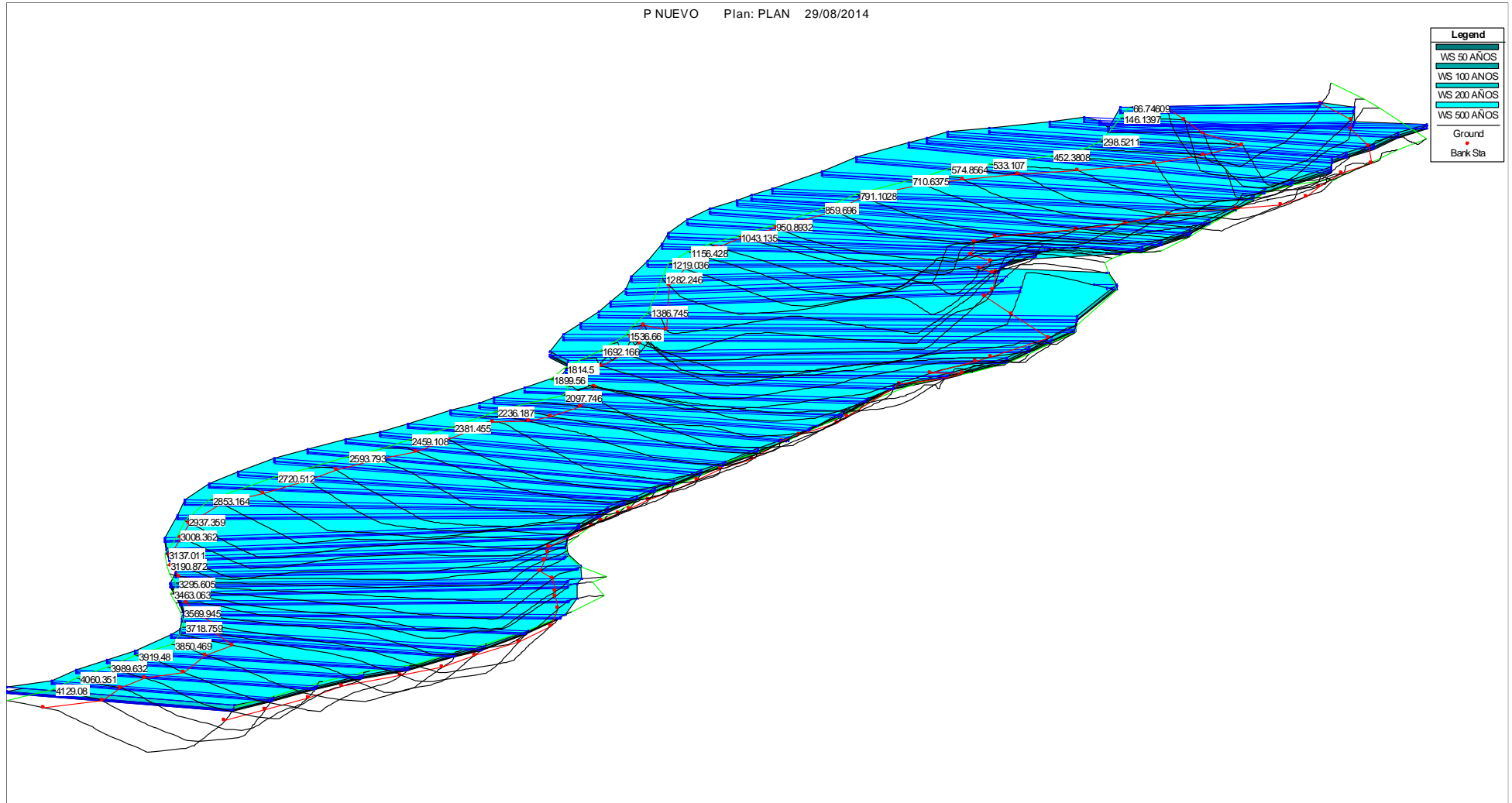


Figura 9. Modelado 3D en el software HEC- RAS 4.1.0 del rio Huallaga con un periodo de retorno de 50, 100, 200 y 500años

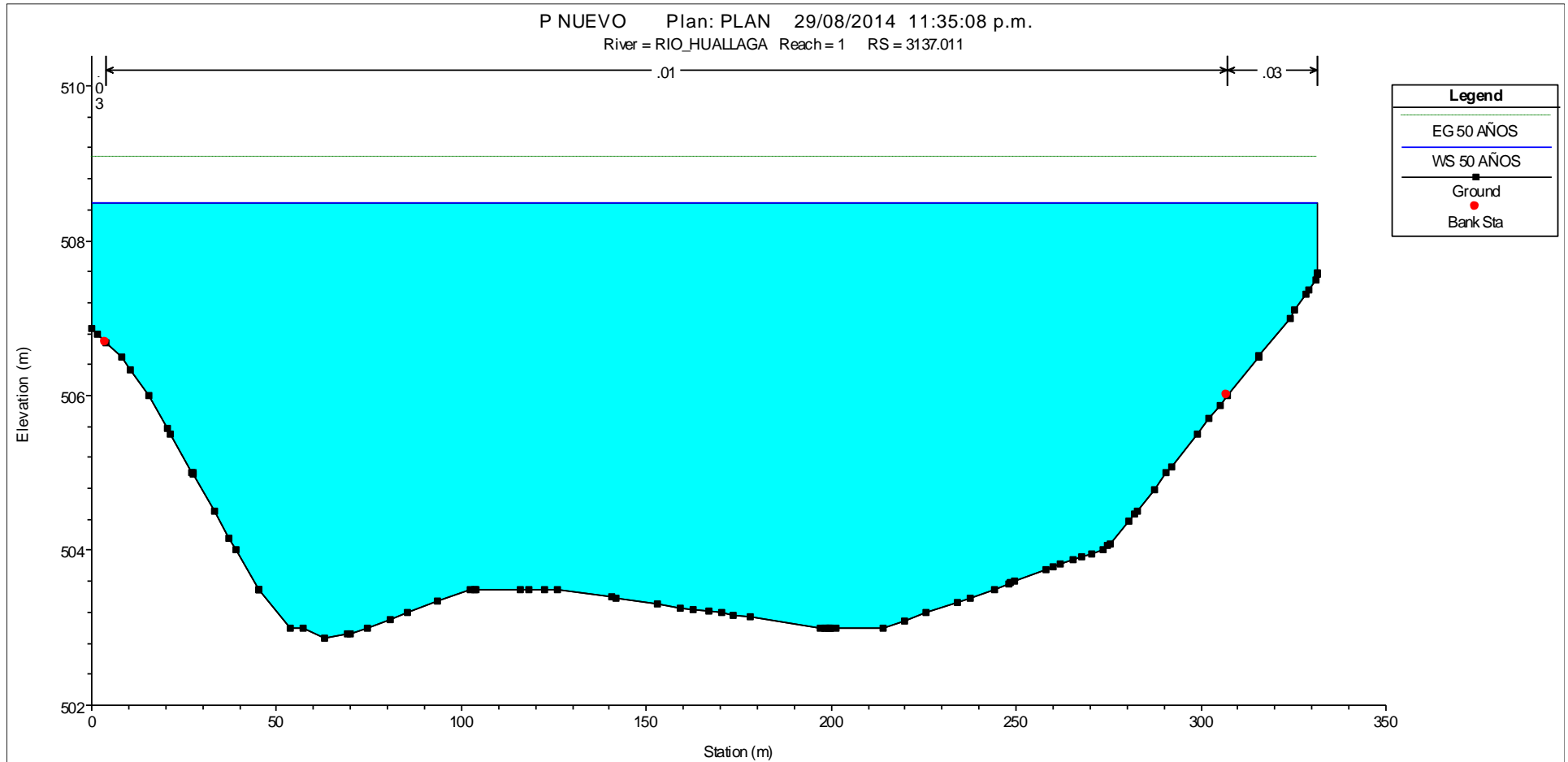


Figura 10. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 50 años

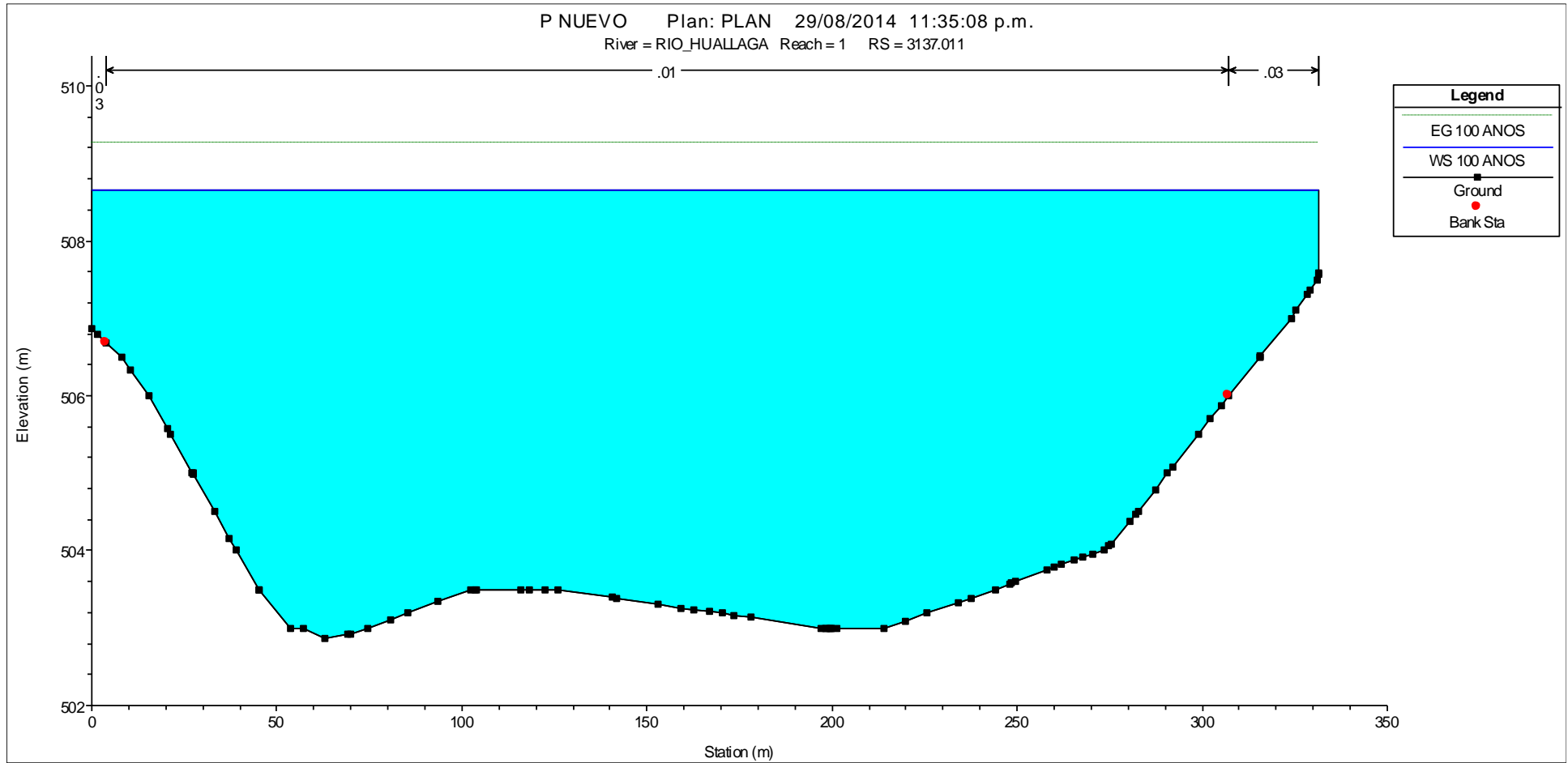


Figura 11. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 100 años

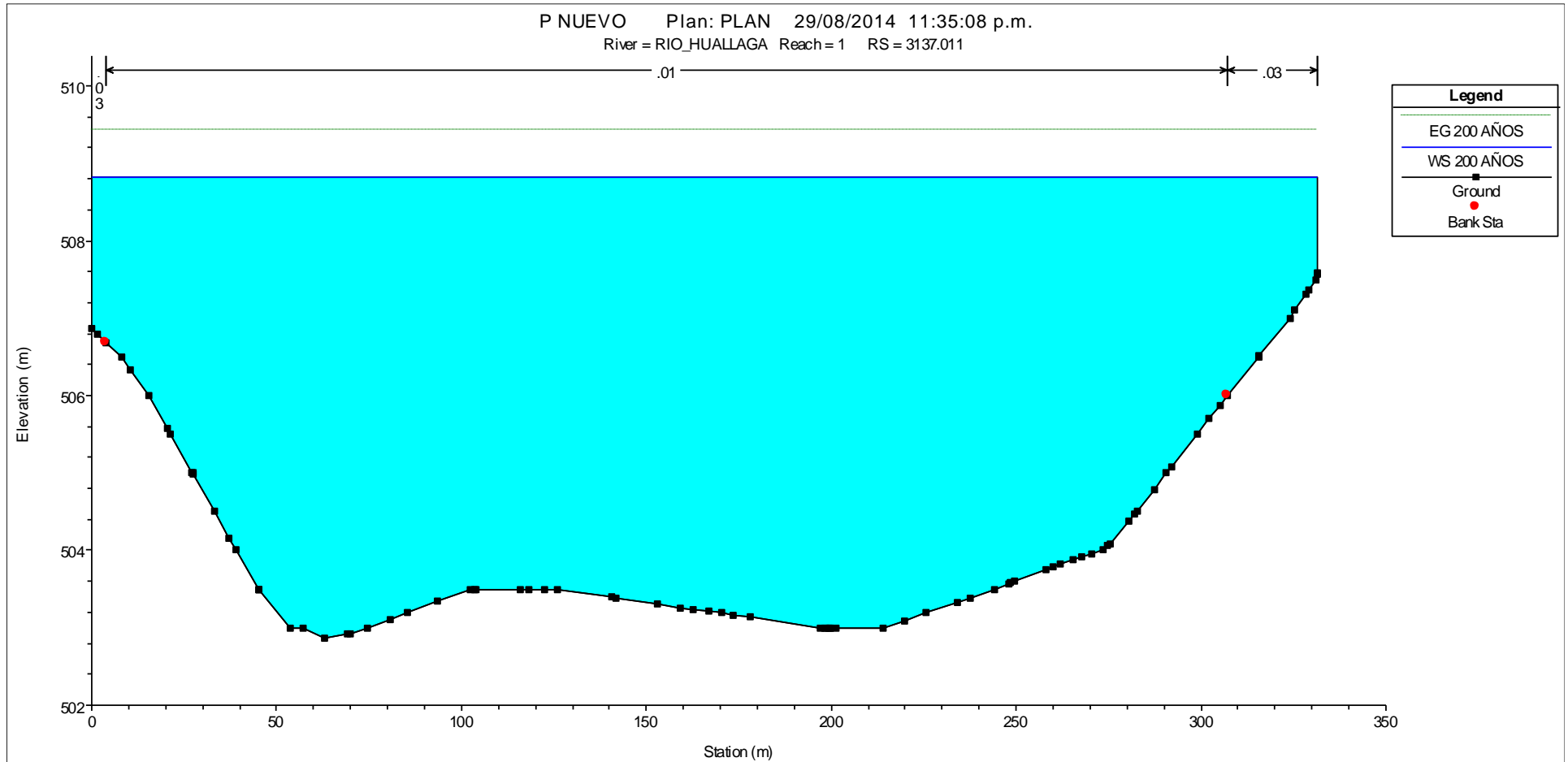


Figura 12. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 200 años

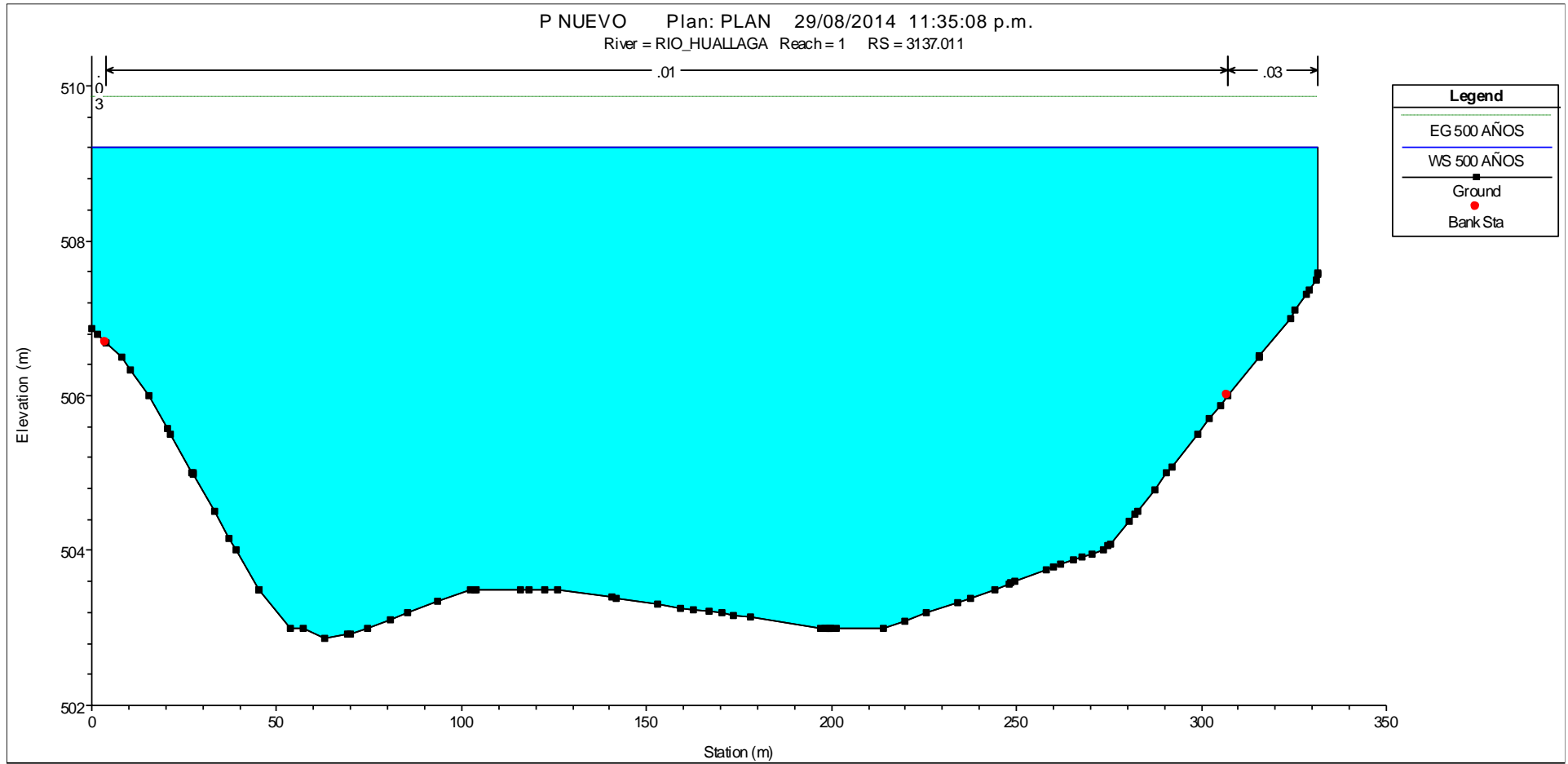


Figura 13. Perfil transversal del rio Huallaga para un periodo de retorno de 500 años

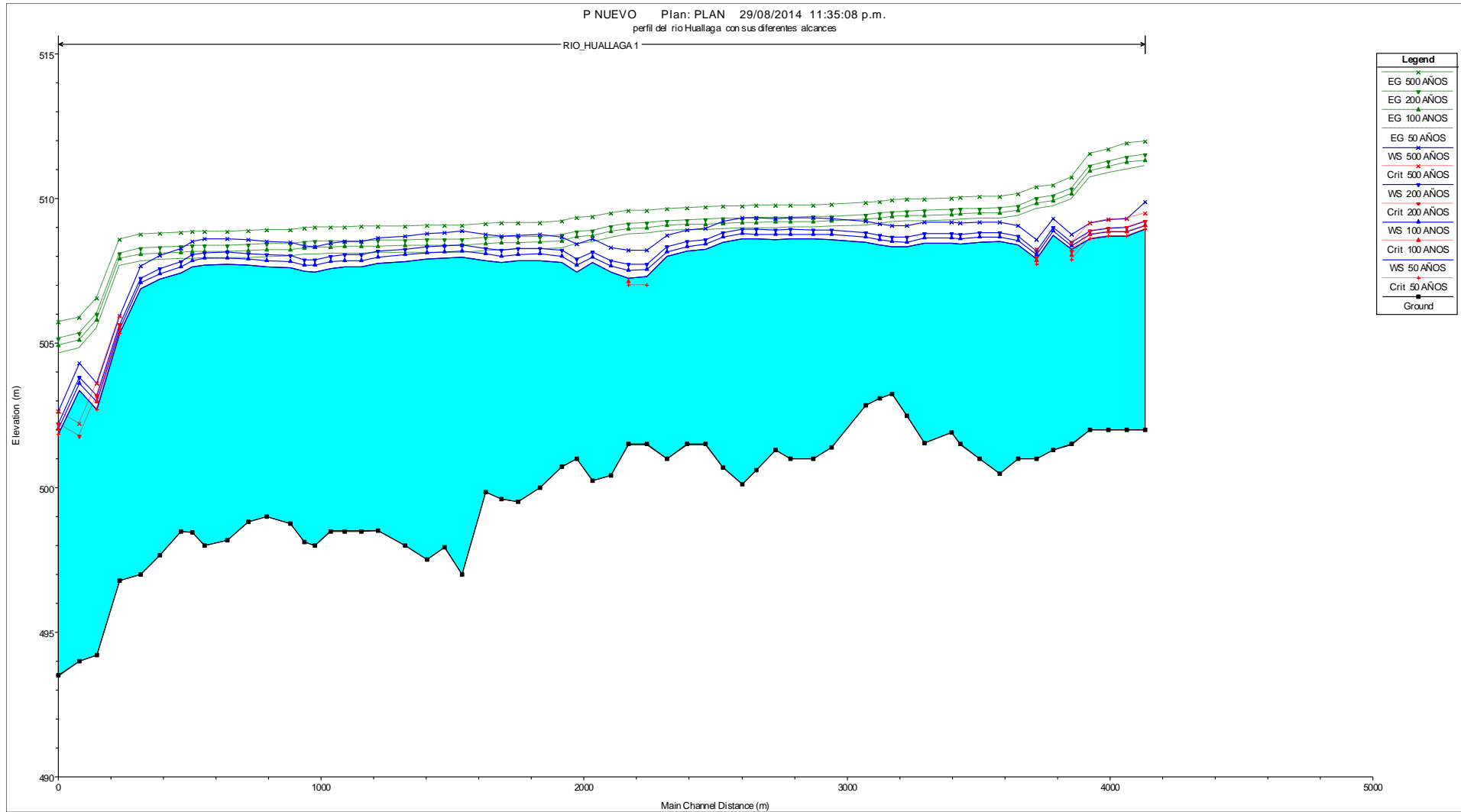


Figura 14. Perfil longitudinal del rio Huallaga para los diferentes periodos de retorno

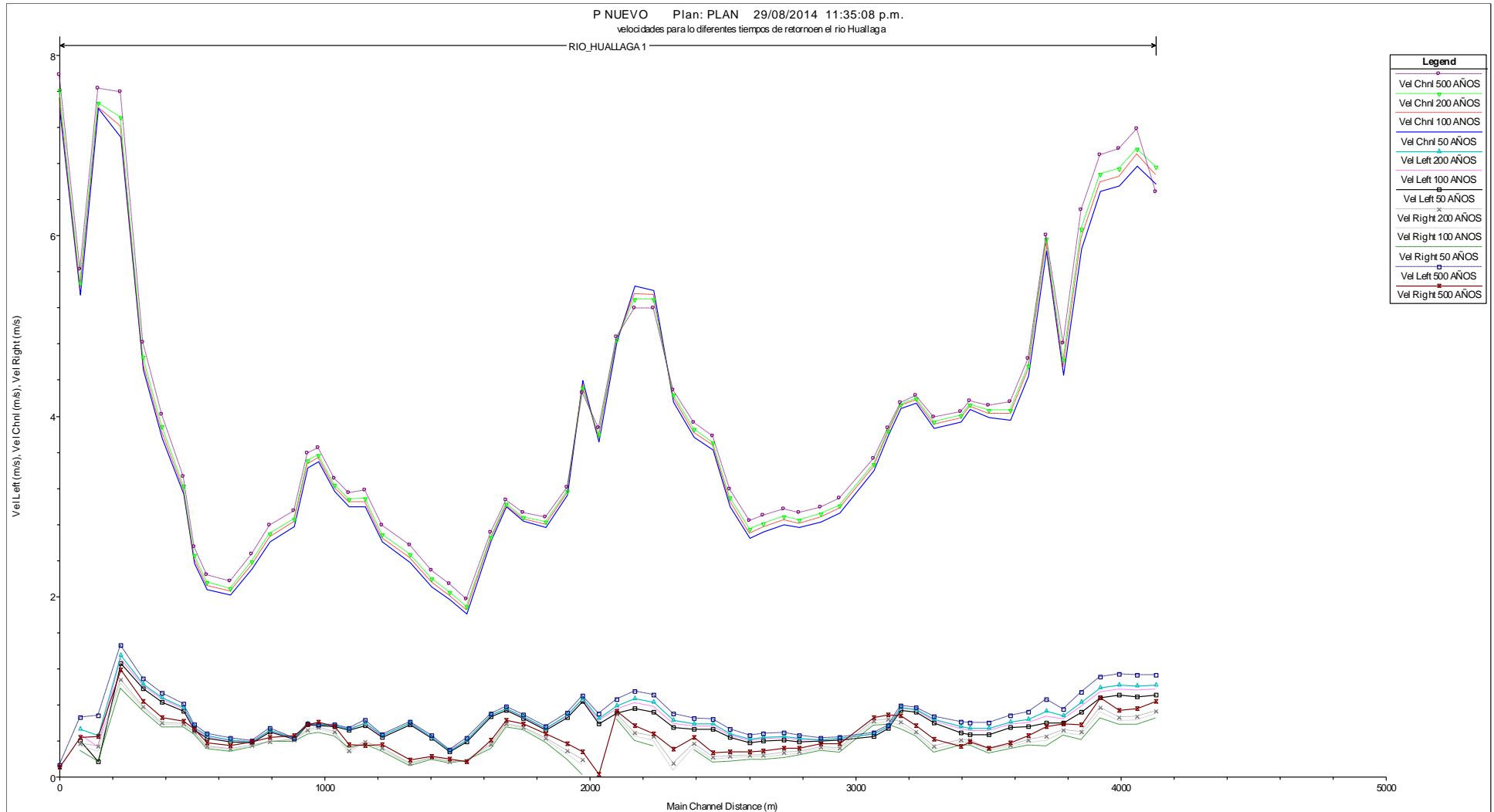
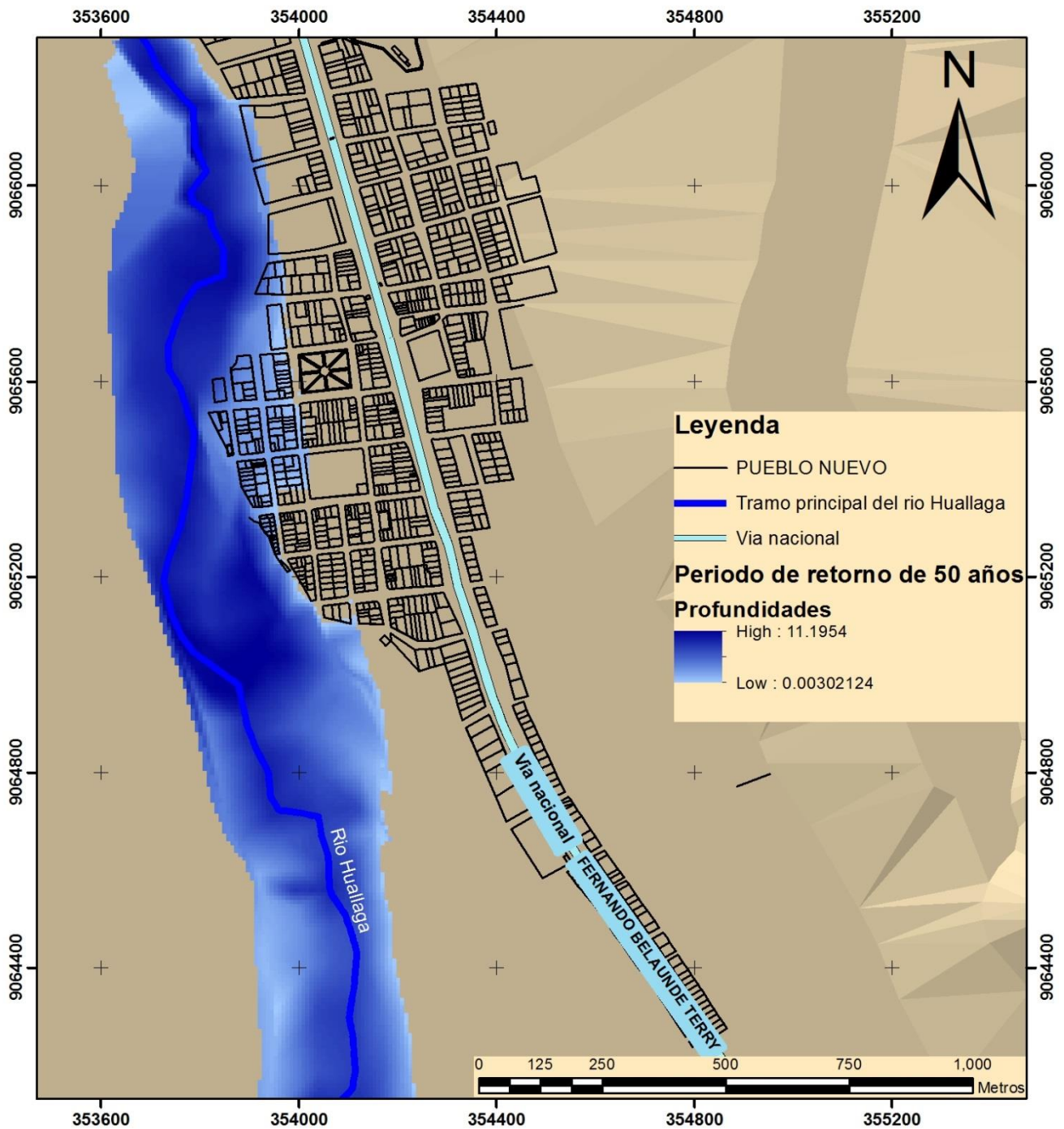


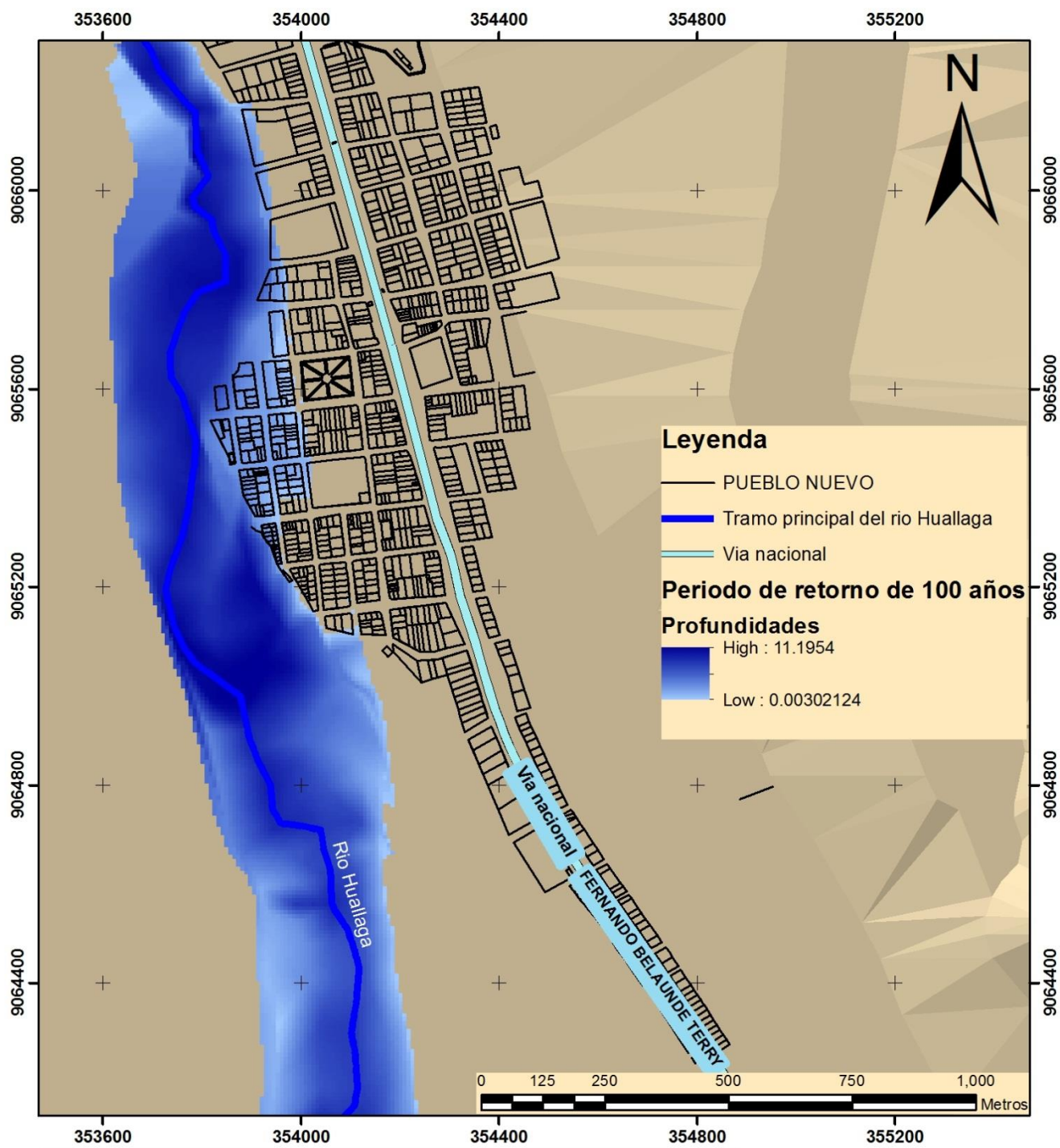
Figura 15. Velocidades en m/s alcanzadas en los diferentes perfiles



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
DISTRITO DE NUEVO PROGRESO	
MAPA DE SIMULACION DE INUNDACION CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS	
UBICACIÓN	WGS_1984_UTM_Zone_18S
PROV. TOCACHE	ESCALA 1/10 000
DEPART. DE SAN MARTIN	domingo, 31 de agosto de 2014
ELABO POR. JIMENEZ SALINAS, Eduardo	



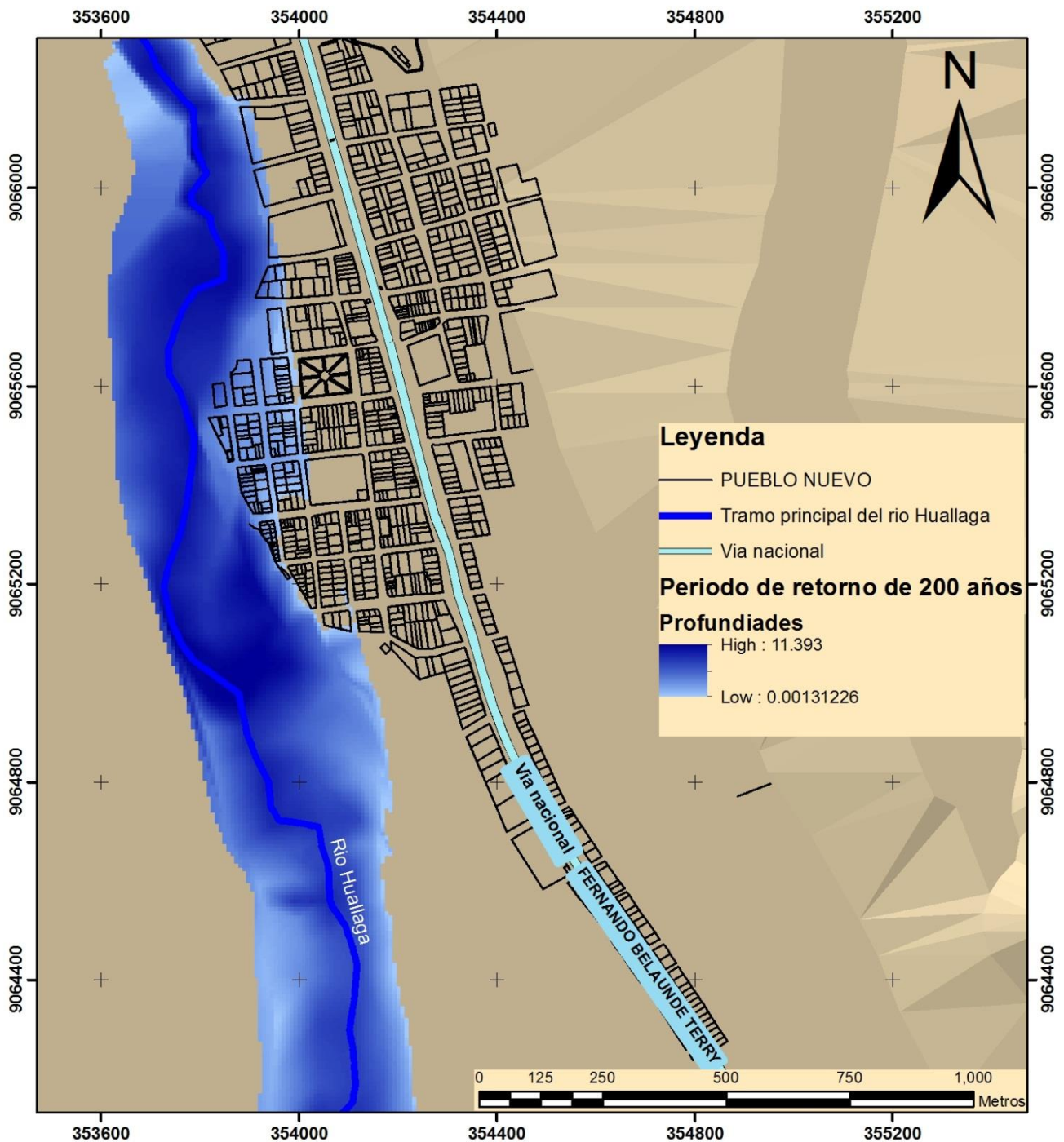
Figura 16. Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 50 años



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
DISTRITO DE NUEVO PROGRESO	
MAPA DE SIMULACION DE INUNDACION CON PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS	
UBICACIÓN	WGS_1984_UTM_Zone_18S
PROV. TOCACHE	ESCALA 1/10 000
DEPART. DE SAN MARTIN	domingo, 31 de agosto de 2014
ELABO POR. JIMENEZ SALINAS, Eduardo	



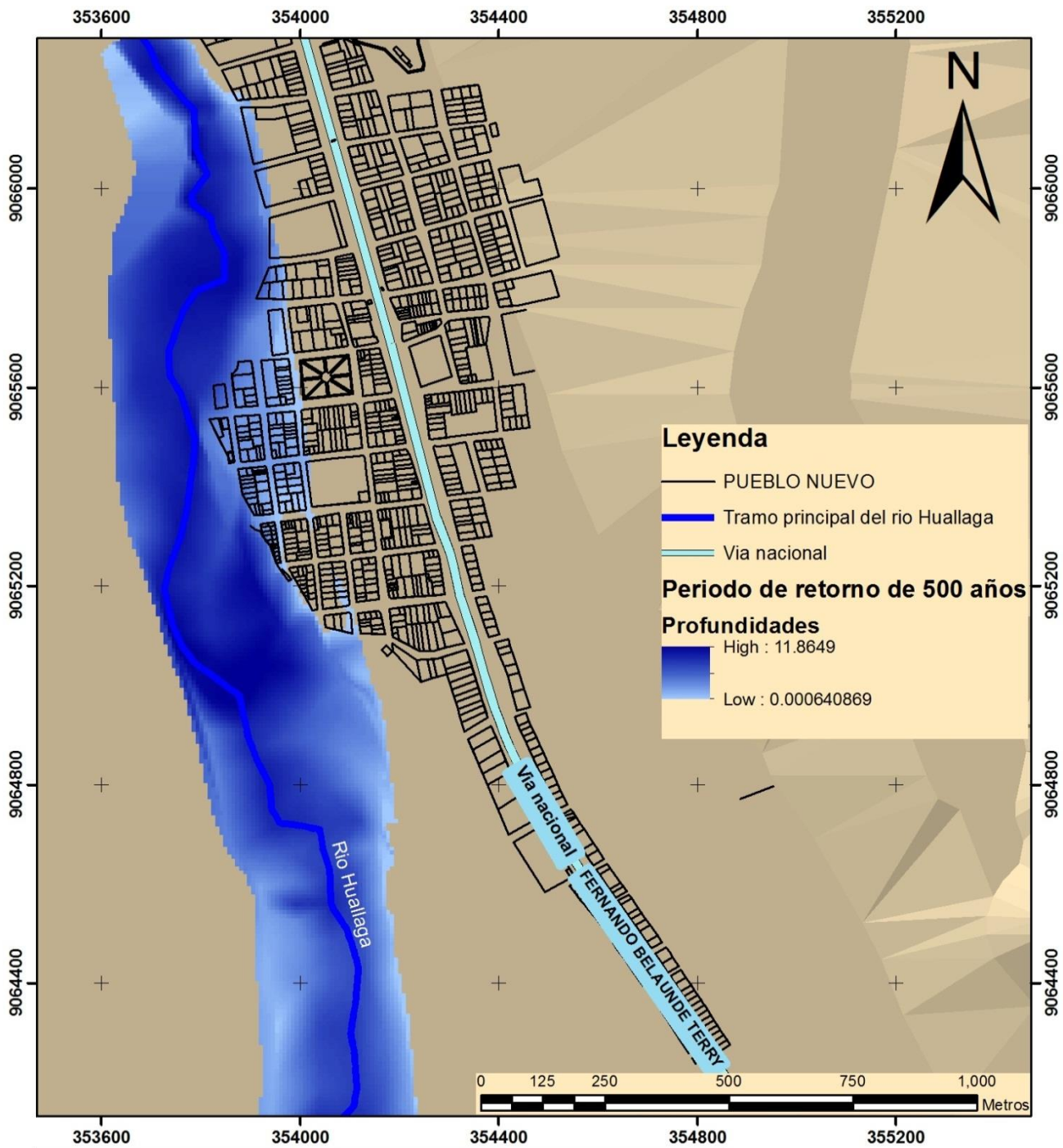
Figura 17. Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 100 años



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
DISTRITO DE NUEVO PROGRESO	
MAPA DE SIMULACION DE INUNDACION CON PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS	
UBICACIÓN	WGS_1984_UTM_Zone_18S
PROV. TOCACHE	ESCALA 1/10 000
DEPART. DE SAN MARTIN	domingo, 31 de agosto de 2014
ELABO POR. JIMENEZ SALINAS, Eduardo	



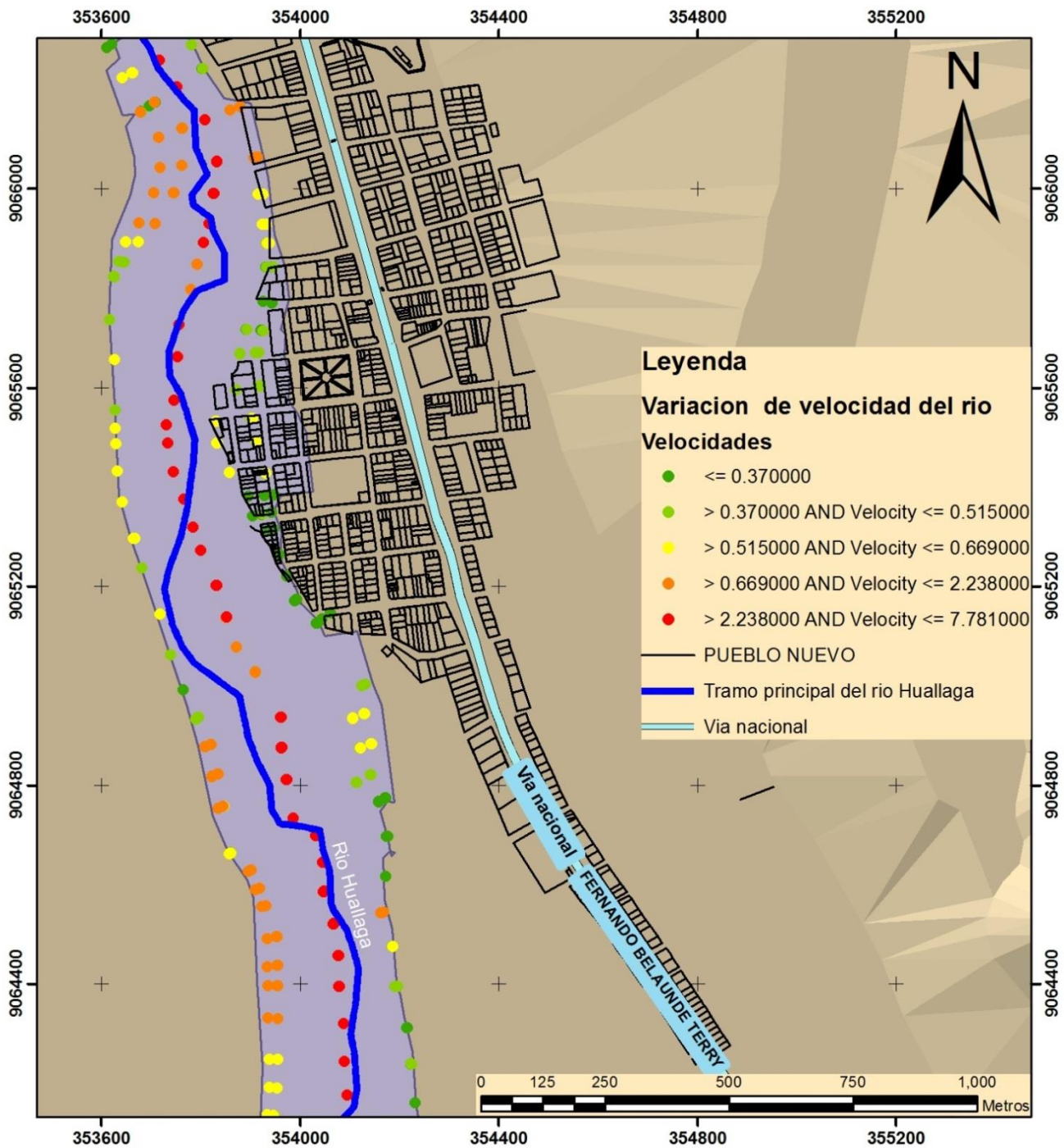
Figura 18. Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 200



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
DISTRITO DE NUEVO PROGRESO	
MAPA DE SIMULACION DE INUNDACION CON PERIODO DE RETORNO DE 500 AÑOS	
UBICACIÓN	WGS_1984_UTM_Zone_18S
PROV. TOCACHE	ESCALA 1/10 000
DEPART. DE SAN MARTIN	domingo, 31 de agosto de 2014
ELABO POR. JIMENEZ SALINAS, Eduardo	



Figura 19. Mapa de simulación de inundación en la ciudad de Nuevo Progreso para un periodo de retorno de 500



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	
DISTRITO DE NUEVO PROGRESO	
MAPA DE SIMULACION DE INUNDACION CON VARIACION DE VELOCIDADES	
UBICACIÓN	WGS_1984_UTM_Zone_18S
PROV. TOCACHE	ESCALA 1/10 000
DEPART. DE SAN MARTIN	domingo, 31 de agosto de 2014
ELABO POR. JIMENEZ SALINAS, Eduardo	



Figura 20. Mapa de simulación de inundación con zonas de máximas y mínimas velocidades

V. DISCUSIÓN

La cercanía o lejanía a las riberas del río Huallaga que son relevantes para calificar directamente el grado de peligrosidad, debido a ello se considera de mayor peligro a viviendas que se encuentran hasta 30 m del margen del río Huallaga y por el contrario de menor peligrosidad a aquellos que se encuentran lejos del margen del río peligro muy alto 80%. La probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, va a depender del grado de resiliencia infraestructura física y/o el medio ambiente. El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: por un lado, de carácter natural; y, por otro de carácter tecnológico o generado por la acción del hombre (JIMÉNEZ, 2004).

La vulnerabilidad existente en la localidad de Nuevo Progreso corresponde a una calificación muy alta con un valor porcentual de 77.14 % (Cuadro 27). Debido a la creciente importancia de los desastres, ha adquirido relevancia y actualidad el término vulnerabilidad. Desde el punto de vista general, puede definirse como la probabilidad de que una comunidad, expuesta a una amenaza natural, según el grado de fragilidad de sus elementos (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta, desarrollo político-institucional y otros), pueda sufrir daños

humanos y materiales. La magnitud de esos daños, a su vez, también está relacionada con el grado de vulnerabilidad (CEPAL, 2000).

Se analizó toda la rivera del río. La erosión fluvial es el factor que presenta mayor atención pues viene socavando las orillas del río, haciendo que estas orillas por efecto de la fuerza del caudal dañan las orillas por la erosión fluvial producida por el aumento del caudal en épocas de lluvias. Por tanto el nivel de peligro por erosión fluvial se aprecia como peligro alto 75%. La Estimación del Riesgo en Defensa Civil, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado, probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura (INDECI, 2006).

En lo Político e Institucional, son las Autoridades Locales y del Gobierno distrital, provincial y Regional, la centralización de los recursos, que no realizan una gestión oportuna y eficiente de prevención de desastres para este distrito, la cual ha implicado el descuido para la implementación de equipos que ayuden a solucionar los desastres naturales, ante estos eventos que ocasionan la naturaleza. Los pobladores organizados son los que tienen que hacer llegar sus necesidades a las autoridades para así hacer realidad sus peticiones de asistencia; deben de estar atentos y vigilantes en coordinación permanente con los todos las autoridades locales para identificar

oportunamente los peligros y tomar decisiones políticas y de gestión con el propósito de reducir el riesgo ante la posibilidad de una de la ocurrencia de un desastre. El grado de vulnerabilidad considerado en este rubro tiene un rango de Vulnerabilidad Muy Alta 77.5%. La respuesta que logre desplegar una comunidad ante una amenaza de desastre "natural", 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 que posean sus miembros. 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 (WILCHES-CHAUX, 1989).

Los mapas de simulación es una interpretación que se le da a datos obtenidos a partir de indicadores, la escorrentía superficial y erosión de suelo son las mayores amenazas ante los problemas de inundaciones. Teniendo en cuenta que el valor de la vida humana es incalculable solo mencionaremos la cantidad de afectados respecto al peligro de inundación dependiendo la ubicación de sus predios a orillas del río Huallaga en donde la ciudad del mismo nombre alberga 628 viviendas con 3000 habitantes aproximadamente en el área urbana. Así mismo para el peligro de Erosión hídrica, se considera los afectados directamente de todo la orilla del río Huallaga desde la localidad conocida como Cucarachas hasta la progresiva 4+000 aguas abajo, en la cual se ven involucrados el área urbana de la ciudad

de Nuevo Progreso. De acuerdo a los datos levantados respecto al peligro contaminación ambiental consideramos pertinente reconocer la acumulación de desechos sólidos a orillas del río Huallaga. El mapeo regional de riesgos de erosión de suelo es cada vez una necesidad de agencias ambientales nacionales e internacionales para la planificación de catástrofes naturales (BISSONNAIS, 2001).

VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó mediante los indicadores riesgos peligros y vulnerabilidades tienen un alto valor significativo con un peligro de 80 % (peligro muy alto), riesgo muy alto y una vulnerabilidad 77.14 % (muy alta). La localidad de Nuevo Progreso, distrito de Nuevo Progreso Provincia de Tocache, presenta condiciones poco adecuadas de las viviendas y las construcciones. Las viviendas son de material noble y maderas, haciendo vulnerable estas edificaciones y poniendo en peligro a sus habitantes, además de encontrarse asentado algunas viviendas sobre depósitos fluviales y cercanos al río Huallaga.
2. De las 628 familias y viviendas existente en la localidad de Nuevo Progreso (Nuevo Progreso, AA.VV. Las Estrellas, Brisas del Huallaga, Cucaracha, Manteca), casi en su totalidad se encuentra en peligro, las viviendas se encuentran expuestas directamente a inundación por su ubicación espacial al borde derecho del Río Huallaga, y el riesgo calculado de daños sería de más de 250 (39.8%) viviendas aproximadamente debido a la localización y ubicación ondulada del centro poblado de Nuevo Progreso, y afectaría a 1250 habitantes, considerando 5 habitantes por vivienda. La población no está

organizada, no tiene capacidad de respuesta ante este tipo de eventos y no tiene los medios económicos para afrontar cualquier emergencia.

3. Se realizó la simulación hidráulica con diferentes periodos de retorno, en la cual se eligió un $T = 500$ años, debido que con este valor se obtuvo un mapa de llanura de inundación, velocidades y profundidad (tirante) más crítico.

VII. RECOMENDACIONES

1. El Municipio distrital de Nuevo Progreso y los centros poblado de Nuevo Progreso, deberán vigilar y realizar acciones para unas correctas condiciones urbanísticas, con adecuado planeamiento y diseño de estructuras de acuerdo al tipo de suelo en donde se encuentra asentado, considerando condiciones antisísmicas (Norma N.T.E. 030 SISMOS), Norma E-80 y Reglamento Nacional de Construcciones (RNC).
2. El efecto socioeconómico que causaría un desastre en el Centro Poblado de Nuevo Progreso se podría aminorar grandemente con acciones de coordinación y trabajo así como de prevención entre las autoridades y población en general con el fin de tomar conciencia ante el peligro en que se encuentran, pudiendo realizar Charlas de Capacitación y de prevención.
3. Realizar campañas de concientización y capacitación sobre temas de la Contaminación Ambiental con docentes y personal del MINSA.
4. Priorizar la construcción de muro de defensa ribereña (Estructura de enrocado)

5. Efectuar la reforestación en las riberas del río Huallaga en coordinación con el Ministerio de Agricultura.
6. Realizar estudio de tratamiento de residuos sólidos para mitigar efectos contaminantes a la población.
7. Apoyar en aspectos organizativos y de gestión al Comité de Defensa Civil de la localidad de Nuevo Progreso.
8. La autoridad local y la población deberán tomar acciones mediatas e inmediatas a través de organizaciones comunales y con apoyo de instituciones privadas, para disminuir los riesgos en que vive la población.
9. La disminución de los riesgos está directamente relacionada con la minimización de las vulnerabilidades.

VIII. ABSTRACT

Natural phenomena have been present throughout the history of the evolution of our planet and today a lot of damage in terms of loss of human, economic and environmental changes in lives. Therefore in the present investigation has been proposed as objectives, identify the risks, dangers and vulnerabilities of the town of Nuevo Progreso through indicators that favor the development of the threat to flooding, Create maps flood simulation with different return periods , hydrological behavior of depths and speeds of the Huallaga River in the town of Nuevo Progreso. The study was conducted in the town of Nuevo Progreso, politically located in Nuevo Progreso, Tocache province, region San Martin district. To this end, the Geographic Information System (GIS) was used as a tool for drawing maps for both vulnerability and threats and thus get a sense that guides us to the risk management in the area where these natural events occur . After the investigation, the results show that of the 628 families and dwellings in the town of Nuevo Progreso, almost all are in danger, houses are directly exposed to flood their spatial location on the right bank of the Huallaga River, calculated the risk of damaging more than 250 homes (about 39.8%) due to the location and wavy location of the population center of Nuevo Progreso, which would affect 1,250 inhabitants, including 5 inhabitants per dwelling. The population is not organized, have no capacity to respond to such events and has the financial means to meet any emergency,

given that they are in a very high level of risk, which is demonstrated in the maps generated in the study.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA INTERNACIONAL PARA EL DESARROLLO DE ESTADOS UNIDOS. US (USAID). 2000. Manejo de cuencas hidrográficas para la reconstrucción después de los huracanes y reducción de los desastres naturales ante los desastres naturales. 2 ed. New York, EEUU, 20 p.
- APHA, AWWA, WPCF. 1992. Método normalizado para el análisis de aguas potables y residuales. Ediciones Díaz de Santos, S.A. España. 1143 p.
- BISSONNAIS, Y. 2001. Mapping erosion risk for cultivated soil in France. *Catena* 46 - 207-220.
- COMISIÓN ECONÓMICA DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE (CEPAL). 1999. Honduras evaluación de los daños ocasionados por el Huracán Mitch 1998: sus implicaciones para el desarrollo económico, social y del medio ambiente. Honduras. 104 p.
- FORSYTHE, W. 1975. Manual de laboratorio de física de suelos. Edición instituto interamericano de ciencias agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 211p.
- GUEVARA, R. y LUNA, M. 2002. Presentación "Avances Metodológicos sobre Valoración Económica de Servicios Ambientales Derivados de Bosques Tropicales y Sistemas Agroforestales". III Congreso Nacional Agroforestal. Ilheus – Bahía. Brasil. 214 p.

- HEC-RAS (River Analysis System).1995. Hydraulic reference manual. Versión 1.0. Davis. C.A. US Army Corps of Engineers.
- HEC-RAS (River Analysis System). 2001. Hydraulic reference manual Version 3.0. Davis. C.A. US Army Corps of Engineers.
- HEC-HMS (Hydrologic modeling system). 2000. Technical reference manual Davis. CA. US Army Corps of Engineering Center.
- HERNÁNDEZ, R. FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. 1998. Metodología de la Investigación. 2^{da} Edición. Edit. Mc Graw Hill, Interamericana. México.
- IBAÑEZ, J. 2005. La estructura del suelo por Antonio López Lafuente. [En línea]:MADRIMASD<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2005/10/19/7437>. 19 de oct 2012).
- INDECI. 2006. Manual Básico para la Estimación de Riesgos. Lima, Perú. 73 p.
- INGEMMET. 2009. Instituto Nacional Geológico Minero y Metalúrgico. En Línea:http://www.ingemmet.gob.pe/publicaciones/serie_a/mapas/indice.htm, 30 de Noviembre del 2012).
- JIMÉNEZ, F. 2004. Apuntes clase del curso de Manejo de Desastres Naturales. CATIE 2004.
- JIMÉNEZ, F., FAUSTINO, G., VELÁSQUEZ, S. 2004. Análisis integral de la vulnerabilidad de amenazas naturales en cuencas hidrograficas de América Latina. CATIE. 96 p
- LAVELL, A. 1993. Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. Los desastres no son naturales. Marskey. A. comp. CO. La Red. 111-127 p.

- MARTÍNEZ, R. 2001. Análisis de las metodologías habituales para la generación de modelos digitales del terreno Mapping N° 71. 87 p.
- MEJÍA, F. Fernando, PACHÓN G. John A. 2006. Monitoreo del clima para prevención de desastres en Manizales. Agenda Ciudadana del Medio Ambiente de Caldas. 35-45 p.
- MÉNDEZ, W. y MARCUCCI, E. 2005. Análisis Morfométrico de la Microcuenca de la quebrada Curucutí, Estado Vargas, Venezuela. Vol 47(1). [En línea]: (<http://www.fyl-unex.com/foro/publicaciones/norba/.les/10/p10.pdf>; Junio del 2012).
- MONSALVE, G. 2000. Hidrología en la Ingeniería. Escuela Colombiana de Ingeniería. Santafé de Bogotá, Colombia. 382 p.
- MURRAY, R. 1991. Spiegel Estadística Ed. McGraw-Hill, 2ª ed. 45 p.
- REATEGUI, P. 2009. Diagnostico Socioeconómico del Centro Poblado Menor de Castillo Grande. Tingo María, Perú. 93 pág.
- SENAMHI. 2006. Boletín Regional. Huánuco, Perú. 30 p.
- WILCHES-CHAUX, G. 1993. La vulnerabilidad Global. In Los desastres no son naturales. Marskey. A. Comp. CO. La Red. 76 p.

ANEXO

Anexo Panel Fotográfico de Riesgos Ambientales en Nuevo Progreso



Figura 21. Vista fotográfica de la fachada de una casa donde el propietario nos indica el nivel del agua producto del desborde del rio Huallaga el año pasado.



Figura 22. Vista fotográfica de la fachada de una casa donde se observa la huella del nivel donde llego el desborde del rio Huallaga que se da anualmente.



Figura 23. Vista fotográfica de casas en una de las calles ubicadas cerca al río donde se observa el deterioro de estas debido a las inundaciones que se dan anualmente.



Figura 24. Vista del interior de una casa donde se observa el nivel del agua por el desborde del río Huallaga que se da anualmente y la rotura de las paredes.



Figura 25. Vista fotográfica de casas en una de las calles ubicadas cerca al río donde se observa el deterioro de estas debido a las inundaciones que se dan anualmente.



Figura 26. Vista fotográfica de las respectivas mediciones para las progresivas.



Figura 27. Vista fotográfica donde se realizó la limpieza del terreno, para las respectivas mediciones del tramo, colocando su respectiva progresiva.



Figura 28. Vista fotográfica donde se observa la socavación producto de la erosión de suelos por la avenida del río Huallaga en épocas de invierno.



Figura 29. Vista fotográfica del donde se observa el grupo que estuvo acompañándome durante la recopilación de datos.

Anexo 2. Modelo de fichas para la identificación de peligros y análisis de vulnerabilidad

A. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL

REGION O DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO (Anexo, barrio, sector, etc.)	
NUMERO DE VIVIENDAS	NUMERO DE FAMILIAS	NUMERO PROMEDIO DE HIJOS POR FAMILIA		
SERVICIOS BASICOS	AGUA	DESAGUE	ENERGIA	OTROS

B. PELIGROS DE MAYOR IMPACTO

PELIGRO	FECHA DE OCURRENCIA	TIEMPO DE DURACION	DAÑOS	CAUSAS	EFFECTOS SECUNDARIOS

C. CARACTERISTICAS DEL TERRENO

Pendiente:

Muy alta: Alta: Media: Baja: Plana:

TIPO DE COBERTURA VEGETAL				
BOSQUE	PURMA	CULTIVOS PERMANENTES	CULTIVOS EN LIMPIO	OTROS

TIPO DE SUELO:

Limoso Arcilloso Arenoso-limoso

Arenoso Limo-arenoso Arenoso-arcilloso

Otro.....
(especifique)

Ubicación del Terreno:
(Croquis)

D. CARACTERISTICAS DEL PELIGRO

Causas de ocurrencia	Meses de Ocurrencia	Velocidad de Ocurrencia o Intensidad (*)	Frecuencia (**)
Acumulación de aguas			
Derrumbes			
Deslizamientos			
Otros			

(*) Lenta (L) o violenta (V)

(**) Alta (A), Media (M) y Baja (B)

Datos de las encuestas

Cuadro 30. Alumbrado público

N°	Alumbrado publico	%
3	Con alumbrado publico	3
102	Sin alumbrado publico	97

Cuadro 31. Agua potable

N°	Agua potable	%
99	Con agua potable	99
1	Sin agua potable	1

Cuadro 32. Sistema de desagüe

N°	SISTEMA DE DESAGUE	%
1	CON SISTEMA DE DESAGUE	1
104	SIN SISTEMA DE DESAGUE	99

Cuadro 33. Características de viviendas

N°	Características de viviendas	%
54	Material noble	51
32	Calamina	31
19	Madera	18

Cuadro 34. Exposición de viviendas de las inundaciones

N°	Exposición de viviendas de las inundaciones	%
86	Alta	82
18	Baja	17
1	Muy alta	1

Cuadro 35. Resiliencia de las viviendas a las inundaciones

N°	Resiliencia de las viviendas a las inundaciones	%
68	Baja	65
35	Alta	33
2	Media	2