

UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

“Análisis de la Vulnerabilidad Estructural por el fenómeno de inundación en Viviendas del Distrito de Punchana, 2016”

AUTORES:

KEUSON SALDAÑA FERREYRA

MARTHA IRENE DELGADO TIHUAY

ASESOR: ING. DARWIN MONTALVAN RUIZ.

**TESIS PRESENTADO PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

SAN JUAN BAUTISTA -LORETO

2016

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido el privilegio de una vida sana.

A mis padres, Javier y Paula Marina por su amor incondicional y sus sabias enseñanzas para verme en un futuro un varón de bien para la sociedad.

A mi esposa e hija, Karina y Ariana Luciana que su nacimiento en este mundo trajo amor y paz en mi vida

A mi hermana Anita Trinidad, Sobrinos Fabian y Malena y cuñado Ralf.

A mis familiares y amigos.

Keuson Saldaña Ferreyra

A Dios por darme las fuerzas necesarias en los momentos en que más las necesité y bendecirme con llegar a este momento sumamente importante en mi vida.

A mi Mamá y hermana por su apoyo incondicional, sin ustedes no hubiera sido posible llegar a mi meta.

Martha Irene Delgado Tihuay

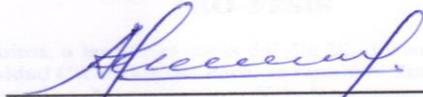
AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento sincero a las siguientes personas e instituciones:

- A mi asesor: Ing. Darwin Montalván Ruiz, por su asesoramiento a lo largo del desarrollo del presente estudio.
- Al Ing. Ulises Irigoín Cabrera por su, por su aporte y contribución a la finalización de presente trabajo de investigación.
- A todos las personas que pertenecieron a la muestra por haber participado muy gustosamente en el proyecto.
- A los miembros del jurado calificador por la dedicación prestada al revisar nuestro proyecto de investigación.
- A los profesores de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, por sus sabias enseñanzas y por la entrega incondicional de su amistad y buen ejemplo.
- A la Universidad Científica del Perú, por darnos la oportunidad de culminar mis estudios de Ingeniería Civil.

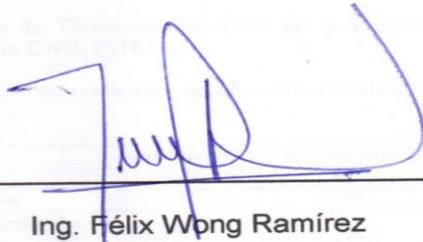
MUCHAS GRACIAS

APROBACION



Ing. Mario Amador Vela Rodríguez

Presidente



Ing. Félix Wong Ramírez

Miembro del jurado



Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio

Miembro del jurado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS DEL PROGRAMA PRO-TESIS

En la ciudad de Iquitos, a las 10:00 horas del día 22, del mes de octubre del 2016, en el aula de audiencia de la Universidad Científica del Perú, se reunió el **Jurado Evaluador y Dictaminador** que lo conforman el docente Ing. Mario Amador Vela Rodríguez como Presidente y los Docentes Ing. Félix Wong Ramírez e Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio como Miembros, para evaluar la sustentación del Trabajo de Tesis **"ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL POR EL FENÓMENO DE INUNDACIÓN EN VIVIENDAS DEL DISTRITO DE PUNCHANA, 2016"**, presentada por los bachilleres:

Bach. KEUSON SALDAÑA FERREYRA
Bach. MARTHA IRENE DELGADO TIHUAY

En la modalidad del Programa de Titulación Pro-Tesis de la facultad de Ciencias e Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2016 – I.

Después de las deliberaciones correspondientes, se procedió a evaluar y dictaminar, teniendo como resultado:

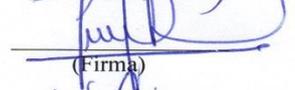
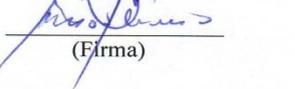
Indicador	Examinador 1	Examinador 2	Examinador 3	Promedio
A. Dominio del tema	14	15	15	15
B. Calidad de redacción del Informe	12	13	12	12
C. Competencia Expositiva argumentación y coherencia.	14	14	15	14
D. Calidad de respuestas	15	14	15	15
E. Uso de terminología especializada	15	14	14	14
Calificación Final	14			
Calificación Final (en letras)	CATORCE			

Aprobado por :..... *Mayoría*

Presidente : Ing. Mario Amador Vela Rodríguez

Miembro : Ing. Félix Wong Ramírez

Miembro : Ing. Miguel Ángel Robalino Osorio


 (Firma)

 (Firma)

 (Firma)

Leyenda:

INDICADOR	PUNTAJE
Desaprobado	Menos de 13 puntos
Aprobado por Mayoría	De 14 a 15 puntos
Aprobado por Unanimidad	De 16 a 17 puntos
Aprobado por Excelencia	De 18 a 20 puntos

Nota: La calificación es en el sistema vigesimal (0 - 20).

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada: “Análisis de la Vulnerabilidad Estructural por el fenómeno de inundación en Viviendas del Distrito de Puchana, 2016”, con la finalidad de evaluar la vulnerabilidad de las viviendas del área urbano marginal del AA.HH. Nuevo Bellavista ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, del cual es requisito fundamental la elaboración de un trabajo final, en cumplimiento del reglamento de la Universidad Científica del Perú para obtener el grado académico de Ingeniero Civil.

Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

Keuson Saldaña Ferreyra

Martha Irene Delgado Tihuay

INDICE DE CONTENIDO

Pág.		
	Dedicatoria	ii
	Agradecimiento	iii
	Aprobación	iv
	Presentación	v
	Índice de contenido	vi
	Índice de cuadros	viii
	Índice de gráficos	ix
	Índice de tablas	x
	Índice de mapas	x
	Resumen	xi
	Abstract	xiii
I.	CUERPO DEL TRABAJO	15
	CAPITULO I. INTRODUCCION	15
	CAPITULO II. MARCO TEORICO REFERENCIAL	20
	2.1. Antecedentes del estudio	20
	2.2. Bases teóricas	24
	2.3. Definición de términos básicos	56
	2.4. Objetivos	59
	2.4.1. Objetivo general	59
	2.4.2. Objetivos específicos	59
	2.5. Hipótesis	59
	2.6. Variables	59
	2.6.1. Identificación de variables	59
	2.6.2. Definición de la variable	60
	2.6.3. Operacionalización de la variable	60
	CAPITULO III. MARCO METODOLOGICO	61
	3.1. Tipo de investigación	61
	3.2. Diseño de investigación	61

3.3. Población y muestra.....	62
3.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	63
3.5. Procesamiento y análisis de información.....	65
CAPITULO VI. RESULTADOS.....	66
CAPITULO V. DISCUSIÓN.....	86
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	88
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
ANEXOS	96
Anexo N° 1: Matriz de consistencia.....	96
Anexo N° 2: Instrumento de recolección de datos	97
Anexo N° 3: Datos obtenidos en campo.....	102
Anexo N° 4: cálculos realizados.....	104
Anexo N° 5: Panel fotográfico	115

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro N° 01: Zonas afectadas por inundación en la ciudad de Iquitos.....	22
Cuadro N° 02: Ponderación de la metodología de Villagrán.....	51
Cuadro N° 03: Rangos propuestos para niveles de vulnerabilidad normalizada.....	51
Cuadro N° 04: Propiedades físicas y mecánicas del huacapu.....	55
Cuadro N° 05: Población de estudio.....	62
Cuadro N° 06: Muestra de estudio.....	63
Cuadro N° 07: Uso de la vivienda – AA.HH. Nuevo Bellavista.....	66
Cuadro N° 08: Tiempo que viven en la casa, AA.HH. Nuevo Bellavista.....	67
Cuadro N° 09: Tipo de madera usada como soporte, AA.HH. Nuevo Bellavista.....	68
Cuadro N° 10: Tiempo de uso de madera para soporte en viviendas.....	68
Cuadro N° 11: Resultados de la vulnerabilidad estructural de las viviendas.....	69
Cuadro N° 12: Datos recopilados en campo de los postes de madera por vivienda.....	73
Cuadro N° 13: Resultado del análisis estadístico descriptivo.....	74
Cuadro N° 14: Calculo de la fuerza de impacto en cada vivienda.....	75
Cuadro N° 15: Resultado del análisis estadístico descriptivo fuerza de impacto.....	76
Cuadro N° 16: Calculo de parámetros y propiedades dinámicas.....	78
Cuadro N° 17: Calculo de esfuerzos admisibles en viviendas.....	79
Cuadro N° 18: Viviendas evaluadas – método de esfuerzos admisibles.....	80
Cuadro N° 19: Replanteo de cálculos – método de esfuerzos admisibles.....	81

INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico N° 01: Uso de la vivienda.....	66
Grafico N° 02: Tiempo que viven en la casa.....	67
Grafico N° 03: Tipo de madera usada como soporte para la vivienda.....	68
Grafico N° 04: Tiempo de uso (años).....	69
Grafico N° 05: Resumen - vulnerabilidad AA.HH. Nuevo Bellavista.....	70
Grafico N° 06: Histograma – diámetros promedios-postes de madera.....	75
Grafico N° 07: Histograma – fuerzas de impacto en postes de madera.....	77

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 01: Longitud efectiva.....	46
Tabla N° 02: Esfuerzos máximos admisibles.....	47
Tabla N° 03: Tabla de distribución de frecuencia – diámetros promedios.....	75
Tabla N° 04: Tabla de distribución de frecuencia – fuerzas de impacto.....	77

INDICE DE MAPAS

	Pág.
Mapa N° 01: Mapa de estudio – AA.HH. Nuevo Bellavista.....	72

RESUMEN

El presente estudio tuvo como propósito evaluar la vulnerabilidad de las viviendas del área urbana marginal del AA.HH. Nuevo Bellavista ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, Distrito de Punchana, en el año 2016. El estudio fue de tipo descriptivo con un diseño no experimental, la muestra estuvo conformada por 28 viviendas. La técnica que se empleó para la recolección de los datos fue tipo primaria, el instrumento fue la encuesta y para el análisis de los datos se empleó tablas de porcentaje y promedios, gráficos estadísticos. Los resultados más relevantes fueron:

El 100 % de los entrevistados manifestó que la estructura, pared y piso son de madera, y que material predominante de los postes es de madera dura.

El 61 % de encuestados manifestó que la madera usada como poste para sus viviendas es huacapu, seguido de quinilla en un 21% y otros (18%) lo que tenemos la quillosa y el lagarto caspi.

En el resultado de evaluación de vulnerabilidad estructural de las viviendas del sector de Bellavista Nanay, se puede observar que el 82 % de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural baja ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, el 7% de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural media, y el 11 % de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural alta.

De las 28 viviendas evaluadas, el 57.14 % cumplen con el método de esfuerzos admisibles (esfuerzo admisible > esfuerzo calculado) y tiene

una clasificación de postes intermedios, 42.86% no cumplen con este criterio.

Relacionado a los esfuerzos admisibles de las viviendas que no cumplían en primera instancia, se replanteo nueva sección y diámetro, para ello en sección se obtuvo un valor mínimo de 0.10 m^2 y máximo de 0.20 m^2 , para diámetros promedio se obtuvo un valor mínimo de 0.135 m y máximo de 0.175 m .

Con los resultados obtenidos se interpretó por medio de cuadros y gráficos estadísticos, aplicando estadística descriptiva y se aceptó la hipótesis de investigación: “La inundación incrementa el grado de vulnerabilidad estructural en las viviendas de zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista, en el año 2016”.

Palabras Claves: Inundación, vulnerabilidad estructural, modelamiento, esfuerzos admisibles.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the vulnerability of dwellings in the marginal urban area of AA.HH. New Bellavista to the effect of waves generated by the river traffic, Punchana District, in 2016. The study was descriptive with a non-experimental design, the sample was made up of 28 houses. The technique used to collect the data was primary type, the instrument was the survey and for the analysis of the data we used percentage tables and averages, statistical graphs. The most relevant results were:

100% of respondents said the structure, wall and floor are made of wood, and the predominant material is hardwood poles.

61% of respondents said that the wood used as post to their homes is huacapu, followed by quinilla by 21% and other (18%) we have the quillosa and Caspi lizard.

In the result of the structural vulnerability assessment of Bellavista Nanay sector homes, 82% of homes have a low structural vulnerability to the effect of waves generated by river traffic, 7% of households have a vulnerability Structural, and 11% of households have a high structural vulnerability.

Of the 28 homes tested, 57.14% comply with the method of allowable stresses (allowable stress > calculated effort) and is rated intermediate posts, 42.86% do not meet this criterion.

Related to the allowable stresses of housing that did not meet in the first instance, new section and diameter are staking to this section a minimum value of 0.10 m² and a maximum of 0.20 m², for average diameters was obtained a minimum value of 0.135 was obtained maximum m 0.175 m.

With the results was interpreted by statistical tables and charts, using descriptive statistics and the research hypothesis was accepted: "The flood increases the degree of structural vulnerability in housing floodplain of Bellavista New, in 2016".

Keywords: Flood, structural vulnerability, modeling, allowable stresses.

CAPITULO I: INTRODUCCION.

En el mundo, más del 75% de la población se encuentra expuesta a peligros naturales como terremotos, huracanes, sequías, inundaciones, los cuales han ocasionado más de 1,5 millones de muertes entre los años 1980 y 2000. Sin embargo y pese a que sólo el 11% de la población expuesta vive en países pobres, el 53% de las muertes ocurren en estos países (PNUD, 2004). Ello implica que el impacto de los peligros naturales no sólo se debe al peligro físico en sí mismo, sino a las condiciones de vulnerabilidad de la población afectada (MEF, 2007).

Los eventos naturales de gran magnitud como sismos, inundaciones, erupciones volcánicas, fenómenos meteorológicos violentos, sequías, etc. que inciden en el desarrollo de las naciones debido a sus repercusiones sociales, económicas, ecológicas, etc. constituyen en la actualidad motivo de investigación y análisis desde diversas áreas de las ciencias y/o del conocimiento humano. Por otra parte los estudios en materia de riesgos naturales, conllevan como prioridad fundamental evitar en la mayor cobertura posible, la pérdida de vidas humanas, el análisis de los efectos socio-territoriales que ellos provocan, las medidas y las políticas para la mitigación de los desastres naturales (Álvarez Conoz, 2012).

Si bien las inundaciones son recurrentes y hay un problema de ubicación en zonas inundables que es muy difícil de revertir, estas emergencias han afectado más allá de lo esperado debido a la intensidad de las lluvias de este año y la crecida de los ríos de la cuenca amazónica. La vulnerabilidad no sólo se deriva de la exposición a los ríos, sino que existen condiciones prevalentes que aumentan la sensibilidad y disminuyen la capacidad adaptativa de las poblaciones (INDECI, 2016).

En el Perú, se presentan con relativa frecuencia peligros potencialmente dañinos como deslizamientos, huaycos, inundaciones, sismos, heladas, sequías, incendios, y otros, los cuales tienen un impacto negativo en la población, no sólo por efecto de la severidad o frecuencia del peligro sino también por el grado de vulnerabilidad de la población, lo que ocasiona la pérdida de vidas humanas, fuentes de trabajo y producción (MEF, 2007).

En las comunidades urbana marginales ubicadas en las riberas de los ríos, las viviendas también se construyen sobre postes de madera, pero no construyen puentes porque el transporte fundamentalmente es mediante canoas. En estas zonas la vulnerabilidad es mayor en las estructuras debido a la exposición a corrientes más fuertes de los ríos (INDECI, 2016).

Con el paso de los años la población peruana ha ido creciendo y con esto la demanda de nuevas viviendas. Estas se han ido construyendo de diversos materiales y en las zonas rurales de la selva del Perú ha predominado la madera como principal material (INDECI Loreto, 2016), las características de población y vivienda en el distrito de Punchana son característicos de la zona de selva baja, como veremos a continuación:

El crecimiento anual de la población en el distrito de Punchana es alrededor del 2.4% (Censo INEI, 2007), lo que origina el incremento en la demanda de viviendas que se van formando cada año, a raíz de ello, las zonas inundables han ido poblándose en la zona norte del distrito (Bellavista Nanay, AA.HH. Alejandro Toledo, AA.HH. Nuevo Bellavista y Otros).

En materia de población y vivienda la población actual del Distrito de Punchana la componen un total de 88,111.00 habitantes (proyectada con una tasa intercensal de crecimiento censal de 2.40%, al año 2013 de la proyección), afincadas en toda la circunscripción del distrito la zona urbana, de los cuales el 30% de la Población 26,433 habitantes (PDCL-Municipalidad Distrital de Punchana, 2008).

Las características de las viviendas ubicadas en zonas inundables del distrito están conformadas mayormente por lo siguiente:

El 53.40 % de las viviendas tienen pared de madera y el 31% poseen pisos de madera o entablados, y 40 % de estas viviendas se encuentran en zonas inundables, donde emplean como soporte para las casas los shungos o postes de madera dura típico de la zona, con el efecto del agua producto de la inundación y el impacto que producen las ondas del río generadas por el tránsito fluvial, traen consigo el deterioro de esta estructura el cual conlleva a que la vivienda sea vulnerable a otros efectos externos como vientos huracanados que pueden hacer colapsar totalmente la estructura (INEI, 2007).

De acuerdo a datos del SENAMHI del 28 de Abril, el nivel del río Amazonas estaba a 48 cm de su máximo histórico alcanzado en el año 2012 después de 40 años, considerándose que dados los niveles de ese año el fenómeno ha sido similar al del 2012 y ha tenido un impacto de similar magnitud. Desde entonces las aguas se han mantenido en una tendencia oscilante e iniciaron su lento descenso desde la primera semana de mayo, y SENAMHI indicó que esta tendencia se prolongará hasta mediados de junio aproximadamente hasta llegar al nivel normal (INDECI-Ayuda Humanitaria, 2016).

El 20 de abril de 2012, en Iquitos, el río Amazonas sobrepasó en 1.97 metros su nivel de desborde y alcanzó un nuevo máximo histórico a ser registrado, esto es 118.97 msnm. En total, el 23% de la población del departamento de Loreto resultó damnificada y el 14% afectada (Gobierno Regional de Loreto-INDECI, 2014).

A raíz de lo planteado líneas precedentes, formulamos el problema general lo siguiente:

- ¿Cuál es la vulnerabilidad de las viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista – distrito de Punchana, ante el fenómeno de la inundación, en el año 2016?

En relación al problema formulado, planteamos los siguientes problemas específicos:

- ¿Cuál es el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas de la zona inundable del AA.HH. Nuevo Bellavista, Distrito de Punchana, ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, en el año 2016?
- ¿Cuál es el estado de los postes de madera de las viviendas expuestas a inundaciones?
- ¿Cuál es el comportamiento de olas generadas por el tránsito fluvial?
- ¿Cuál es el modelamiento matemático de olas generadas por el tránsito fluvial?
- ¿Cuál es el valor de la fuerza promedio de impacto de las olas generadas por el tránsito fluvial?
- ¿Qué recomendaciones técnicas se plantearían respecto a prevenir el daño ocasionado por inundaciones?

Desde esta perspectiva, el presente trabajo tiene como objetivo general evaluar la vulnerabilidad de las viviendas del área urbana marginal del AA.HH. Nuevo Bellavista durante el tiempo de inundación, en el año 2016; así mismo plantea el modelamiento aproximado del impacto de las olas generadas por el tránsito fluvial, medir la fuerza promedio de impacto y calcular las principales propiedades dinámicas y de ondas fluviales. El área de estudio aborda principalmente la zona periférica del distrito de Punchana específicamente en el AA.HH. Nuevo Bellavista, zona de Bellavista Nanay.

CAPITULO II: MARCO TEORICO REFERENCIAL.

2.1. Antecedentes del estudio.

Durante los últimos 30 años el número de desastres naturales ha aumentado considerablemente a nivel mundial, siendo las inundaciones las de mayor incremento, porque han afectado un aproximado de 2 mil millones de personas y se estima que han causado daños económicos por más de 400 mil millones de dólares (EMDAT, 2009).

El fenómeno natural de las inundaciones, genera grandes pérdidas humanas e impactos negativos socioeconómicos, afectando principalmente a los países del tercer mundo o subdesarrollados. El riesgo se ha acentuado en las últimas décadas, debido a las condiciones de extrema pobreza de la población, que se ve obligada a establecerse en áreas muy expuestas al peligro de inundaciones, y por lo tanto, con un nivel de riesgo “alto” (Schanze, 2006; Pacheco, 2009).

Desde el 16 de noviembre de 2011, fuertes precipitaciones provocaron el crecimiento del nivel de los ríos Huallaga, Ucayali, Marañón, Amazonas y de sus respectivos afluentes y trajeron como consecuencia graves inundaciones (COER-Gore Loreto, 2012).

Los daños materiales producidos por las inundaciones fueron ingentes en todo el territorio regional. Siguiendo los datos oficiales reportados por el Comité de Operación de Emergencia Regional - COER , el desborde de los ríos dejó un total de 229,412 damnificados, lo que equivale a cerca del 23% de la población total; y 138,161 afectados, es decir, alrededor del 14% de la población total, las cifras oficiales reportan que cinco menores fallecieron por ahogamiento.

Frente a esta situación, mediante el acuerdo N° 001-2012-SEGRL, el 13 de marzo de 2012, el Consejo Regional de Loreto declaró el Estado de Emergencia en siete provincias de la región por un período de 90 días. Instituciones tanto locales, regionales, nacionales e internacionales, así como públicas y privadas, acudieron para implementar actividades de respuesta a la emergencia y de rehabilitación bajo la coordinación del COER, que fue instalado en los locales del Gobierno Regional desde el 2 de abril de 2012 (COER-Gore Loreto, 2012).

Siendo el fenómeno de la inundación uno de los problemas naturales que más frecuentemente afecta a los distritos de la ciudad de Iquitos. Los Distritos de la ciudad se ubican en un ambiente de bosque tropical húmedo, sobre una llanura amazónica y rodeada por los ríos Nanay, Itaya y Amazonas. Las crecidas comienzan a principios del mes de marzo y terminan hasta finales del mes de mayo, como proceso natural de los ríos amazónicos. Los sectores más afectados son las poblaciones periféricas de la ciudad, que además se encuentran en el rango socioeconómico de pobreza a extrema pobreza (distritos de Belén, Punchana y San Juan Bautista). Hasta el día de hoy, no existen investigaciones sistemáticas sobre el nivel de riesgo de inundación de la ciudad de Iquitos. (Soria, 2015; Camaras, 2015; Camona, 2015).

En el cuadro 01, se mencionan las zonas afectadas por inundaciones ocurridos durante el año 2009. Cuadro que fue elaborado en base a la información recopilada durante los trabajos de campo de las Oficinas de Defensa Civil de los Distritos de Punchana, Iquitos, Belén y San Juan Bautista.

Cuadro 01: Zonas afectadas por inundación en la ciudad de Iquitos durante el 2009. (DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO ECOLÓGICO, 2010).

DISTRITO DE PUNCHANA			
N°	Lugar		N° de viv. afectadas
	Asentamiento Humano	Calle/pasaje/Comité/Junta Vecinal	
1	Glenda Freitas de		60
2	Miguel Grau	05 de Julio	62
3	Delcia Manzur Khan	06 de Julio, Jane Donayre	65
4	San Pedro y San Pablo		52
5	Nuevo Bellavista (Nanay)	Calles: Las Flores, Miraflores, Los Girasoles, Los Claveles	90
6	11 de Abril	Miraflores, 11 de Abril, La Florida.	106
7	Simón Bolívar	Calles: Sucre, Colon cuadra 3 y 2, Prolongación 28 de Julio, Central zona 2 y 3, Anita, Marcia, 12 de Octubre, Cesar Vallejo, 14 de Abril.	282
8	San Valentín	Las Gardenias.	85
9	Nuevo Amanecer	17 de Febrero.	93
10	28 de julio	20 de octubre, Prolongación Independencia Sector 3, 03 de Junio cuadras 2 3 4 y 5, Prolongación Independencia sector 2, Jesús Valles cuadras 3 y 4, Los Conquistadores	490
11	Arquímedes Santillán	Calle 11 de Abril, Prolongación Amazonas, 23 de Marzo.	50
12	Nuevo Punchana	Bahía.	203
13	03 de Diciembre	Aguas Verdes, Lagunas, Joiner	75
14	24 de Setiembre	23 de Marzo.	59
15	Los Rosales		21
16	Santa Rosa del Amazonas Zona 2		421
17	Santa Rosa del Amazonas Zonas 1		408
18	APOBLAPIL	17 de Junio, Los Rosales	216
19	Pilar Nores de García	Alianza, Milagros, 05 de Diciembre, 14 de Agosto, Soledad cuadras 1, 2, 3 y 4, Victoria cuadras 1, 2 y 3.	274
20	Daniel Alcides Carrión	La Amistad, Fujimori	191
21	Santa María del Amazonas	América, Amazonas, Víctor Sinti, 11 de Marzo, Paraíso, Jesús de Nazareth, Progreso, Escabino, Santa María, Las Vegas, Nanay, Díaz, San Martín.	234

22	Nuevo Versalles	06 de Agosto, Prolongación Iquitos	192
23	15 de Marzo	Los Olivos, Víctor Raúl Haya de la Torre, Central, Vencedores y República, 17 de Enero	163
24	Nuestra Señora de la	Prolongación Amazonas zona 2 y 3,	157
25	José Olaya	San Valentín, 14 de Febrero	162
26	Nuevo Venecia		95
27	Bellavista Nanay – AA.HH. Nuevo Bellavista	La Punta A, Caza y Pesca, San Lorenzo zona 1 y 2, Carlos Mariátegui.	109
28	La Familia		78
29	Nuevo Unión		81
30	Raúl Chuquipiondo		62
31	Acción Católica	Las Flores	72
32	Iván Vásquez Valera	Severo Vergara, Essalud, Los Triunfadores, Los Ángeles, Progreso, Gloria Tello.	204
33	21 de Setiembre	Los Girasoles, Progreso, Los triunfadores, Prolong. San Valentín, San Valentín, Prolongación Buenos Aires, Essalud, Soledad	250
34	Alejandro Toledo		227
Total			5,389

FUENTE: ELABORADO EN BASE A LA INFORMACIÓN RECOPIADA DURANTE LOS TRABAJOS DE CAMPO DE LAS OFICINAS DE DEFENSA CIVIL DE LOS DISTRITOS DE PUNCHANA.

2.2. Bases teóricas.

2.2.1. Vulnerabilidad estructural de viviendas.

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes de la vivienda que lo mantienen en pie ante un evento sísmico, inundación y otros (INDECI, 2002).

2.2.2. Fenómeno de Inundaciones en el Perú.

Las inundaciones en Perú son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la regiones del país, la cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, esta ultima de diciembre a marzo, sumado a los años de presencia del fenómeno del niño hacen que los caudales de los ríos que bajan de la región andina a la costa aumenten varias veces su magnitud, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa específicamente en la región norte del país, como: Tumbes, Piura, y Lambayeque. Algunas veces estas inundaciones han llegado a la ciudad de Lima con los desbordes de los ríos Chillón y Rímac.¹

Igualmente inundaciones de gran importancia se han dado en la costa sur del país, en ciudades como Ica, y Pisco las cuales han dejado cuantiosos daños materiales.¹

En el caso de la región amazónica, por las características propias de su relieve, como una baja pendiente, la dinámica fluvial de los ríos tienen una tasa anual de migración mayores a 200 m, ríos como el Ucayali y Marañón, estos suelen cambiar de cursos cada año recuperando llanuras de inundación anteriores, esto no es un problema cuando la

¹ www.inrena.gob.pe/humedales/presentaciones/dmh2008/afiches/teledet_humed.pdf

presencia de población es nula, lo contrario ocurre cuando existen centros poblados ubicados cercanos al cauce, como es el caso de la ciudad de Pucallpa. Las inundaciones afectan igualmente en los meses de verano por las intensas lluvias, en departamento como Amazonas, Junín, Loreto y Ucayali.¹

Según un estudio realizado por Soria (2015), manifiesta lo siguiente: las unidades con muy baja vulnerabilidad están representados por los cuerpos de agua (cauce, cochas y/o meandros abandonados) y depósitos fluviales y/o aluviales (explayamientos y/o barras), debido a la deficiente población e infraestructuras; las unidades con baja vulnerabilidad están constituidos mayormente por los bosques secundarios, cultivos de frutas y subsistencia (terrazas bajas), donde la vulnerabilidad sigue sin tener mayor importancia; aquellas unidades de media vulnerabilidad están representados por aquellos sectores donde rigen la actividad piscícola, crianza extensiva de ganadería, aves de corral, porcinos y otros, localizados en el área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, carretera Zungarococha, carretera Santo Tomás y Santa Clara, y un pequeño sector del distrito de Punchana; y finalmente, las unidades con alta y muy alta vulnerabilidad están constituidos por aquellos usos urbanos, expansión urbanística, industriales, usos rurales y usos de esparcimiento y recreación, debido a su alto índice poblacional, y por la presencia de infraestructuras.

Las viviendas de zonas inundables del distrito de Punchana tienen características similares a las de otras zonas de la región Loreto, de acuerdo a los resultados del Censo de Población y Vivienda del INEI al año 2007 el distrito de Punchana tiene un totales de 13862 viviendas, las casas del distrito ubicadas en zonas inundables es aproximadamente el 39 % (5,389 viviendas).

2.2.3. Amenaza.

Es la presencia de un fenómeno natural o causado por actividad humana, que pone en peligro a un conjunto de personas, y su medio ambiente y es considerado como un factor externo de riesgo, que es representado por la potencial ocurrencia del acontecimiento. Natural o provocado por el hombre. Se puede ser manifestado en un lugar específico, intensidad, y duración determinada.²

2.2.4. Vulnerabilidad.²

La vulnerabilidad es otro elemento que determina los desastres, es la probabilidad de que una amenaza afecte a una comunidad.

La Vulnerabilidad es el factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir una pérdida. La diferencia de la vulnerabilidad de los elementos expuestos ante un evento determina el carácter selectivo de la severidad de las consecuencias de dicho evento sobre los mismos. Facilidad con la que un sistema puede cambiar su estado normal a uno de desastre, por los impactos de una calamidad².

Vulnerabilidad es la condición en virtud de la cual una población o estructura social, económica o física está, o queda expuesta o en peligro de resultar afectada por un fenómeno, de origen humano o natural, llamado amenaza².

La Vulnerabilidad² puede estar definida por varios componentes y puede definirse en varios niveles. Algunos de los más utilizados son los siguientes:

² Álvarez Conoz Leticia. Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones de las viviendas del Municipio de Patulul-Guatemala.

2.2.4.1. Vulnerabilidad Física².

Hace referencia a la ubicación física inadecuada a los asentamientos humanos, a las condiciones técnicas y a los materiales precarios u obsoletos de la vivienda.

2.2.4.2. Vulnerabilidad Estructural².

Se asocia a la infraestructura física construida por el hombre para diversos fines y su ubicación o localización en zonas de riesgo.

Un estudio realizado por la Municipalidad Distrital de Barranco el año 2012 manifiesta: la vulnerabilidad estructural 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.

El mismo estudio describe: la vulnerabilidad estructural, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto.

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. La vulnerabilidad de un centro poblado, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos o tipos de orden ambiental y ecológico, físico, económico, social, y científico y tecnológico, entre otros; los mismos que son dinámicos, es decir cambian continuamente

con el tiempo, según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas en los individuos, familias, comunidades, instituciones y países (Municipalidad Distrital de Barranco, 2012).

2.2.4.3. Vulnerabilidad Ambiental².

Este tipo de vulnerabilidad se refiere a la forma de utilización o aprovechamiento de los recursos naturales y el medio ambiente.

2.2.4.4. Vulnerabilidad Geológica².

Directamente relacionada con la composición de los suelos, que pueden ser propensos a ser afectados por los fenómenos climatológicos, generándose procesos de erosión e inestabilidad de los mismos.

2.2.4.5. Vulnerabilidad Institucional².

La vulnerabilidad institucional se refleja en la falta de coordinación entre instituciones, repercutiendo negativamente en el manejo de los riesgos, ya que las acciones para la prevención y mitigación de los mismos, deben ser ejecutadas o supervisadas de manera coordinada, consensuada y determinada interinstitucionalmente.

2.2.4.6. Vulnerabilidad Socioeconómica².

El conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización, niveles de autonomía y gestión, la tasa de crecimiento, mortalidad, migración y niveles de hacinamiento, son factores que determinan la vulnerabilidad social de un grupo poblacional específico.

2.2.5. Vulnerabilidad a inundaciones.²

Las inundaciones son fenómenos que ocurren cuando aumenta el nivel de agua ya sea en ríos o lagos, cubriendo de agua las regiones próximas o vecinas.

Este tipo de vulnerabilidad es evidente en su mayoría en centros poblados que se ubican a orillas de los ríos Amazonas, Nanay e Itaya, también existe riesgo de erosión al suelo en la parte este del Distrito de Punchana. Los riesgos por inundación y crecidas, se da en los ríos antes mencionados, en tanto que los afluentes a este río, arrastran contaminación por desechos líquidos (COER-Gore Loreto, 2012).

2.2.6. Desastres.

Partiendo de la noción de ecosistema como el conjunto de relaciones entre los seres vivos y el medio físico, los desastres se identifican como la destrucción total, parcial, transitoria o permanente de un ecosistema.²

Ellos se presentan cuando actúa una fuerza destructiva (amenaza) y encuentra condiciones de debilidad para enfrentarla (vulnerabilidad). La estabilidad de los ecosistemas depende de su capacidad para resistir, adaptarse o evolucionar con los fenómenos naturales y para enfrentar la acción del hombre.³

Los términos de peligro y desastre se suelen usar indistintamente. El segundo implica un acto de destrucción y por lo tanto se le presta mayor atención, especialmente por parte de la legislación, mientras que el primero implica una destrucción en potencia.³

2.2.7. Inundaciones.³

Se considera inundación al flujo o invasión de agua, por exceso (desbordamiento) de escurrimientos superficiales o por su acumulación en terrenos planos, ocasionada por la falta o insuficiencia de drenaje tanto natural como artificial. Una inundación se produce cuando el caudal de las avenidas generadas en una cuenca supera la capacidad

³ Villagrán J. C SEGEPLAN reconocimiento preliminar de riesgos asociados a varias amenazas en Guatemala.

del cauce (desbordamiento). En general, la magnitud de una inundación provocada por procesos de origen hidrometeorológico, depende de la intensidad de las lluvias de su distribución en el espacio y tiempo del tamaño de las cuencas hidrológicas afectadas, de las características del suelo y del drenaje natural o artificial de las cuencas.

Los desbordamientos son un evento natural y recurrente para un río. Como resultado de las fuertes lluvias o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos y riachuelos. Esto hace que un determinado curso de aguas rebase su cauce e inunde tierras adyacentes. Las llanuras de inundación son, en general, aquellos terrenos sujetos a inundaciones recurrentes con mayor frecuencia, y ubicados en zonas adyacentes a los ríos y cuerpos de agua. Por lo tanto, las llanuras de inundación están propensas a inundarse y representan así elementos de riesgo para los asentamientos humanos y actividades de desarrollo³.

La complejidad y magnitud de una inundación puede verse directamente afectada por la acción de la intervención humana sobre la cuenca y/o el cauce del río. El daño generado por la inundación es usualmente la consecuencia de las actividades del hombre en áreas propensas a las inundaciones y pueden presentarse como resultado de cambios en el uso de la tierra como por ejemplo al utilizar un terreno aledaño al cauce de un río como zona de cultivos, y la transformación de la cobertura natural del suelo durante el proceso de urbanización³.

2.2.7.1. Tipos de inundaciones.³

Las inundaciones se producen cuando lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, la capacidad máxima de transporte del río o arroyo es superada y el cauce

principal se desborda e inunda los terrenos cercanos a los cursos de agua. Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río.

2.2.7.1.1. Inundaciones pluviales y fluviales³.

Las inundaciones pluviales, causadas directamente por la lluvia, y las fluviales, causadas por el desbordamiento de los ríos, son consecuencia de las precipitaciones que se producen cuando la humedad contenida en los mares, océanos y otros grandes cuerpos de agua es transportada hacia tierra por el viento; al ascender el vapor de agua y disminuir su temperatura, la humedad se precipita en forma de lluvia, nieve o granizo.

2.2.7.1.2. Inundaciones costeras³.

Donde la sobre elevación del nivel medio del mar hace que éste penetre tierra adentro afectando en algunas ocasiones áreas muy amplias. A este proceso se suma el del oleaje y juntos causan daños importantes, como la socavación de los cimientos en los edificios costeros, el naufragio de embarcaciones, la destrucción de instalaciones portuarias, la rotura de las obras de protección costera y la erosión de las playas y riscos.

2.2.7.1.3. Inundaciones lacustres³.

Se originan en los lagos o lagunas por el incremento de sus niveles y son peligrosas para los asentamientos cercanos a las áreas de embalse.

2.2.7.1.4. Inundaciones repentinas o súbitas³.

No todas las inundaciones se dan a través de un crecimiento paulatino del nivel del agua en el cauce y un desbordamiento relativamente pacífico. En zonas desérticas o en las cuencas pequeñas, con altas pendientes, sobre todo si se encuentran deforestadas, se producen tiempos de concentración muy cortos y la inundación puede ser repentina, con sólo unos minutos para reaccionar.

2.2.7.1.5. Inundaciones lentas (pasivas).

Se presentan cuando el agua proviene de lluvias o del desbordamiento de una corriente de agua que cubre poco a poco las zonas cercanas a su cauce, llenando de agua las planicies y valles que rodean el río, así como las viviendas, construcciones, cultivos, etc. Son típicas de llanuras bajas, litorales y áreas deltaicas.³

Con los aguaceros fuertes y prolongados que caen sobre llanuras y planicies, el agua puede ser absorbida por el suelo a manera de una esponja. Al continuar la lluvia, esta especie de esponja natural se satura de agua, facilitando el encharcamiento y luego la inundación.³

2.2.7.2. Causas principales de la inundación.³

Las causas principales de las inundaciones son las siguientes:

Ciclones tropicales.

Las precipitaciones fuertes y abundantes que provocan los ciclones tropicales, la marejada ocasionada por los fuertes vientos que soplan hacia la costa y la diferencia de presión atmosférica entre el ciclón y los alrededores generan grandes olas que inundan las costas.

Tormentas convectivas.

Este tipo de precipitaciones comúnmente llamadas chubascos, cubren áreas de entre 5 y 10 km de diámetro y se presentan acompañadas de descargas eléctricas e intensos vientos.

Actividades humanas.

Las causas principales de las inundaciones son las siguientes:

- Al pavimentar y techar cada vez mayores superficies se impermeabiliza el suelo, lo que impide que el agua se absorba a

través del mismo y acelera la escorrentía hacia a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.

- La tala de bosques y los cultivos que desnudan al suelo de su cobertura vegetal facilitan la erosión, con lo que llegan a los ríos grandes cantidades de materiales en suspensión, lo que agrava el efecto de la inundación.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la sección útil para evacuar el agua y reduce la capacidad de la llanura de inundación del río. La consecuencia es que las aguas suben a un nivel más alto y llega mayor cantidad de agua a los siguientes tramos del río, porque no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, provocando mayores desbordamientos.

2.2.7.3. Criterios para evaluación ante amenaza de inundaciones.⁴

Las inundaciones se producen cuando, al no poder absorber el suelo y la vegetación toda el agua, ésta fluye sin que los ríos sean capaces de canalizarla ni los estanques naturales o pantanos artificiales creados por medio de presas puedan retenerla.

Las inundaciones pueden medirse y estudiarse de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Profundidad del agua:** los cimientos de las edificaciones y la vegetación tendrán distintos grados de tolerancia a ser inundados con agua.
- **Duración:** el daño o la gravedad del daño a estructuras, infraestructura y vegetación a menudo están asociados con el tiempo que permanecieron inundados.

⁴ Wilchex Chau, Gustavo. "La Vulnerabilidad Global", Pág. 19, en Los Desastres no son Naturales

- **Velocidad:** las velocidades de flujo peligrosamente altas pueden crear fuerzas erosivas y presión hidrodinámica que pueden destruir o debilitar los cimientos. Esto puede suceder en las tierras de aluvión o en el cauce principal del río.
- **Tasa de ascenso:** la estimación de la tasa de ascenso y de la capacidad de descarga del río son bases importantes para decidir sobre la emisión de advertencias de inundación la creación de planes de evacuación, y códigos de reglamentación.
- **Frecuencia de ocurrencia:** un registro de los efectos acumulados y la frecuencia con la que han ocurrido las inundaciones en un período largo determinará qué tipos de construcción o actividades agrícolas pueden permitirse en la tierra de aluvión.
- **Estacionalidad:** las inundaciones que ocurren durante la temporada de cultivo pueden destruir completamente las cosechas, mientras que las inundaciones en clima frío debidas a derretimiento de nieve pueden afectar severamente el funcionamiento de la comunidad.

Daños físicos⁴: las estructuras se dañan por a) la fuerza del impacto de las aguas de la inundación contra las estructuras, b) flotar en aguas que se elevan, c) inundarse, d) derrumbarse debido a erosión, y por d) los daños provocados por los escombros que el agua acarrea.

Varias son las causas que provocan y aceleran las inundaciones, en su gran mayoría originadas por razones de índole natural y en menor grado por motivos humanos, como destrucción de cuencas, deforestación, sobre pastoreo, etc.; en ambas situaciones los desastres producidos son cuantiosos⁴.

Desarrollo de una inundación: la inundación ocurre cuando la carga (agua y elementos sólidos) rebasa la capacidad normal del cauce, por lo que se vierte en los terrenos circundantes, sobre los que suelen crecer pastos, bosques y cultivos o en los que hay áreas urbanas⁴.

Características: los desbordamientos por lo general tienen un carácter estacional. Es posible apreciar cómo los niveles del río van ascendiendo lentamente alcanzando la altura del desbordamiento⁴.

2.2.8. Olas.

Las olas se definen como la oscilación periódica de la superficie del agua, de mares, océanos, ríos y lagos por causa de distintos agentes como el viento, las fuerzas de atracción gravitacional de la luna y el sol, maremotos, tormentas, etc.⁵

2.2.8.1. Comportamiento general de olas.

Una ola representa un flujo o movimiento de energía desde su origen hasta su ruptura, por lo que no supone un flujo de agua. De esta manera una ola se propaga a través del agua moviendo sus partículas sin desplazarlas. Este hecho implica la distinción entre el perfil de la onda y la trayectoria del movimiento de las partículas de agua, que la constituyen.⁶

2.2.8.2. Tipo de olas ⁷.

Los diferentes tipos de olas son:

Olas libres u oscilatorias: se representan en toda la superficie y se deben a las variaciones del nivel del agua. En ellas el agua no avanza, sólo describe un giro al subir y bajar casi en el mismo sitio en el cual se

⁵ Canela Mata Antoni. Teoría de Olas - Universidad Peruana de Ciencias, Pág. 2.

⁶ Canela Mata Antoni. Teoría de Olas - Universidad Peruana de Ciencias, Pág. 4-6

originó el ascenso de la ola, se presentan en un tiempo menor de 30 segundos.

Olas forzadas: se producen por el viento y en ocasiones pueden ser altas como consecuencia de los huracanes en el agua.

Olas de traslación: son aquellas que se producen cerca de la costa y que, al avanzar tocando el fondo, se estrellan contra el litoral formando abundante espuma.

Tsunamis: son olas producidas por un terremoto o una explosión volcánica. Los tsunamis son muy frecuentes en el océano Pacífico.

2.2.8.2.1. Parámetros de cálculo en el estudio de olas.⁷

Para el cálculo de los parámetros en el estudio de olas, se tiene en consideración lo siguiente:

Cresta: Zona más elevada de la ola.

Seno: Zona más baja de la ola.

Altura de ola (H): Distancia entre cresta y seno, también conocida como valor picopico.

Amplitud (A): Distancia entre la cresta y la línea neutra correspondiente a aguas tranquilas, también conocida como valor de pico.

⁷ Vidal Boch J -Teoría de Olas y Comportamiento de Buque en el Mar. Págs.6-8

Elevación de la ola (η): Distancia vertical de un punto cualquiera de la superficie libre de la ola, en un instante determinado, sobre el nivel del mar en aguas tranquilas.

Periodo (T): Tiempo que transcurre entre el paso de dos crestas o senos. También se puede definir como el tiempo empleado por una cresta o un seno en recorrer una distancia igual a la longitud de ola.

$$T = \frac{2 \cdot \pi}{\omega} \dots\dots\dots (1)$$

Frecuencia (f): número de crestas que pasan en un segundo. Es la inversa del periodo.

Velocidad de la ola: Es la velocidad de propagación de la ola. Para un ciclo:

$$V_w = \frac{\textit{Longitud de onda}}{\textit{Periodo}} \dots\dots\dots (2)$$

Longitud de onda: Distancia recorrida en la propagación de la ola en el tiempo de un periodo.

$$L_w = V_w \cdot T \dots\dots\dots (3)$$

Número de olas o número de onda (k): Es la inversa de la longitud de onda por $2 \cdot \pi$. Representa el número de ciclos por unidad de longitud:

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{L_w} \dots\dots\dots (4)$$

2.2.8.2.2. Características de las ondas armónicas⁷.

Una partícula tiene un movimiento armónico simple a lo largo del eje X cuando su elongación “x”, o coordenada de posición sobre dicho eje, se expresa mediante una función sinusoidal del tiempo dado.

$$x = A \cdot \cos (\omega \cdot t + \varphi_0) \dots\dots\dots (5)$$

Dónde:

A = amplitud.

ω = velocidad angular.

t = tiempo.

Se denomina onda armónica a las que tienen el origen en las perturbaciones periódicas producidas en un medio elástico por un movimiento harmónico simple.

El estudio de las olas reales es muy complejo, según va adoptando simplificaciones su estudio resulta más abordable y más alejado de la realidad.

Una de las teorías de ondas muy extendida por su simplicidad es la Teoría de Airy o de la pequeña amplitud.

2.2.8.3. Teoría de la Onda de Airy⁷.

Una de las teorías más simples es de la Airy o teoría de la onda lineal o de pequeña amplitud que data del año 1845, y que hace las hipótesis simplificadoras siguientes:

- ✓ La onda es regular y bidimensional (no evoluciona en el tiempo ni en el espacio).
- ✓ El fluido es incompresible y los efectos de la viscosidad, tensión superficial y turbulencias son despreciables.
- ✓ El fondo es profundo y de profundidad constante.

La amplitud es pequeña con relación a la longitud de onda y al fondo.

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0 \dots\dots\dots (6)$$

La solución de la ecuación conlleva a la determinación de los siguientes parámetros:

$$\frac{1}{X} \cdot \frac{\partial^2 X}{\partial x^2} + \frac{1}{Z} \cdot \frac{\partial^2 Z}{\partial z^2} = 0 \dots\dots\dots (7)$$

$$\phi(x, z, t) = (A * \text{Cos}kx + B * \text{Sen}kx) * (C e^{kz} + D e^{-kz}) * \text{Sen}\sigma t \dots\dots\dots (8)$$

Dónde:

$$k = \frac{2 \cdot \pi}{L} = \text{constante de proporcionalidad.}$$

$$\sigma = \omega = \frac{2\pi}{T} = \text{velocidad angular.}$$

A, B, C y D = constantes de la solución de la ecuación diferencial.

Presión atmosférica en la superficie libre: $z = 0$ y $C = D$, la ecuación se simplifica en lo siguiente:

$$\phi = P_o * \phi(x, t) * \text{Sen}\sigma t \dots\dots\dots (9)$$

Siendo ϕ la función de velocidad y P_o la fuerza de impacto, cuya definición matemática⁸ es la siguiente:

$$f = P_o = 2\pi * \rho_w * B * C^2 \dots\dots\dots (10)$$

⁸ Wienke y Oumeraci 2004.

Dónde:

P_o = fuerza de impacto (Kg_f).

ρ_w = peso específico del agua (Kg_f/m³).

B = ancho de la base de la estructura que soporta el impacto (m).

C = velocidad de impacto (m/s), para pequeñas olas el autor recomienda un valor de 0.35 – 0.5 m/s.

2.2.8.4. Ecuación de movimiento para sistemas de un grado de libertad⁹.

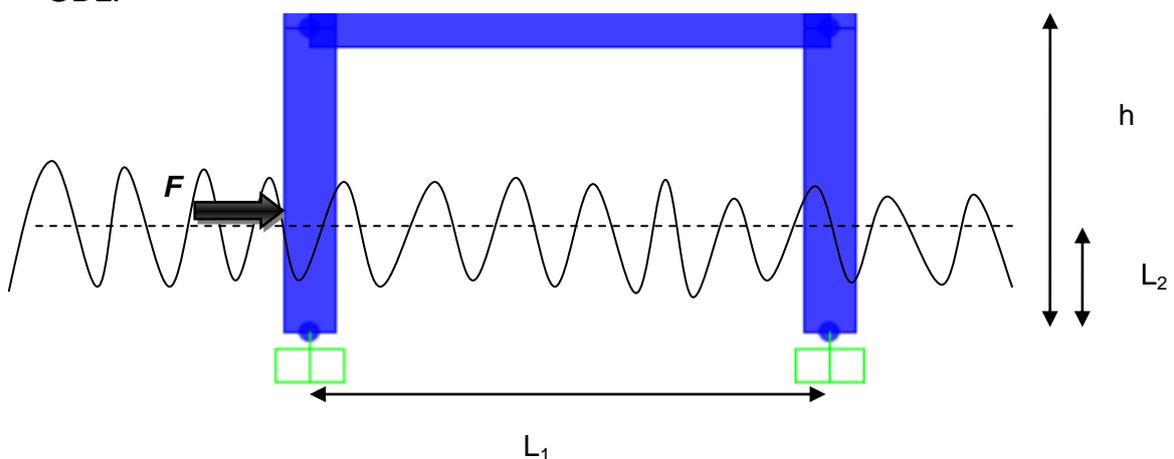
En cada instante de tiempo el sistema está en equilibrio bajo la acción de los momentos flexionantes internos de resistencia y las fuerzas de inercia ficticias que por el principio de D'Alembert son:

$$f_i(x,t) = -m(x)[Z''(x,t) + \phi(t)] \dots\dots\dots (11)$$

La ecuación de equilibrio dinámico de este sistema generalizado de 1 GDL. Aplicando estos criterios la ecuación queda de la forma siguiente:

$$Z'' + 2\zeta\omega_n Z' + \omega_n^2 Z = \phi(t) \dots\dots\dots (12)$$

Modelamiento del sistema estructural poste – viga para sistemas de 1 GDL:



⁹ Chopra Anil K. Dinámica de Estructuras. Páginas 312-313.

2.2.8.5. Rigidez de sistema estructural – armaduras espaciales¹⁰.

La formulación o resolución de armaduras tridimensionales o en el espacio es similar al análisis en el plano, con la salvedad de que ahora la deformación axial del elemento barra tiene que expresarse en función de los tres grados de libertad de traslación que existen para cada uno para una barra en el espacio, partiendo de la ecuación de continuidad:¹¹

$$\{e\} = [a]\{u\} \quad \dots\dots\dots (13)$$

Sabemos que la rigidez k_i de cada barra i de la armadura se sigue calculando como:

$$k_i = \frac{E_i A_i}{L_i} \quad \dots\dots\dots (14)$$

Donde L_i , E_i y A_i , con la longitud, el módulo de elasticidad y el área de la barra i , respectivamente, ya que la barra sigue trabajando axialmente.

Sabemos también que la matriz de rigidez (K) se calcula a partir de las ecuaciones de continuidad, relaciones constitutivas y equilibrio como:

$$[K] = [a]^T [k] [a] \quad \dots\dots\dots (15)$$

Por lo tanto si sustituimos las ecuaciones (13), (14) y (15) y realizamos las transpuestas y multiplicaciones, obtenemos la matriz siguiente:

¹⁰ Tena Colunga Arturo, Análisis de Estructuras con Métodos Matriciales, Páginas consultadas 75-78.

$$[K_e] = k_i \begin{bmatrix} l_{AB}^2 & l_{AB}m_{AB} & l_{AB}n_{AB} & -l_{AB}^2 & -l_{AB}m_{AB} & -l_{AB}n_{AB} \\ l_{AB}m_{AB} & m_{AB}^2 & m_{AB}n_{AB} & -l_{AB}m_{AB} & -m_{AB}^2 & -m_{AB}n_{AB} \\ l_{AB}n_{AB} & m_{AB}n_{AB} & n_{AB}^2 & -l_{AB}n_{AB} & -m_{AB}n_{AB} & -n_{AB}^2 \\ -l_{AB}^2 & -l_{AB}m_{AB} & -l_{AB}n_{AB} & l_{AB}^2 & l_{AB}m_{AB} & l_{AB}n_{AB} \\ -l_{AB}m_{AB} & -m_{AB}^2 & -m_{AB}n_{AB} & l_{AB}m_{AB} & m_{AB}^2 & m_{AB}n_{AB} \\ -l_{AB}n_{AB} & -m_{AB}n_{AB} & -n_{AB}^2 & l_{AB}n_{AB} & m_{AB}n_{AB} & n_{AB}^2 \end{bmatrix}$$

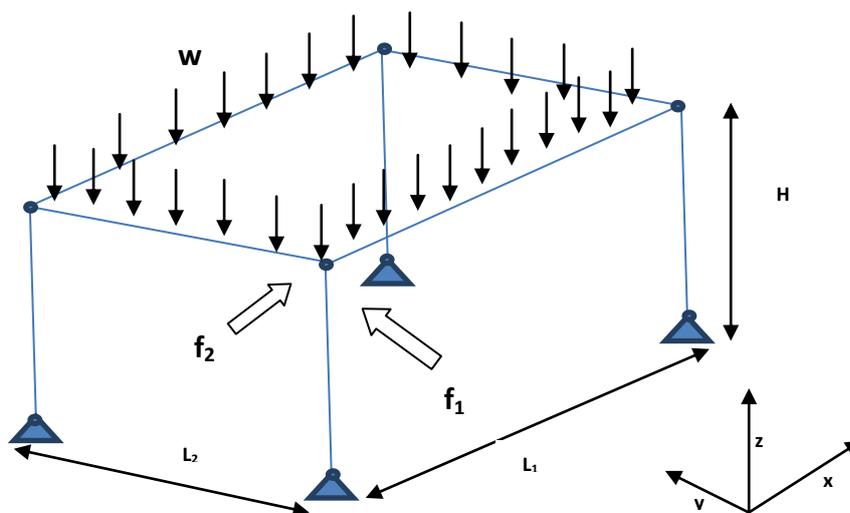
Dónde:

$$l_{AB} = \frac{x_B - x_A}{L}$$

$$m_{AB} = \frac{y_B - y_A}{L}$$

$$n_{AB} = \frac{z_B - z_A}{L}$$

La estructura de las viviendas dentro del área de estudio, muestran el siguiente modelamiento a fin de utilizarlo para el cálculo de la rigidez (K), el sistema estructural es el siguiente:



La ecuación básica del análisis matricial de este tipo de estructuras es la siguiente¹⁰:

$$(K) \begin{pmatrix} K_{11} & K_{12} \\ K_{21} & K_{22} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (16)$$

Lo cual, la matriz queda de la forma siguiente:

$$(K) = K_{11} - K_{12} * K_{22}^{-1} * K_{21} \dots\dots\dots (17)$$

$$(K) = \begin{pmatrix} EA/H & -EA/L_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & EA/H & -EA/L_2 & 0 \\ -EA/L_1 & EA/L_2 & -EA/H & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & EA/L_1 & -EA/H & 0 \\ 0 & EA/H & EA/L_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & EA/H & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & EA/L_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -EA/L_2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -EA/L_2 & 0 & 0 & 0 & EA/L_2 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -EA/H & EA/L_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & EA/L_1 & 0 & 0 & -EA/H & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & EA/H & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -EA/H & 0 & 0 & 0 & -EA/L_2 & EA/L_2 & EA/H & 0 & 0 & EA/L_1 & EA/L_2 & 0 \\ EA/L_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -EA/H & -EA/L_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & -EA/H \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & EA/L_1 & 0 & 0 & 0 & EA/L_2 & EA/H & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & EA/H & 0 & EA/L_1 \end{pmatrix}$$

Finalmente, resolviendo la matriz de 12 x 12, se obtiene:

$$(K) = EA/H * ((1 - (H^2/L_1 * L_2))) \dots\dots\dots (18)$$

Dónde:

- E = Módulo de elasticidad L₁ = Luz menor H = Altura
- A = Sección transversal L₂ = Luz mayor K = Rigidez

2.2.8.6. Método de esfuerzos admisibles.

Los esfuerzos admisibles están basados en resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos de 104 especies del Grupo Andino, incluyendo 20 del Perú (Norma E.010, 2006).

A diferencia del diseño en concreto armado y en acero donde se usan métodos de resistencia última, las estructuras de madera en la práctica mundialmente establecida se diseñan por métodos de esfuerzos admisibles, reduciendo la resistencia en vez incrementar las cargas (Norma E.010, 2006).

Los esfuerzos admisibles se han determinado aplicando la siguiente expresión (Norma E.010, 2006):

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{F.C. \times F.T.}{F.S \times F.D.C} \times \text{Esfuerzo Básico} \dots\dots\dots (16)$$

F.C.= Coeficiente de reducción por calidad (defectos).

F.T.= Coeficiente de reducción por tamaño.

$$F.T. = (50/h)^{1/9} \text{ (h en mm)}$$

F.S.= Coeficiente de seguridad.

F.D.C.= Coeficiente de duración de carga.

Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles. Para el uso de este método, debe de cumplirse lo siguiente:

Esfuerzos aplicados < Esfuerzos admisibles

2.2.8.6.1. Procedimiento de diseño de elementos en compresión axial.

Las recomendaciones vertidas en el manual de diseño para maderas del grupo andino, son aplicables a columnas sometidos principalmente a compresión axial (Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984).

Los postes de madera son consideradas elementos de sección transversal solida o maciza y de forma rectangular y de geometría similar, por lo cual los postes de madera también son clasificados según el tipo de columna. Las bases de cálculo son aplicables sin embargo a secciones de cualquier (Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984).

Longitud efectiva.

El diseño de elementos sometidos a compresión y flexo compresión debe hacerse tomando en cuenta su longitud efectiva L_{ef} . La fórmula para su cálculo es la siguiente (Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984):

$$L_{ef} = k * l \quad \dots\dots\dots (17)$$

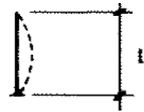
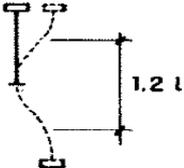
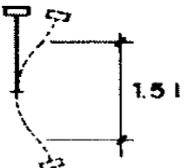
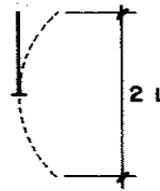
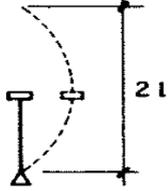
Dónde:

k = factor de longitud efectiva.

l = longitud no arriostrada.

L_{ef} = longitud efectiva.

Tabla N° 01: longitud efectiva.

CONDICION DE APOYO	k	l _{ef}	
1. Articulado en ambos extremos.	1	l	
2. Empotrado en un extremo (prevención del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.2	1.2 l	
3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1.5	1.5 l	
4. Empotrado en un extremo y libre en el otro.	2.0	2 l	
5. Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse.	2.0	2 l	
6. Articulado en un extremo y libre en el otro.			

Fuente: Manual de diseño de madera del grupo andino – 1984.

Esbeltez.

Las expresiones de diseño para columnas se presentan en función de la relación (Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984):

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{d} \dots\dots\dots (18)$$

Dónde:

d = dimensión de la sección transversal en la dirección considerada.

2.2.8.6.2. Clasificación.

Las columnas se clasifican en función de la esbeltez (Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984):

Columnas cortas: $\lambda < 10$.

Columnas intermedias: $10 < \lambda < C_k$

$$C_k = 0.7025 \cdot (E/f_c)^{1/2} \dots\dots\dots (19)$$

Columnas largas: $C_k < \lambda < 50$

No deben utilizarse como columnas elementos cuya relación de esbeltez sea mayor de 50.

Dónde:

C_k = constante de esbeltez.

λ = esbeltez.

2.2.8.6.3. Esfuerzos máximos admisibles.

Los esfuerzos máximos admisibles que deben considerarse para el diseño de elementos sometidos a compresión o flexo – compresión se indican en la tabla 2 (Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984).

Tabla N° 02: esfuerzos máximos admisibles (kg/cm²)

Grupo	Compresión paralela f_c	Compresión paralela f_t	Flexión f_m
A	145	145	210
B	110	105	150
C	80	75	100

Fuente: Manual de diseño de madera del grupo andino – 1984.

2.2.8.7. Interacción suelo – estructura (ISE).

En los últimos tiempos se está dando bastante importancia al problema de interacción suelo-estructura. En un sentido más generalizado, este problema puede ser formulado como un contacto dinámico entre la base y la estructura (Villarreal, 2009).

La actualidad de este tema consiste, en que, inclusive los primeros modelos dinámicos de interacción suelo-estructura han influido en el estado esfuerzo deformación de la edificación. Cabe indicar que en la actualidad este problema aún está lejos de su verdadera formulación, ya que su modelo matemático correcto tiene un sin número de espectros de solución que merecen un trabajo científico serio (Villarreal, 2009).

Lo que plantea la ISE es tomar en cuenta las propiedades elásticas del suelo, es decir, el suelo no es infinitamente rígido, como suele plantearse en la mayoría de análisis, sino que tiene cierto grado de amortiguación y absorbe parte de la energía entregada por el sismo. Esto va a ocasionar que una menor cantidad de energía llegue a la superestructura, por ende, los elementos estructurales soportarán menores fuerzas internas que lo que se obtiene del cálculo común sin ISE (Valderrama, 2014).

Otro efecto de la ISE es el aumento de los desplazamientos generados por el sismo, ya que estos desplazamientos van a comenzar desde la base (Valderrama, 2014).

Existen modelos dinámicos aceptados que, a través de coeficientes de rigidez, van a expresar cómo es que realmente interactúa el suelo con la estructura (Valderrama, 2014).

2.2.8.7.1. Modelos dinámicos en la interacción suelo-estructura.

Modelo dinámico D.D. Barkan – O.A. Savinov.

Es un modelo teórico-experimental, que está basado en la forma con la que interactúa la cimentación con la base de fundación en forma de un proceso establecido de vibraciones forzadas. El científico D.D. Barkan propuso unos coeficientes de rigidez que estén en función de los coeficientes de compresión y desplazamiento elástico que actúan sobre una inercia y área (Valderrama, 2014).

Modelo dinámico Winkler – Coeficiente de balasto.

Uno de los métodos de cálculo más utilizado para modelar la interacción entre la base de cimentación y la superestructura es la que supone al suelo como un equivalente a un número infinito de resortes elásticos - muelles o bielas biarticuladas- cuya rigidez, denominada módulo o coeficiente de balasto (K_s), se corresponde con el cociente entre la presión de contacto (q) y el desplazamiento -en su caso asiento- (δ) (Valderrama, 2014).

La aplicación de la teoría del módulo de balasto ha ganado aceptación en los últimos tiempos, dado que permite una fácil asimilación de la ISE por los métodos matriciales de cálculo. De hecho, con un programa de cálculo matricial genérico se puede realizar una aproximación del método tan precisa como deseemos al caso de vigas o losas sobre fundación elástica (Valderrama, 2014).

2.2.8.8. Evaluación de vulnerabilidad estructural de viviendas¹¹.

Para evaluar la vulnerabilidad estructural de las viviendas en zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista de la zona de Bellavista Nanay – distrito de Punchana, se empleara la metodología de Villagrán, principalmente en las zonas con mayor grado de susceptibilidad a inundaciones. El objetivo principal de éste es el análisis de la vulnerabilidad estructural de cuatro zonas a nivel distrital y puede ser utilizado para medir vulnerabilidad en el pre y post evento.

2.2.8.8.1. Metodología de Villagrán para la evaluación de vulnerabilidad estructural¹¹.

La metodología de Villagrán Reconocimiento Preliminar de Riesgos Asociados a varias amenazas en poblados de Guatemala, trata de reconocer los componentes típicos de las viviendas: principalmente paredes, se ha considerado como base para la ponderación de cada uno de los componentes el tipo de materia con el cual están contruidos.

Para la asignación numérica de los pesos tomaron como referencia los daños observados en eventos catastróficos históricos y su impacto en cada uno de dichos componentes.

La fuerza del flujo de agua puede ser tan potente que derrumbe paredes, postes y estructuras de cualquier tipo. Sin embargo, se considera que para eventos de menor magnitud, las viviendas con material de ladrillo o block tienen mayor resistencia y, por tanto, son menos vulnerables que casas con otro tipo tales como las de bambú, madera, lámina o adobe. (Villagrán, 2003)

¹¹ Elaboración Lic. Juan Carlos Villagrán, reconocimiento Preliminar de Riesgos Asociados a Varias amenazas en poblados de Guatemala. www.Crid.or.gt

Cuadro N° 02: ponderación de la metodología de Villarán.

Vulnerabilidad	Variables	Peso componente	Peso opción
	Materiales de construcción para sus componentes:		
Vulnerabilidad estructural de las viviendas	Poste-tipo de madera:	10	
	Huacapu		1
	Quinilla		1
	Quillosa		5
	Otro material		10

Fuente: Elaboración Lic. Juan Carlos Villagrán, Manual para la Estimación Cuantitativa de Riesgos Asociados a Diversas Amenazas.

2.2.8.8.2. Análisis del método de Villarán¹¹.

En la anterior ponderación se le asignan el mayor porcentaje al elemento estructural que probablemente puede salir dañado o que sufre daño al momento de que un evento impacte directamente sobre la estructura. Dicho porcentaje va dirigido a representar el daño o la deficiencia que sufriría el elemento estructural, tomando en cuenta que al momento de dañar seriamente la estructura portante automáticamente debilita a todo el sistema constructivo debido a que pertenece a un elemento que pasa a ser monolítico. Los cuadros de la ponderación están diseñados para evaluación de viviendas rurales de uno, dos y tres niveles.

En el caso de los riesgos o vulnerabilidades totales, es útil clasificar los valores normalizados en tres clases: alto, medio y bajo. Para el caso de estas cantidades normalizadas se presentan los siguientes rangos y niveles¹¹:

Cuadro N° 03: Rangos propuestos para niveles de vulnerabilidad.

Rango numérico de vulnerabilidad normalizada	Clasificación
Vulnerabilidad baja	0-40
Vulnerabilidad media	41-70
Vulnerabilidad alta	71-100

Fuente: Elaboración Lic. Juan Carlos Villagrán, Manual para la Estimación Cuantitativa de Riesgos Asociados a Diversas Amenazas.

2.2.8.8.3. Rango de la vulnerabilidad ante inundaciones¹¹.

En esta vulnerabilidad se tienen valores incluidos dentro del rango de 10-100 lo que nos dice que existe dentro el sector áreas que son 100% susceptibles a inundación y áreas que son 10% susceptibles con un rango menor lo que establece que el área verde son viviendas altamente susceptibles a un desastre de inundación, el área amarilla son viviendas que están dentro de los dos rangos (alto y bajo) pero que no dejan de ser susceptibles ante una inundación y el área roja son viviendas que poseen la menor susceptibilidad a inundación.

2.2.8.8.4. Método de cálculo de vulnerabilidad por inundación¹¹.

Para la obtención del nivel de vulnerabilidad por inundación se utiliza la siguiente fórmula:

$\text{Vulnerabilidad por Inundación} = (\text{Peso componente}) \times (\text{Peso opción})$

2.2.8.9. La madera usada como base en viviendas rurales de la Región Loreto.

En los bosques de llano inundable aledaños a comunidades existe una gran cantidad de especies de madera de rápido crecimiento, teniendo a nivel local un gran potencial de utilización en la construcción de viviendas rurales (Soto y Vásquez, 1989; Vásquez, 1987, 1990).

La madera, a diferencia de otros materiales de construcción, es un recurso renovable con el cual se puede levantar íntegramente toda una vivienda, desde la base hasta la parte más alta del techo (Dourojeanni, 1990).

La madera sin mayor transformación, es tradicionalmente usada por los pobladores de las comunidades amazónicas para construir empíricamente sus viviendas rurales, sin tener en cuenta, por desconocimiento, sus propiedades físicas y mecánicas, su uso apropiado en la construcción y el criterio técnico de diseño estructural y de habitabilidad (Espíritu, 1997).

La mayoría de estas viviendas son de diseño simple, con una o dos habitaciones, separadas con madera de residuos de aserrío o de “triplayeras”, situación que las hace totalmente incómodas e inseguras, excepto las construidas con cemento y ladrillo. Existen viviendas levantadas por encima del suelo, lo cual indica que las comunidades están situadas en zonas inundables y no inundables. El 70% de los pobladores de los caseríos obtienen la madera en los bosques circundantes u otros lo compran en la ciudad de Iquitos, los cuales cada vez están más lejos. Algunas maderas son adquiridas en los aserraderos de la ciudad, como es el caso del tornillo, el aceite caspi y el huacapu (Espíritu, 2010 y Panduro, 2010)

2.2.8.10. Madera huacapu¹².

Nombre común: huacapu (Peru).

Nombre científico: *Minquartia guianensis* Aub.

Familia: *Olacaceae*

Descripción botánica¹².

Árbol con alturas de 40 a 70 metros y diámetros de 90 a 180 cm, copa redonda con ramas un poco péndulas, fuste recto, angular con gambas pequeñas y surcos profundos en el tercio basal, la corteza es de color pardo grisácea de 1.5 a 2.5 cm de grosor, exfolia en escamas oblongas

¹² Nota Técnica N° 057. Disponible en <http://orton.catie.ac.cr>

pequeñas y muestra fisuras verticales con látex blanquecino o ligeramente amarillo.

Las hojas son simples, alternas de 8 a 16 cm de largo y de 3 a 7 cm de ancho, elíptico – oblongas, apice acuminado, base redondeada a obtusa, peciolo de 8 a 16 cm de largo, haz verde oliváceo, brillante y envés verde grisáceo claro y pubescente¹².

La madera es dura y muy pesada, con un peso específico 0.90 g/cm³, la albura es amarilla y el duramen pardo oscuro. Tiene grano entrecruzado a ondulado, textura fina y lustre opaco, la durabilidad natural es alta y es resistente al ataque de hongos y termitas¹².

Distribución y hábitat¹².

Nativa desde el sur de Nicaragua hasta Ecuador y Amazonas en Brasil y en algunas islas del Caribe. Especie emergente del bosque tropical de tierras bajas con pendiente de 20 a 40 %. Se encuentra desde el nivel del mar hasta 1000 msnm, en sitios con precipitaciones anuales a 2500 a 6500 mm y temperaturas de 24 a 35 °C. Prefiere suelos de textura arcillo – arenosa a franco arcillosa, ácidos a drenaje moderado.

Usos del huacapu¹².

Es difícil de trabajar y el secado es lento. Se usa en construcciones pesadas, postes, traviesas para ferrocarril, parquet para pisos, columnas, puentes, chapase implementos agrícolas.

Principales propiedades físicas y mecánicas del huacapu¹³.

Las propiedades físicas y mecánicas del huacapu, en relación a la normatividad vigente es la siguiente:

¹³ Manual de Diseño de Madera del Grupo Andino, 1984, paginas 1-21 al 1-24.

Cuadro N° 04: propiedades físicas y mecánicas del huacapu
(*Minquartia guianensis Aub.*)

Variable	Unidad de Medida	Valor promedio
Conductividad eléctrica ¹⁴	MΩ	500
Velocidad de propagación de sonidos ¹³	m/s	4,300
Módulo de rigidez (G) ¹³	Kg/cm ²	(1/16-1.25)*E
Módulo de poissón (u) ¹³	----	0.325-0.40
Módulo de elasticidad (E)	Kg/cm ²	130,000
Densidad básica ¹⁴	g/cm ³	0.71

Fuente: Manual de diseño de madera del grupo andino, 1984.

Propiedades resistentes de la madera¹⁴.

En la madera se pueden reconocer tres direcciones principales que pueden considerarse ortogonales entre, estas direcciones son la longitud, la tangencial y la radial.

Las principales propiedades resistentes de la madera son: resistencia a la compresión paralela al grano, la compresión perpendicular al grano, la flexión, tracción y corte paralelo al grano. Los esfuerzos básicos para cada una de estas propiedades resistentes son obtenidos de probetas pequeñas libres de defectos y ensayados según la norma ASTM D-143 y las normas COPANT¹⁴.

¹⁴ Manual de Diseño de Madera del Grupo Andino, 1984, paginas 1-19 al 1-20.

2.3. Definición de términos básicos.

Amenaza por inundación: es un evento natural que afecta la vida, viviendas, bienes propios de las personas, y valores de la sociedad, los cuales tienden a ocurrir en la misma ubicación geográfica (Villagrán, 2003).

Coordenadas generalizadas: se denomina a un conjunto cualquiera de parámetros numéricos que sirven para determinar de manera unívoca la configuración de un mecanismo o sistema mecánico con un número finito de grados de libertad (Neil, Chopra, 2012).

Ecuación diferencial: es una ecuación matemática que relaciona una función con sus derivadas. En las aplicaciones, las funciones usualmente representan cantidades físicas, las derivadas representan sus razones de cambio, y la ecuación define la relación entre ellas (Dennis, 1997).

Ecuación diferencial parcial: es una ecuación diferencial que contiene una función multivariable y sus derivadas parciales. Estas ecuaciones se utilizan para formular problemas que involucran funciones de varias variables (Dennis, 1997).

Esfuerzo: se define entonces el esfuerzo como la relación entre la fuerza aplicada y el área de la sección sobre la cual actúa, o en otros términos como la carga que actúa por unidad de área del material (Villarreal, 2010).

Esfuerzo admisible: se calcula dividiendo el esfuerzo que resiste el material por el factor de seguridad (mayor que 1), de tal manera que aunque uno "sabe" que el material tiene una resistencia dada lo "pone a trabajar" a un esfuerzo menor (Villarreal, 2010).

Fuerza de impacto: es la fuerza producida por el impacto de un oleaje contra un cuerpo estático (Mata, 2011).

Grados de libertad: en ingeniería se refiere al número mínimo de parámetros que necesitamos especificar para determinar completamente la velocidad de un mecanismo o el número de reacciones de una estructura (Neil, Chopra, 2012).

Huacapu (*Minquartia guianensis Aub*): especie forestal perteneciente a la familia olacaceae, en la construcción es utilizada como postes para viviendas en zonas inundables (Nota Técnica N° 057: Disponible en <http://orton.catie.ac.cr>).

Inundación fluvial: son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura (Álvarez, 2012).

Matriz de rigidez: El concepto intuitivo de rigidez nos dice que los desplazamientos que se producen en una estructura ante una carga serán menores si la estructura es más rígida (Tena, 2007).

Modelamiento matemático: es una descripción, en lenguaje matemático, de un objeto que existe en un universo no-matemático (Tena, 2007).

Modelamiento estructural: es la distribución de los elementos verticales de soporte en una estructura, que permite elegir un sistema apropiado para el envigado, asimismo la distribución interna de espacios y funciones. También llamada configuración estructural (Tena, 2007).

Movimiento armónico: es un movimiento periódico, y vibratorio en ausencia de fricción, producido por la acción de una fuerza recuperadora que es directamente proporcional a la posición, y que queda descrito en función del tiempo por una función senoidal (Vidal, 2008).

Olas: son ondas que se desplazan a través de la superficie de mares, océanos, ríos, lagos, canales, etc (Vidal, 2008).

Teoría de la onda de Airy: principio que establece el comportamiento de olas en relación a su amplitud y longitud, es aplicable a fluidos incompresibles y de baja tensión superficial (Vidal, 2008).

Vulnerabilidad: es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de que ha ocurrido un desastre. Por ejemplo, las personas que viven en la planicie son más vulnerables ante las inundaciones que los que viven en lugares más altos (Álvarez, 2012).

Vulnerabilidad estructural: se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes de la vivienda que lo mantienen en pie ante un evento sísmico, inundación y otros (Álvarez, 2012).

2.4. Objetivos.

2.4.1. Objetivo general.

- Evaluar la vulnerabilidad de las viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista ante el fenómeno de la inundación, Distrito de Punchana, en el año 2016.

2.4.2. Objetivos específicos.

- Evaluar el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas de la zona inundable del AA.HH. Nuevo Bellavista, ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial.
- Describir el estado de los postes de madera expuestas a inundaciones.
- Analizar el comportamiento de olas generadas por el tránsito fluvial.
- Plantear un modelo matemático del comportamiento de olas generadas por el tránsito fluvial.
- Calcular la fuerza promedio de impacto de olas generadas por el tránsito fluvial.

2.5. Hipótesis.

La inundación incrementa el grado de vulnerabilidad estructural en las viviendas de zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista, Distrito de Punchana, en el año 2016.

2.6. Variables.

2.6.1. Identificación de las variables.

Las variables definidas y de acuerdo al tipo de diseño de investigación, son:

Variable dependiente: vulnerabilidad estructural.

Variable independiente: efecto de inundaciones.

2.6.2. Definición de la variable.

Vulnerabilidad estructural: se define conceptualmente como el nivel de daño que pueden sufrir las edificaciones a consecuencia del fenómeno de inundación y depende de las características del diseño de la edificación, de la calidad de materiales y de la técnica de construcción, (Álvarez, 2012).

Inundación: son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles, vegas y riberas, donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura (Álvarez, 2012).

2.6.3. Operacionalización de variables.

Variable	Indicadores	Índice
Vulnerabilidad estructural	Alto	%
	Medio	
	Bajo	
	% viviendas vulnerables	%
	Esfuerzo admisible	kg _f
Efecto de inundación	Fuerza de impacto	kg _f
	Longitud de onda	cm
	Velocidad de propagación de onda fluvial.	cm/s

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO.

3.1. Tipo de investigación.

El tipo de investigación para el presente estudio es descriptiva, pues se evalúa las características generales que tienen las viviendas, se analiza, describe y explica el comportamiento del fenómeno de inundación en los postes de madera de viviendas rusticas.

3.2. Diseño de investigación.

Diseño descriptivo simple: el diseño de investigación es no experimental transeccional descriptivo por que se buscara y recogerá información relacionada con el objeto de estudio.

M x O

Se pondrá en práctica el diseño transeccional correlacional relacionando las variables causa-efecto. Con el siguiente diseño:

X → Y

También se utilizará el diseño Longitudinal de evolución de grupo cuando se evalúe la vulnerabilidad de estructuras de madera expuestas al fenómeno de inundación y se elabore propuestas técnicas para estas viviendas a fin de mitigar la vulnerabilidad de las mismas, para el bienestar de la población del AA.HH. Nuevo Bellavista del distrito de Punchana.

3.3. Población y muestra.

3.3.1. Población.

La población está constituida por las viviendas ubicadas en el AA. HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana, exactamente la zona de Bellavista Nanay para lo cual se ha estratificado en 04 áreas que comprenden aproximadamente 109 viviendas de estructura de madera y cuyo soporte son postes de madera tradicional, es como sigue:

Cuadro N° 05: Población de estudio.

Distrito	Sector	N° de Viviendas
Punchana	1	35
	2	14
	3	28
	4	32
Total		109

Fuente: elaboración propia.

3.3.2. Muestra.

Para el cálculo de la muestra se utilizara la ecuación siguiente:

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{E^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$

Dónde:

$$Z = 1.96 \text{ al } 95\%$$

$$N = 109$$

$$P = 50\%$$

$$Q = 50\%$$

$$E = 5\%$$

Reemplazando datos en la ecuación se obtiene:

$$n = 28$$

De los cuales se tiene la distribución de la muestra por áreas, representado en lo siguiente:

Cuadro N° 06: muestra de estudio.

Distrito	Sector	Viviendas	%
Punchana	1	9	33%
	2	4	13%
	3	7	26%
	4	8	28%
Total		28	100%

3.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.

3.4.1. Técnicas.

Las técnicas utilizadas fueron las siguientes:

- a. Fuente primaria: se obtuvo como consecuencia de la aplicación a nuestra muestra del método de cuestionario.

- b. Fuente secundaria: la información se obtuvo de publicaciones del Instituto Nacional de Defensa Civil de la sede regional de Iquitos, del Comité de Emergencia Regional del Gobierno Regional de Loreto, de textos de diferentes autores que enfoquen sobre la temática de inundaciones, manual de diseño para maderas del grupo andino, así como de los diferentes portales de internet que tienen relación con el tema central de la investigación y fueron considerados importantes.

3.4.2. Procedimientos de recolección de datos.

Se utilizó el método de encuesta a fin de recabar información para conocer el estado actual de las viviendas, el tipo de infraestructura, estructura que soporta la vivienda, tipo de madera usada como soporte, dimensiones y altura máxima de inundación a las viviendas ubicadas en la zona del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

Teniendo en cuenta que la población de estudio está dividida en cuatro áreas en la zona de Bellavista Nanay en el AA.HH. Nuevo Bellavista, esta zona presenta una cota de inundación anual de 118.97 msnm, en cuanto a las viviendas que se ven afectadas el índice varía con respecto a otros distritos, tienen más viviendas afectadas, mientras que en los distritos restantes es menor en número, de esta manera el área indicada sirvió como “grupo de control” para aplicar una encuesta y obtener datos de campo. Seguidamente se describe las etapas del estudio:

a. Etapa inicial de gabinete.

Elaboración de instrumentos de recolección de datos a aplicarse en las zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

b. Etapa de organización, se efectuará las siguientes actividades:

Reuniones de coordinación con el representante de la zona (A.A.H.H.) y pobladores para presentar los lineamientos generales del trabajo de investigación y comprometer el apoyo de la población en la preparación, organización y ejecución de las futuras viviendas que lleven un proceso constructivo apropiado. Considerando que existen métodos artesanales utilizados por la comunidad para realizar sus construcciones, se realizarán reuniones informativas para que los pobladores eviten dichos métodos.

Levantamiento catastral de información social y económica de las zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

c. Etapa de trabajo de campo

Levantamiento de información de la población y los elementos del estudio. Aplicación de los instrumentos de recolección de datos de las zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana en la zona de Bellavista Nanay.

d. Etapa final de gabinete.

Sistematización de información, análisis, interpretación y elaboración del informe final.

3.4.3. Instrumentos.

Anexo 01: matriz de consistencia.

Anexo 02: instrumento de recolección de datos:

Anexo 02-A: encuesta practicada a los jefes o representante de hogar en las áreas de la muestra seleccionada de la zona del AA. HH. Nuevo Bellavista.

Anexo 02-B: formato de evaluación estructural de la vivienda.

Anexo 02-C y 2-D: formato de recolección de información básica de las viviendas.

3.5. Procesamiento y análisis de información.

La información obtenida se procesó en el programa estadístico SPSS versión 22, y los resultados obtenidos se presentan y tratan en cuadros estadísticos como gráfico de barras, gráficos lineales, entre otros, así como en el programa Excel y Word, para su análisis e interpretación.

CAPITULO IV: RESULTADOS.

4.1. Análisis univariado de encuestas aplicadas a viviendas.

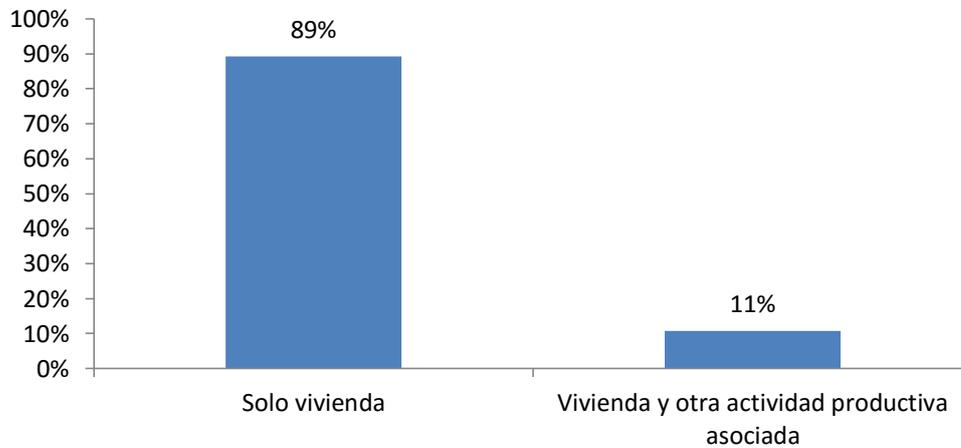
En anexos se muestra el instrumento de recojo de información (encuestas) empleado para obtener datos que sirvió para determinar el estado actual de las viviendas dentro del área de estudio, los resultados son los siguientes:

Cuadro N° 07: uso de la vivienda en la zona del AA. HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Solo vivienda	25	89%	89%
Vivienda y otra actividad productiva asociada	3	11%	100%
Total	28	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Grafico N° 01: uso de la vivienda.



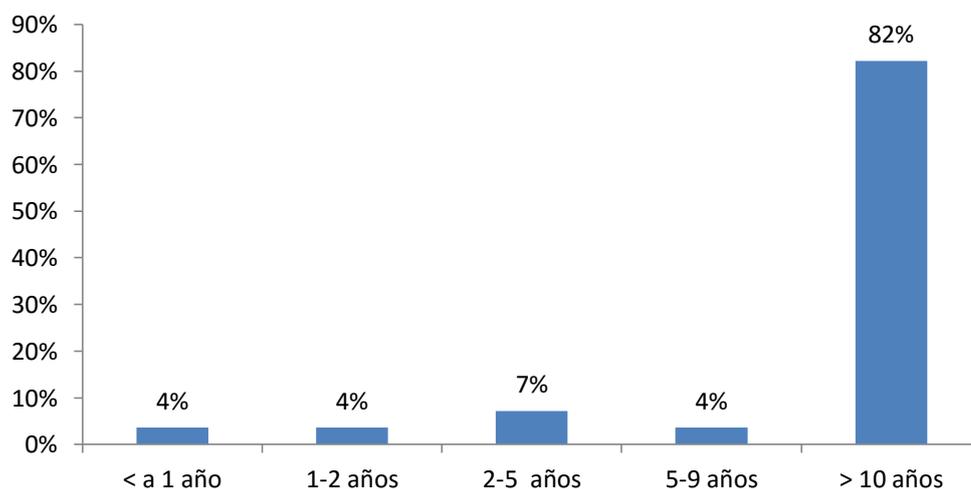
El 89 % de los encuestados manifestó que el uso de viviendas es para otra actividad productiva y asociada (negocios), el 11 % es solo para vivienda.

Cuadro N° 08: tiempo que viven en la casa, del AA. HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
< a 1 año	1	4%	4%
1-2 años	1	4%	7%
2-5 años	2	7%	14%
5-9 años	1	4%	18%
> 10 años	23	82%	100%
Total	28	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Gráfico N° 02: tiempo que viven en casa.



El 82 % de los encuestados manifestó que viven en sus viviendas más 10 años, el 7 % entre 2 a 5 años y el 4 % menor a 1 año.

Por otro lado, el 100 % de los encuestados manifestó que la vivienda en la que viven es propia.

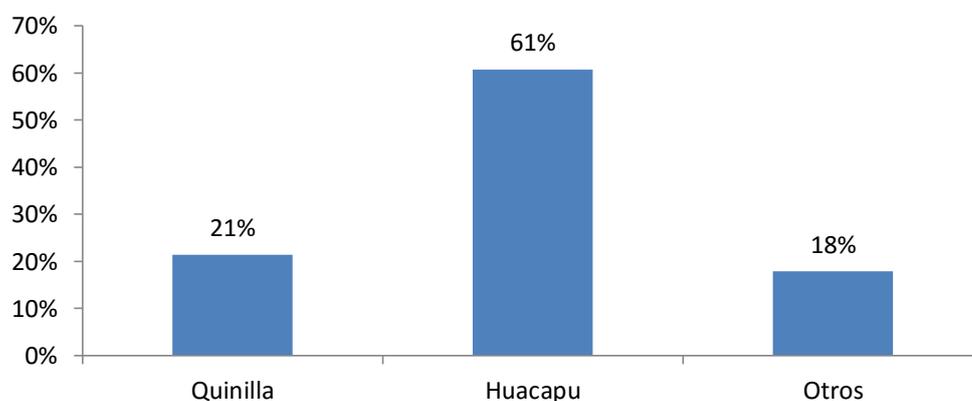
El 100 % de los entrevistados manifestó que la estructura, pared y piso son de madera, y que material predominante de los postes es de madera dura.

Cuadro N° 09: tipo de madera usada como soporte en la vivienda, del AA. HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Quinilla	6	21%	21%
Huacapu	17	61%	82%
Otros	5	18%	100%
Total	28	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Grafico N° 03: tipo de madera usada como soporte para vivienda.



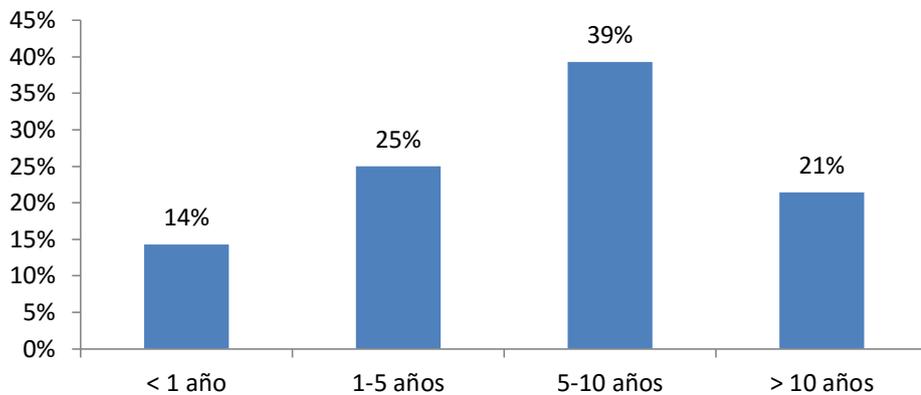
El 61 % de encuestados manifestó que la madera usada como poste para sus viviendas es huacapu, seguido de quinilla en un 21% y otros (18%) lo que tenemos la quillosa y el lagarto caspi.

Cuadro N° 10: tiempo de uso de madera para soporte en viviendas, del AA. HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
< 1 año	4	14%	14%
1-5 años	7	25%	39%
5-10 años	11	39%	79%
> 10 años	6	21%	100%
Total	28	100%	100%

Fuente: elaboración propia.

Grafico N° 04: tiempo de uso (años).



4.2. Resultados del método de Villagrán vulnerabilidad estructural en viviendas.

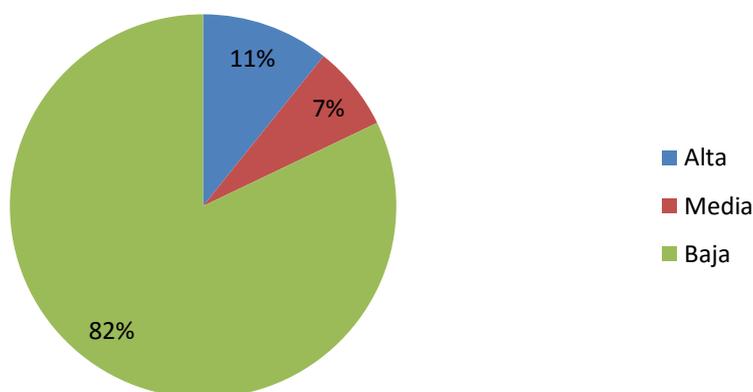
Una vez tabulado los datos y en función a estos resultados, se procedió al cálculo del componente poste de las viviendas evaluadas, y de acuerdo al cuadro N° 04, se procedió a clasificar la vulnerabilidad de acuerdo a la puntuación obtenida para cada una de las viviendas, de los cuales, el resultado es el siguiente:

Cuadro N° 11: resultados de la vulnerabilidad estructural de las viviendas evaluadas del AA. HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

Resumen - vulnerabilidad AA.HH. Nuevo Bellavista	Abs.	%
Alta	3	11%
Media	2	7%
Baja	23	82%
Total	28	100%

Fuente: elaboración propia.

**Grafico N° 05: resumen - vulnerabilidad AA.HH.
Nuevo Bellavista.**



En el resultado de evaluación de vulnerabilidad estructural de las viviendas del sector del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana, se puede observar que el 82 % de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural baja ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, el 7% de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural media, y el 11 % de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural alta.

Datos que podrán servir a las autoridades municipales del Distrito de Punchana para dar mayor atención e importancia al 11% de viviendas con vulnerabilidad alta a la hora que ocurra un desastre, o a la hora de recibir una ayuda para el mejoramiento de las viviendas.

Así que, los postes de madera de material como machimango y quinilla se muestran en este sector como el rango alto, ocupando el 11% de la población en muestra, y el 89% restante se encuentra en el rango bajo, utilizando madera dura como el huacapu y la quinilla. Se establece para este estudio de vulnerabilidad, que los postes de madera es el material más afectado a la hora de una inundación, ya que debilita sus cimientos,

humedeciendo el material a una altura considerable, provocando deterioro en el mismo, y es en la interfase liquido-aire donde se produce el mayor deterioro de la infraestructura.

4.3. Resultados de datos obtenidos en campo.

Para obtener resultados del trabajo de campo realizado ello se utilizó los siguientes materiales: wincha de 30 m y 5 m, cronometro, pelota plástica de 30 cm de diámetro, cuaderno de apuntes, lápiz, tablero y formato de toma de datos, para el estudio del comportamiento de olas en los postes de madera se analizó la estructura viga-poste critica de las 28 viviendas, planteando el análisis para un grado de libertad y que el sistema elegido se debe a que las olas impactan con mayor oscilación en una de la esquinas de esta estructura (poste-viga).

Mapa N° 01: Mapa de estudio de las áreas evaluadas para el sector del AA.HH. Nuevo Bellavista.



Cuadro N° 12: datos recopilados en campo de los postes de madera por vivienda.

N° viv.	Diámetro menor Do (m)	Diámetro mayor Di (m)	Altura de postes de madera h (m)
1	0.124	0.160	2.50
2	0.128	0.175	2.00
3	0.143	0.190	3.00
4	0.135	0.160	3.00
5	0.128	0.156	3.00
6	0.145	0.170	4.00
7	0.126	0.174	4.00
8	0.142	0.172	2.50
9	0.135	0.190	3.00
10	0.138	0.200	3.50
11	0.127	0.160	3.00
12	0.124	0.157	3.00
13	0.136	0.170	4.50
14	0.146	0.180	4.00
15	0.142	0.190	4.00
16	0.15	0.160	2.20
17	0.141	0.180	3.00
18	0.136	0.190	3.50
19	0.132	0.210	5.00
20	0.131	0.180	5.00
21	0.125	0.160	2.00
22	0.145	0.183	4.00
23	0.142	0.175	2.00
24	0.136	0.163	2.50
25	0.128	0.165	4.00
26	0.122	0.162	2.00
27	0.123	0.173	3.00
28	0.142	0.184	2.00

Fuente: datos recopilados en campo.

Se calculó el diámetro promedio de los postes de madera, a su vez se realizó un análisis estadístico descriptivo respecto de los datos recopilados y procesados, el resultado es el siguiente:

Cuadro N° 13: resultado del análisis estadístico descriptivo.

Valor de estadígrafos	
Media	0.15466071
Error típico	0.00175896
Desviación estándar	0.00930756
Varianza de la muestra	8.6631E-05
Curtosis	-1.25555839
Coefficiente de asimetría	0.00785353
Mínimo	0.1405
Máximo	0.171

Fuente: elaboración propia.

Se aprecia un coeficiente de Asimetría positivo, un valor negativo de Curtosis, comprobando que los datos tienen una tendencia de distribución normal, la desviación estándar y varianza muestran valores considerables.

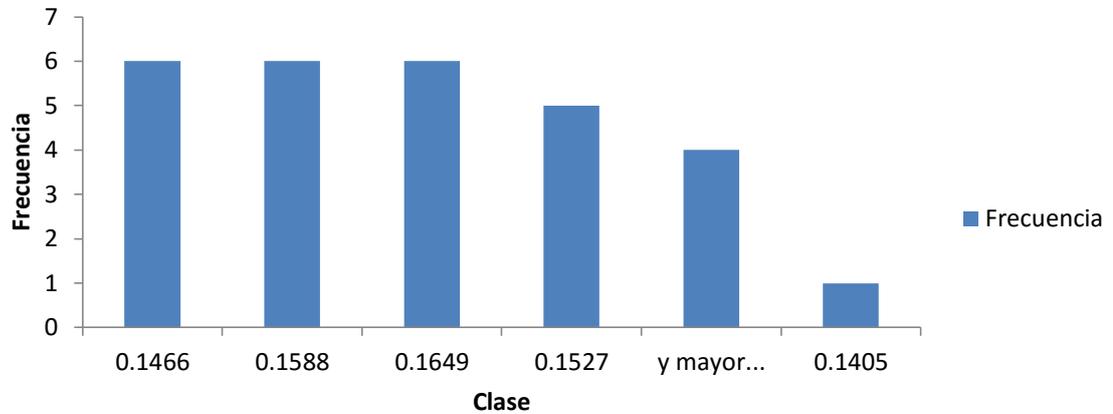
Además, se realizó un análisis de distribución de frecuencias empleando el programa estadístico SPSS versión 22 de los datos recopilados:

Tabla N° 03: tabla de distribución de frecuencia de diámetros promedios.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
0.1405	1	0.1466	6
0.1466	6	0.1588	6
0.1527	5	0.1649	6
0.1588	6	0.1527	5
0.1649	6	y mayor...	4
y mayor...	4	0.1405	1

Fuente: elaboración propia.

Grafico N° 06: histograma-diametros promedios, postes de madera de viviendas.



De los datos obtenidos (ver anexo 03), se utilizó los promedios de las muestras tomadas y a su vez estos sirvieron para calcular la fuerza de impacto (ver ecuación 10) causado por las olas en los postes que sostienen a las viviendas (28), para ello los resultados fueron los siguientes:

Cuadro N° 14: cálculo de la fuerza de impacto en cada vivienda.

N° viv.	C^2 (m^2/s^2)	B (m)	Pw (Kgf/m^3)	f (Kgf/m)
1	0.08	0.48	1,000	233.99
2	0.11	0.45	1,000	304.49
3	0.16	0.43	1,000	427.26
4	0.14	0.37	1,000	335.70
5	0.42	0.46	1,000	1,221.14
6	0.18	0.39	1,000	432.26
7	0.06	0.38	1,000	149.23
8	0.10	0.37	1,000	234.84
9	0.12	0.33	1,000	250.15
10	0.15	0.34	1,000	324.93
11	0.14	0.38	1,000	344.77
12	0.20	0.36	1,000	458.05
13	0.30	0.39	1,000	741.26
14	0.18	0.42	1,000	487.94
15	0.14	0.36	1,000	322.09
16	0.15	0.40	1,000	377.49
17	0.16	0.41	1,000	412.18

18	0.16	0.33	1,000	331.75
19	0.17	0.33	1,000	343.27
20	0.18	0.34	1,000	371.30
21	0.19	0.37	1,000	444.00
22	0.20	0.34	1,000	426.24
23	0.23	0.34	1,000	492.20
24	0.22	0.35	1,000	485.79
25	0.10	0.37	1,000	238.06
26	0.09	0.33	1,000	188.02
27	0.10	0.38	1,000	226.43
28	0.07	0.38	1,000	171.77

Fuente: datos obtenidos en campo, elaboración propia.

De los datos de fuerzas de impacto obtenidos, se obtuvo un valor promedio de 384.88 kg_f/m, luego se procedió a realizar un análisis estadístico descriptivo del cual se muestra los resultados siguientes:

Cuadro N° 15: resultado del análisis estadístico – fuerza de impacto.

Estadístico	Valor
Media	384.88
Error típico	38.94
Mediana	344.02
Desviación estándar	206.08
Curtosis	9.84
Coefficiente de asimetría	2.67
Mínimo	149.23
Máximo	1,221.14

Fuente: elaboración propia.

Se aprecia un coeficiente de Asimetría positivo, un valor positivo de Curtosis, comprobando que los datos tienen una tendencia de distribución normal, la desviación estándar y varianza muestran valores considerables, el rango admisible para la fuerza de impacto es un mínimo de 149.23 kg_f/m y un máximo de 1,221.14 kg_f/m.

Tabla N° 04: tabla de distribución de frecuencia de fuerzas de impacto.

<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Clase</i>	<i>Frecuencia</i>
149.23	1	363.61	14
363.61	14	577.99	11
577.99	11	149.23	1
792.38	1	792.38	1
1,006.76	0	Y mayor...	1
Y mayor...	1	1,006.76	0

Fuente: elaboración propia.

Grafico N° 07: histograma-fuerzas de impacto en postes de madera de viviendas.



4.4. Calculo de parámetros en el estudio de olas y propiedades dinámicas.

Utilizando las formulas (1) y (2) calculamos los parámetros para el estudio de olas, también las propiedades dinámicas del pórtico de las 28 viviendas evaluadas, son las siguientes:

Cuadro N° 16: cálculo de parámetros en el estudio de olas y propiedades dinámicas de pórticos de viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

N° viv.	Propiedades Dinámicas del Sistema Poste-Viga				Propiedades en el estudio de olas	
	Rigidez K (kg/cm)	Carga total kgf-s ² /cm	Velocidad angular (rad/seg)	Periodo (Seg)	Longitud de onda (cm)	Velocidad de propagación de onda (cm/s)
1	1,195.35	1,253.78	0.98	6.43	5.50	0.85
2	1,311.41	1,571.59	0.91	6.88	8.00	1.16
3	797.45	1,515.14	0.73	8.66	12.00	1.39
4	604.41	1,113.69	0.74	8.53	14.50	1.70
5	934.21	1,811.34	0.72	8.75	12.60	1.44
6	503.64	1,158.99	0.66	9.53	14.80	1.55
7	478.14	1,027.26	0.68	9.21	16.00	1.74
8	705.82	946.42	0.86	7.28	10.60	1.46
9	466.33	835.60	0.75	8.41	20.30	2.41
10	437.46	835.60	0.72	8.68	12.00	1.38
11	637.52	1,205.69	0.73	8.64	11.30	1.31
12	572.18	1,069.78	0.73	8.59	15.70	1.83
13	447.68	1,158.99	0.62	10.11	12.50	1.24
14	584.10	1,303.26	0.67	9.39	9.00	0.96
15	417.30	1,069.78	0.62	10.06	8.40	0.83
16	939.34	1,205.69	0.88	7.12	5.40	0.76
17	742.16	1,253.78	0.77	8.17	4.60	0.56
18	412.11	871.14	0.69	9.14	4.00	0.44
19	279.80	835.60	0.58	10.86	10.80	0.99
20	297.28	835.60	0.60	10.53	14.00	1.33
21	882.28	946.42	0.97	6.51	12.50	1.92
22	371.60	871.14	0.65	9.62	13.30	1.38
23	765.56	946.42	0.90	6.99	22.60	3.24
24	649.00	1,027.26	0.79	7.90	25.00	3.16
25	453.31	1,113.69	0.64	9.85	15.00	1.52
26	732.15	927.08	0.89	7.07	11.30	1.60
27	620.86	1,027.26	0.78	8.08	10.00	1.24
28	931.28	1,113.69	0.91	6.87	8.00	1.16

Fuente: elaboración propia.

4.5. Cálculo de esfuerzos admisibles para sistema estructural viga-poste.

De acuerdo al Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, para la aplicación del método de esfuerzos admisibles empleamos el método

de diseño para columnas ya que cumple una función aproximada de soportar la estructura de la vivienda en zonas inundables, el ítems 2.2.8.6. Describe la aplicación del método mencionado, por lo que, presentamos los resultados siguientes:

Cuadro N° 17: cálculo de esfuerzos admisibles de viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

N° viv.	k	L _{ef}	f _c (kg/cm ²)	E _{min} (kg/cm ²)	Ck	λ	Clasificación del poste	N _{admisible} (kg)	N _{aplicado} (kg)	Conclusión
1	2.00	5.00	145	95000	17.98	10.53	Intermedia	2,468.87	1,253.78	Cumple
2	2.00	4.00	145	95000	17.98	8.99	Corta	2,255.17	1,571.59	Cumple
3	2.00	6.00	145	95000	17.98	14.12	Intermedia	1,796.39	1,515.14	Cumple
4	2.00	6.00	145	95000	17.98	16.22	Intermedia	1,215.20	1,113.69	Cumple
5	2.00	6.00	145	95000	17.98	13.04	Intermedia	2,187.30	1,811.34	Cumple
6	2.00	8.00	145	95000	17.98	20.51	Larga	887.34	1,158.99	No cumple
7	2.00	8.00	145	95000	17.98	21.05	Larga	799.77	1,027.26	No cumple
8	2.00	5.00	145	95000	17.98	13.70	Intermedia	1,346.80	946.42	Cumple
9	2.00	6.00	145	95000	17.98	18.46	Larga	760.75	835.60	No cumple
10	2.00	7.00	145	95000	17.98	20.59	Larga	669.47	835.60	No cumple
11	2.00	6.00	145	95000	17.98	15.79	Intermedia	1,318.47	1,205.69	Cumple
12	2.00	6.00	145	95000	17.98	16.67	Intermedia	1,112.70	1,069.78	Cumple
13	2.00	9.00	145	95000	17.98	23.08	Larga	701.11	1,158.99	No cumple
14	2.00	8.00	145	95000	17.98	19.05	Larga	1,193.51	1,303.26	No cumple
15	2.00	8.00	145	95000	17.98	22.54	Larga	609.18	1,069.78	No cumple
16	2.00	4.40	145	95000	17.98	11.14	Intermedia	1,689.60	1,205.69	Cumple
17	2.00	6.00	145	95000	17.98	14.63	Intermedia	1,634.34	1,253.78	Cumple
18	2.00	7.00	145	95000	17.98	21.21	Larga	594.11	871.14	No cumple
19	2.00	10.00	145	95000	17.98	30.77	Larga	273.87	835.60	No cumple
20	2.00	10.00	145	95000	17.98	29.85	Larga	309.16	835.60	No cumple
21	2.00	4.00	145	95000	17.98	10.96	Intermedia	1,447.41	946.42	Cumple
22	2.00	8.00	145	95000	17.98	23.88	Larga	483.07	871.14	No cumple
23	2.00	4.00	145	95000	17.98	11.76	Intermedia	1,236.05	946.42	Cumple
24	2.00	5.00	145	95000	17.98	14.29	Intermedia	1,209.75	1,027.26	Cumple
25	2.00	8.00	145	95000	17.98	21.62	Larga	718.85	1,113.69	No cumple
26	2.00	4.00	145	95000	17.98	12.03	Intermedia	1,174.94	927.08	Cumple
27	2.00	6.00	145	95000	17.98	16.00	Intermedia	1,266.73	1,027.26	Cumple
28	2.00	4.00	145	95000	17.98	10.67	Intermedia	1,535.36	1,113.69	Cumple

Fuente: elaboración propia.

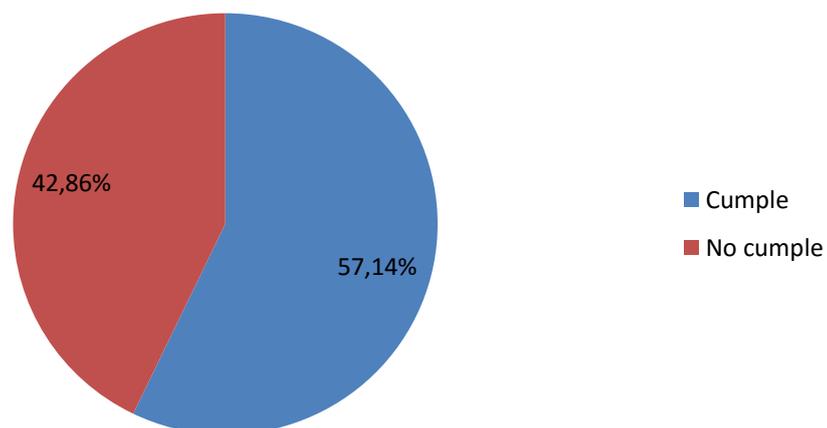
De las 28 viviendas evaluadas, el 57.14 % cumplen con el método de esfuerzos admisibles (esfuerzo admisible > esfuerzo calculado) y tiene una clasificación de postes intermedios, 42.86% no cumplen con este criterio, por lo cual será necesario incrementar el área de la sección del poste, volver a evaluarla a fin que puedan cumplir con esta metodología.

Cuadro N° 18: viviendas evaluadas por el método de esfuerzos admisibles - del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cumple	16	57.14%	57.14%
No cumple	12	42.86%	100.00%
Total	28	100.00%	100.00%

Fuente: elaboración propia.

Grafico N° 08: Viviendas vulnerables - metodo de esfuerzos admisibles.



El 42.86 % de viviendas no cumplieron con la evaluación del método de esfuerzos admisibles, por lo tanto se replanteo nueva sección a cada uno de ellos y por ende nuevo diámetro, el resumen de este cálculo lo mostramos en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 19: replanteo de cálculo de esfuerzos admisibles a viviendas evaluadas - del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana..

N° viv.	Nueva Sección (m ²)	N _{admisible} (kg)	N _{aplicado} (kg)	Conclusión	Sección recomendada (m ²)	Diámetro recomendado (m)
1	0.164	1,616.92	1,158.99	Cumple	0.17	0.15
2	0.153	1,535.06	1,027.26	Cumple	0.16	0.12
3	0.114	1,122.86	835.60	Cumple	0.12	0.10
4	0.905	1,228.90	835.60	Cumple	0.10	0.09
5	0.164	1,616.92	1,158.99	Cumple	0.17	0.13
6	0.194	1,875.24	1,303.26	Cumple	0.20	0.16
7	0.962	1,339.73	1,069.78	Cumple	0.10	0.09
8	0.116	1,157.68	871.14	Cumple	0.12	0.11
9	0.115	1,122.86	835.60	Cumple	0.12	0.11
10	0.124	1,193.02	835.60	Cumple	0.13	0.12
11	0.127	1,193.02	871.14	Cumple	0.13	0.12
12	0.142	1,455.33	1,113.69	Cumple	0.15	0.14

Relacionado a los esfuerzos admisibles de las viviendas que no cumplían en primera instancia, se replanteo nueva sección y diámetro, para ello en sección se obtuvo un valor mínimo de 0.10 m² y máximo de 0.20 m², para diámetros promedio se obtuvo un valor mínimo de 0.09 m y máximo de 0.16 m.

4.6. Análisis de la interacción suelo-estructura.

El principal objetivo del trabajo de investigación fue medir la fuerza de impacto en las viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana, así como establecer una ecuación que describa el fenómeno físico por efecto de la inundación.

Los resultados arrojaron en relación al valor de la fuerza de impacto calculado por los autores del trabajo de investigación fue de 384.88 kg/m, al comparar con lo calculado por los autores Wienke y Oumeraci fue de 137.03 kg/m, siendo este valor inferior a un 1/3 con lo establecido en la estructura del poste de madera.

Los postes de madera es el material más afectado en las viviendas a la hora de una inundación, ya que debilita sus cimientos, humedeciendo el material a una altura considerable, provocando deterioro en el mismo, y es en la interfase liquido-aire donde se produce el mayor deterioro de la infraestructura, por lo que es necesario plantear el uso de madera de la especie huacapu.

Otro de los factores que se considera importante en el modelamiento matemático es la interacción suelo-estructura; los postes de madera están hundidos una profundidad promedio de 2.00 m respecto al nivel de superficie del suelo, el material del suelo del AA.HH. Nuevo Bellavista es orgánico, por lo tanto el apoyo modelado fue una articulación fija, ya que el suelo es flexible, por lo tanto el modelo estructural fue una armadura en tres dimensiones, ya que la inundación tiene el comportamiento similar de un sismo en varias direcciones, considerando para este caso solo la existencia de fuerzas axiales.

El trabajo de investigación realizado por Meza el año 2014, mostro estudios de suelos donde se debería considerar el cálculo del coeficiente experimental del coeficiente de Balasto, el cual es un valor de gran importancia para poder realizar un correcto análisis considerando la Interacción Suelo-Estructura según D.D. Barkan – O.A. Savinov.

A su vez, deberían realizarse posteriormente trabajos de investigación sobre la Interacción suelo-estructura en zonas inundables, a fin de aproximar un modelo dinámico.

En futuras investigaciones, se analice la incidencia que tiene la reducción de la fuerza de impacto en postes de madera obtenida en modelos considerando la Interacción suelo-estructura.

4.7. Planteamiento del modelo matemático del comportamiento de olas generadas por el transito fluvial.

Realizado el análisis del comportamiento de olas generadas por el transito fluvial, planteamos el modelo matemático lo siguiente:

$$Z'' + 2\zeta\omega_n Z' + \omega_n^2 Z = 384.88 * Sen\omega_n t$$

Para la solución de esta ecuación diferencial, aplicamos el método de variación de parámetros, para ello, se calculó el valor de las constantes ω_n y ζ ¹⁵, el cual el resultado es el siguiente:

ω_n	0.77 rad/seg.
ζ	0.10

Al reemplazar los valores en la ecuación diferencial planteada, se obtiene:

$$Z'' + 0.15Z' + 0.59Z = 384.88 * \text{Sen}0.77t$$

La solución a esta ecuación diferencial de 2° orden se aplica el método de variación de parámetros, lo cual es como sigue:

$$m^2 + 0.15m + 0.59 = 0$$

La solución de esta ecuación a través de la ecuación general de ecuación de 2° grado es:

$$m_{1-2} = -0.25 \pm 0.73i$$

La ecuación característica es la siguiente:

$$Z = e^{-0.25t} * (A * \text{cos}0.73t + B * \text{sen}0.73t)$$

Por lo tanto, aplicando el método de variación de parámetros:

$$A * e^{-0.25t} * \text{cos}0.73t + B * e^{-0.25t} * \text{sen}0.73t = 0 \dots (a)$$

$$A * (-0.25e^{-0.25t} * \text{cos}0.73t - 0.73 * \text{sen}0.73t * e^{-0.25t}) + B * (-0.25e^{-0.25t} * \text{sen}0.73t + 0.73 \text{cos}0.73t * e^{-0.25t}) = 384.88 * \text{sen}0.77t \dots (b)$$

Al resolver las ecuaciones a y b y aplicando los métodos de integración tradicionales, encontramos la solución general de la ecuación diferencial, para condiciones iniciales $Z=0, t=0$ y $Z=Z_0, t=t_0$:

$$Z = e^{-0.25t} * ((-192.85 * e^{0.25t} * (\text{cos}0.04t - \text{cos}1.5t) * \text{cos}0.73t + (192.85 * e^{0.25t} * (\text{sen}1.5t + \text{sen}0.04t) * \text{sen}0.73t))$$

¹⁵Cassano M, Arturo. Análisis de estructuras bajo acciones dinámicas, pp 80

4.8. Utilidad del modelo matemático y su definición en la vulnerabilidad.

La utilidad del modelo matemático planteado radica que ayudara a estudiar cómo se comportan las olas generadas por el transito fluvial ante las estructuras de madera o postes de madera en zonas inundables de características similares al AA.HH. Nuevo Bellavista – Distrito de Punchana, frente a aquellas situaciones que no pueden verse con facilidad en el ámbito real.

De acuerdo a la proveniencia de la información recopilada en campo y la bibliografía consultada, se basa en distinguir a la ecuación diferencial planteada como un modelo heurístico, dado que se apoya en las definiciones de los mecanismos naturales (ola fluvial) que originan el fenómeno en cuestión y su relación con las propiedades dinámicas de las estructuras de la viviendas estudiadas.

La definición del modelo matemático planteado y su relación en la vulnerabilidad, establece el estudio del lugar geométrico de las olas, el comportamiento armónico y su impacto en las estructuras de madera, dada la solución de la ecuación diferencial que plantea funciones trigonométricas y exponenciales, ayudara a determinar la proyección de la cresta o altura de impacto de las ondas fluviales, a su vez, estos datos proyectados servirán para el cálculo de las propiedades dinámicas de los postes de madera que coadyuvaran a verificar el estado de vulnerabilidad de las viviendas.

CAPITULO V: DISCUSIÓN.

1. Del análisis univariado realizado, mencionamos lo siguiente: el 89 % de los encuestados manifestó que el uso de viviendas es para otra actividad productiva, el 11 % es solo para vivienda, el 82 % manifestó que viven en sus viviendas más 10 años, el 7 % entre 2 a 5 años y el 4 % menor a 1 año, el 100 % declaró que la estructura, pared y piso son de madera, y que material predominante de los postes es de madera dura.
2. El 61 % de encuestados manifestó que la madera usada como poste para sus viviendas es huacapu, seguido de quinilla en un 21% y otros (18%) lo que tenemos la quillosa y el lagarto caspi, los postes de madera de material como machimango y quinilla se muestran en este sector como el rango alto, ocupando el 11% de la población en muestra, y el 89% restante se encuentra en el rango bajo, utilizando madera dura como el huacapu y la quinilla.
3. Un estudio similar realizado por Álvarez (Evaluación de la vulnerabilidad físico-estructural ante inundaciones de las viviendas del municipio de Patulul, Suchitepéquez – 2012) en el barrio del Triunfo del país de Guatemala arroja tales resultados: 61 % de viviendas vulnerabilidad baja, 32 % vulnerabilidad media y 7 % vulnerabilidad alta, con relación al resultado de evaluación de vulnerabilidad estructural de las viviendas del sector del AA.HH. Bellavista, aplicando el método de Villagrán: se puede observar que el 82 % de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural baja ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, el 11% de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural media, y el 7 % de viviendas poseen una vulnerabilidad estructural alta, estos resultados muestran diferencias significativas (vulnerabilidad media y baja), solo en el caso de vulnerabilidad alta estos valores son iguales

a pesas de existir grandes diferencias en la geográfica, topografía y el tipo de suelo, ya que la zona de Centroamérica se caracteriza por ser de relieve accidentado y de alta actividad sísmica, contraria a esta zona del Perú, donde el sismo es casi nulo y de llanura baja.

4. Para el cálculo de parámetros en el estudio de olas, la fuerza de impacto en postes de estructura circular es aproximadamente 1,344.31 KN/m (137.03 Kg_f/m) (Wienke y Omeraci, 2004), este valor difiere 247.08 Kg_f/m con lo obtenido en el computo realizado en el presente estudio (384.88 Kg_f/m) ya que lo establecido por Wienke y Omeraci es para estructuras de acero que son totalmente rígidas, resistentes a estas fuerzas y desplazamientos nulos, totalmente lo contrario a las de madera donde los desplazamientos son relativamente más altos y el valor de la fuerza de impacto es 2.8 veces más.
5. Para el cálculo de las fuerzas de impacto en el sistema crítico para las 28 viviendas, se obtuvo una media de 384.88 kg/m, una desviación estándar de 206.08 y un error típico de 38.94.
6. De las propiedades dinámicas calculadas, se obtuvo valores máximos siguientes: rigidez = 1,311.41 kg/cm, velocidad angular = 0.98 rad/seg y un periodo = 10.86 seg.
7. Las propiedades del estudio de olas, arrojo los resultados máximos siguientes: longitud de onda = 25 cm y velocidad de propagación de olas = 3.24 cm/s.
8. De las 28 viviendas evaluadas, el 57.14 % cumplen con el método de esfuerzos admisibles (esfuerzo admisible > esfuerzo calculado) y tiene una clasificación de postes intermedios, 42.86% no cumplen con este criterio.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1. Conclusiones.

1. Mediante el método de Villagrán, el 11 % de las viviendas resultaron con vulnerabilidad alta, el 7 % con vulnerabilidad media y el 82 % con vulnerabilidad baja.
2. El tipo de madera empleado como poste por las viviendas de la zona de Bellavista Nanay es el huacapu.
3. La fuerza de impacto promedio originado por las olas en los postes de madera de las viviendas es de 384.88 kg_f/m, se obtuvo un valor mínimo de 149.23 kg_f/m y un máximo de 1,221.14 kg_f/m.
4. Se determinó las propiedades dinámicas del sistema poste-viga y las propiedades en el estudio de olas.
5. De las 28 viviendas evaluadas mediante el método de esfuerzos admisibles, 16 de ellas cumplieron esta metodología, 12 restantes se planteó nueva sección y diámetro para lo cual cumplieron con este método.
6. El modelamiento matemático del sistema poste-viga obedece a una ecuación diferencial de segundo orden.

$$Z'' + 2\zeta\omega_n Z' + \omega_n^2 Z = \phi(t)$$

7. El comportamiento de las olas obedece a una función armónica con un grado de libertad (desplazamiento) originado por la acción de fuerzas de impacto.

$$\phi = 384.88 * \text{Sen}\omega_n t$$

8. El modelo matemático para el sistema poste – viga es el siguiente:

$$Z'' + 2\zeta\omega_n Z' + \omega_n^2 Z = 384.88 * \text{Sen}\omega_n t$$

9. La solución de la ecuación diferencial planteada, involucra funciones armónicas como seno y coseno y función exponencial:

$$Z = e^{-0.25t} * ((-192.85 * e^{0.25t} * (\cos 0.04t - \cos 1.5t)*) \cos 0.73t + (192.85 * e^{0.25t} * (\text{sen} 1.5t + \text{sen} 0.04t) * \text{sen} 0.73t)$$

10. En el modelamiento del sistema estructural poste-viga, se consideró una armadura tridimensional ya que los postes actúan como articulaciones en sus bases por lo tanto la deformación axial del elemento barra tiene que expresarse en función de los tres grados de libertad de traslación que existen para cada uno, de una barra en el espacio.

5.2. Recomendaciones.

1. Los resultados obtenidos por el método de Villagrán sirven a las autoridades municipales del Distrito de Punchana para dar mayor atención e importancia al 11 % de viviendas con vulnerabilidad alta a la hora que ocurra un desastre, o a la hora de recibir una ayuda para el mejoramiento de las viviendas.
2. Se establece que los postes de madera es el material más afectado en las viviendas a la hora de una inundación, ya que debilita sus cimientos, humedeciendo el material a una altura considerable, provocando deterioro en el mismo, y es en la interfase liquido-aire donde se produce el mayor deterioro de la infraestructura, por lo que es necesario plantear el uso de madera en la especie huacapu.
3. Se recomienda que las autoridades de turno participen de manera efectiva en la implementación de medidas adecuadas de prevención en tiempos de inundación.
4. Poner en práctica el estudio como una experiencia piloto en algunos sectores de la población con el apoyo de las autoridades locales y regionales.
5. Dada las características de la geografía y del territorio nacional, se hace imprescindible desarrollar e implementar este tipo de estudios para lograr y prevenir acciones emergentes.
6. Que la Universidad, mediante la Facultad de Ciencias e Ingeniería a través de la escuela profesional de Ingeniería Civil coadyuve a incentivar las investigaciones de este tipo de estudios como una forma de crear una cultura de innovación, creatividad universitaria, académica, resuelve y formule la solución a los problemas de su entorno (Plan Estratégico UCP – Visión 2021).

CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Álvarez Conoz Leticia. Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural ante inundaciones de las viviendas del Municipio de Patulul, Suchitepequez. 2012. Universidad San Carlos de Guatemala. Facultad de Arquitectura.
2. Cassano, M. Arturo. Análisis de Estructuras Bajo Acciones Dinámicas. 2009. Universidad Tecnología Nacional de Panamá – Facultad de Ingeniería Civil. 80 pp.
3. Dennis, G. Zill. 1997. Ecuaciones Diferenciales con Aplicaciones de Modelado. 6° Edición. México D.F. México. 609 pp.
4. Dirección General de Programación Multianual del Sector Público, Ministerio de Economía y Finanzas (DGPM-MEF) (2007). Pautas metodológicas para la incorporación del análisis del riesgo de desastres en los Proyectos de Inversión Pública. 1ra. Ed., Lima - Perú, 97 pp. Página consultada 6.
5. Dourojeanni M. 1990. Amazonía ¿Qué hacer? Centro de Estudios Teológicos de la Amazonía. Iquitos, Perú. 473 pp.
6. EM-DAT: OFDA/CRED International Disaster Database. 2009. Université Catholique de Louvain, Brussels. Disponible en: <http://www.emdat.be> [Consultado Mayo 10, 2016].
7. Espíritu JM. 1997. Utilización de la madera en la construcción de viviendas rurales en las comunidades de Ullpa Caño y Mohena Caño, Iquitos, Perú. Instituto de Investigación Forestal y Fauna. Facultad de Ingeniería Forestal. UNAP. 44 pp.
8. Espíritu JM. Panduro RM. La Madera redonda en la construcción de viviendas Rurales en las zonas de Puerto Almendra, zungarococha y Nina Rumi, Iquitos, Perú. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Facultad de Ingeniería Forestal. 19 pp.

9. Gobierno Regional de Loreto, Cooperazione Internazionale, Cruz Roja Peruana, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Plan Internacional, 2013. Lecciones Aprendidas Loreto-Intervención frente a la emergencia por inundaciones en Loreto en el año 2012. Páginas 13 y 24.
10. Instituto Nacional de Defensa Civil, Red Humanitaria Nacional de Perú, UNICEF. Enero 2016. Publicación: “Misión de la RHN por Inundaciones en la Región Loreto”, Páginas 1 y 2.
11. Instituto Nacional de Defensa Civil. Fundamentos para la mitigación de desastres en establecimientos de Salud. 2002. Pág. 27. Lima – Perú. Versión digital disponible en:
http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc586/doc586_3.pdf
12. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). 2008. Datos de censo poblacional de la ciudad de Iquitos 2007. Iquitos, Perú. 1 pp.
13. MAGA – MARN – SEGEPLAN – CONRED – INSIVUMEH – GFDRR – The World Bank, (2010) Proyecto Generación de Información Técnico-Científica para la Reducción de Riesgos en los Procesos de Planificación Municipal. Resumen Ejecutivo Propuesta para la implementación del proceso de ordenamiento territorial municipal y urbano. Municipio de Patulul, Departamento de Suchitepéquez-Guatemala.
14. Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena PADT-REFORT. 1984. Lima. 591 pp.
15. Mata, C. A. Arbo, J. F. Teoría de Olas-Anexo 01. Trabajo final de carrera. Universidad Peruana de Ciencias. Lima-Perú- 2011.
16. Neil k. Chopra. Dinámica de Estructuras. 2012. 4° Edición. Páginas 312-313. Editorial Pearson. México D.F. – México.

17. Norma Técnica E010. Reglamento Nacional de Edificaciones, Subtítulo III-2, Estructuras-Madera. Decreto Supremo N° 005-2014. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. 71 pp.
18. Pacheco C. 2009. Identificación de riesgos por inundación en Tlapa, Guerrero. Doctoral dissertation, Tesis Maestría. CIGA-UNAM. México. 96 pp. Formato PDF. Disponible en: http://www.ciga.unam.mx/ciga/images/stories/tesis/c_pacheco.pdf
19. Schanze J. 2006. Flood risk management; a basic framework. En: J. Schanze et al. (Editors). 2006. Flood Risk Management: Hazards, Vulnerability and Mitigation Measures: 1–20 p.
20. Soria D. 2015. Riesgo de inundación de la ciudad de Iquitos, Perú. Artículo Científico. Revista Ciencia Amazónica-Universidad Científica del Perú. San Juan Bautista – Perú. 81 pp.
21. Soto T, Vásquez R. 1989. Maderas redondas de uso estructural: Un material de construcción a revalorar en la selva peruana. Aefap-Concytec. Iquitos, Perú. 60 pp.
22. Tena, Colunga, A. Análisis de Estructuras con Métodos Matriciales. 2007. 1° Edición. Páginas 75-78. Editorial LIMUSA. México DF-México.
23. UN/ISDR (United Nations-International Strategy for Disaster Reduction). 2004. Living with Risk: a global review of disaster reduction initiatives 2004 version. Inter-Agency Secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction. Ginebra.
24. Vidal, J. R. Teoría de Olas y Comportamiento de Buque en la Mar. 2008. 1° Edición. Madrid – España. 68 pp.
25. Villagrán De León, Juan Carlos. (2003). Reconocimiento preliminar de riesgos asociados a varias amenazas en poblados de Guatemala. Secretaría Planificación y Programación, SEGEPLAN. Guatemala.
26. Villareal, C. G. 2010. Resistencia de Materiales. 1° Edición. Lima-Perú. 303 pp.

27. Villareal, C. G. 2009. Interacción Sísmica Suelo-Estructura en Edificaciones con Zapatas Aisladas. Lima-Perú. 107 pp.
28. Valderrama, C.C. 2014. Influencia de la Interacción Suelo-Estructura en la Reducción de Esfuerzos de una Edificación Aporticada con Zapatas Aisladas. Tesis. Universidad Peruana de Ciencias. Lima-Perú. 133 pp.
29. Wienke, J, Oumeraci, H. Theoretical Formulae for Wave Slamming Loads on Slender Circular Cylinders and Application for Support Structures of Wind Turbines. 2004. Leichtweiss-Institute for Hydraulic Engineering. Hamburg – Germany. 10 pp.

ANEXOS.

Anexo 01: matriz de consistencia.

Anexo 02: instrumento de recolección de datos:

Anexo 02-A: encuesta practicada a los jefes o representante de hogar en las áreas de la muestra seleccionada del AA.HH. Nuevo Bellavista.

Anexo 02-B: formato de evaluación estructural de la vivienda.

Anexo 02-C y 2-D: formato de recolección de información básica de las viviendas.

Anexo 03: datos obtenidos en campo.

Anexo 04: cálculos realizados.

Anexo 05: panel fotográfico.

Anexo 01: Matriz de consistencia.

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Indicadores (x/y; z)	Índices
<p>¿Cuál es la vulnerabilidad de las viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista – distrito de Punchana, ante el fenómeno de la inundación, en el año 2016?</p> <p><u>Problemas específicos</u></p> <p>¿Cuál es el grado de vulnerabilidad estructural de las viviendas de la zona inundable del AA.HH. Nuevo Bellavista, Distrito de Punchana, ante el efecto de olas generadas por el tránsito fluvial, en el año 2016?</p> <p>¿Cuál es el estado de los postes de madera de las viviendas expuestas a inundaciones?</p> <p>¿Cuál es el comportamiento de olas generadas por el tránsito fluvial?</p> <p>¿Cuál es el modelamiento matemático de olas generadas por el tránsito fluvial?</p> <p>¿Cuál es el valor de la fuerza promedio de impacto de las olas generadas por el tránsito fluvial?</p>	<p>Evaluar la vulnerabilidad de las viviendas del AA.HH. Nuevo Bellavista ante el fenómeno de la inundación, Distrito de Punchana, en el año 2016</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>Describir el estado de los postes de madera expuestas a inundaciones.</p> <p>Analizar el comportamiento de ondas generadas por el tránsito fluvial.</p> <p>Plantear un modelo matemático del comportamiento de olas generadas por el tránsito fluvial.</p> <p>Calcular la fuerza promedio de impacto de olas generadas por el tránsito fluvial.</p>	<p>La inundación incrementa el grado de vulnerabilidad estructural en las viviendas de zonas inundables del AA.HH. Nuevo Bellavista, Distrito de Punchana, en el año 2016.</p>	<p><u>Variable:</u></p> <p>Vulnerabilidad estructural</p> <p>Inundación</p>	<p>Grado de vulnerabilidad</p> <p>Viviendas vulnerables</p> <p>Esfuerzo admisible</p> <p>Fuerza de impacto</p> <p>Longitud de onda</p> <p>Velocidad de propagación de onda</p>	<p>% de viviendas vulnerables.</p> <p>N° de viviendas vulnerables.</p> <p>kg_f</p> <p>kg_f</p> <p>cm</p> <p>cm/s</p>

ANEXO 02: INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.

ANEXO 02-A: ENCUESTA SITUACIONAL DE LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA EN ZONA INUNDABLE.

A. INFORMACIÓN BÁSICA DE LA LOCALIDAD

Encuestador (a): _____

Fecha de Entrevista: ___/___/___

Hora _____

Departamento:

Provincia:

Distrito:

Dirección: _____

Persona Entrevistada (jefe del hogar): Padre () Madre () otro _____

B. INFORMACIÓN SOBRE LA VIVIENDA

- 1.- Uso: Sólo vivienda () Vivienda y otra actividad productiva asociada ()
- 2.- Tiempo que viven en la casa..... año(s) meses
- 3.- Tenencia de la vivienda
Propia () ¿Cuánto vale su Vivienda?
Alquilada () ¿Cuánto paga al mes? S/.
Alquiler Venta () ¿Cuánto paga al mes? S/.
- 4.- Material predominante en la casa
Adobe () Madera () Material noble () Quincha ()
Estera () Otro.....
- 5.- Pared de vivienda:
Adobe () Madera () Material noble () Quincha ()
Estera ()
- 6.- Piso de vivienda:
Madera () Losa () Falso piso () tierra ()
- 7.- Estructura que soporta a la vivienda:
Concreto () Poste de madera () Madera dura ()

8.- Tipo de madera usada como soporte para la vivienda:

.....

9.- Tiempo de uso (años):

.....

10.- Dimensiones:

Base.....

Largo.....

Altura.....

11.- En tiempo de inundación cual es la altura máxima que ha soportado el pilar de su vivienda?

0.1-0.25m () 0.26 a 0.50m () 0.51 a 1.00m () mayor a 1.00 m ()

ANEXO 02-B:

Formato de Evaluación Estructural de la Vivienda					
Vivienda N°:		Área:			
		Persona entrevistada:			
Vulnerabilidad	Variables	Peso componente	Marque con una X	Peso opción	TOTAL
	Materiales de construcción para sus componentes:				
Vulnerabilidad estructural de las viviendas	Tipo de madera - postes	10			
	Huacapu			10	
	Quinilla			1	
	Quillosisa			5	
	Otro material			5	
				Total	0
Observaciones					

Fuente:					

ANEXO 02-C:

**FORMATO DE RECOLECCION DE INFORMACION BASICA DE LA
VIVIENDA**

Datos: poste de madera.

N° viviendas	Altura de Impacto de Onda en poste de madera (cm)	Diámetro menor del poste de madera Do (m)	Diámetro mayor Di (m)	Altura de postes de madera respecto nivel del suelo h (m)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				

ANEXO 02-D:

**FORMATO DE RECOLECCION DE INFORMACION BASICA DE LA
VIVIENDA**

Datos: viga de madera.

N° vivienda	Base (m)	Peralte (m)	Luz (m)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			

ANEXO 03: DATOS OBTENIDOS EN CAMPO.

Dato de postes de madera.

N° viv.	Altura de Impacto de Onda en poste de madera (cm)	Diámetro menor del poste de madera D_o (m)	Diámetro mayor D_i (m)	$D_{promedio}$	Altura de postes de madera respecto nivel del suelo h (m)
1	5.50	0.124	0.160	0.142	2.50
2	8.00	0.128	0.175	0.152	2.00
3	12.00	0.143	0.190	0.167	3.00
4	14.50	0.135	0.160	0.148	3.00
5	12.60	0.128	0.156	0.142	3.00
6	14.80	0.145	0.170	0.158	4.00
7	16.00	0.126	0.174	0.150	4.00
8	10.60	0.142	0.172	0.157	2.50
9	20.30	0.135	0.190	0.163	3.00
10	12.00	0.138	0.200	0.169	3.50
11	11.30	0.127	0.160	0.144	3.00
12	15.70	0.124	0.157	0.141	3.00
13	12.50	0.136	0.170	0.153	4.50
14	9.00	0.146	0.180	0.163	4.00
15	8.40	0.142	0.190	0.166	4.00
16	5.40	0.15	0.160	0.155	2.20
17	4.60	0.141	0.180	0.161	3.00
18	4.00	0.136	0.190	0.163	3.50
19	10.80	0.132	0.210	0.171	5.00
20	14.00	0.131	0.180	0.156	5.00
21	12.50	0.125	0.160	0.143	2.00
22	13.30	0.145	0.183	0.164	4.00
23	22.60	0.142	0.175	0.159	2.00
24	25.00	0.136	0.163	0.150	2.50
25	15.00	0.128	0.165	0.147	4.00
26	11.30	0.122	0.162	0.142	2.00
27	10.00	0.123	0.173	0.148	3.00
28	8.00	0.142	0.184	0.163	2.00
Prom.	12.13	0.135	0.175	0.155	3.19

Datos de viga en las viviendas.

Vivienda	Base (m)	Peralte (m)	Luz (m)
1	0.14	0.16	3.25
2	0.14	0.17	2.60
3	0.16	0.19	3.90
4	0.15	0.18	3.90
5	0.14	0.17	3.90
6	0.16	0.19	5.20
7	0.14	0.17	5.20
8	0.16	0.19	3.25
9	0.15	0.18	3.90
10	0.15	0.18	4.55
11	0.14	0.17	3.90
12	0.14	0.16	3.90
13	0.15	0.18	5.85
14	0.16	0.19	5.20
15	0.16	0.19	5.20
16	0.17	0.20	2.86
17	0.16	0.19	3.90
18	0.15	0.18	4.55
19	0.15	0.17	6.50
20	0.14	0.17	6.50
21	0.14	0.17	2.60
22	0.16	0.19	5.20
23	0.16	0.19	2.60
24	0.15	0.18	3.25
25	0.14	0.17	5.20
26	0.13	0.16	2.60
27	0.14	0.16	3.90
28	0.16	0.19	2.60
Promedio	0.15	0.18	4.14

ANEXO 04: CALCULOS REALIZADOS.

ANEXO 04-A: CALCULO DE MUESTRA REPRESENTATIVA.

DISEÑO MUESTRAL.

Población de estudio

Distrito	Sector	Viviendas
Punchana	1	35
	2	14
	3	28
	4	32
Total		109

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N-1) + Z^2 PQ}$$

Z =	1.96	al 95%
N =	109	
P =	50%	
Q =	50%	
E =	5%	

n =	28
-----	----

Muestra representativa

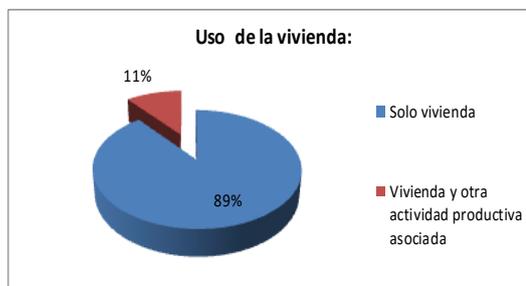
Distrito	Sector	Viviendas	%
Punchana	1	9	32%
	2	4	13%
	3	7	26%
	4	8	29%
Total		28	100%

ANEXO 04-B: RESULTADOS PROCESADOS DE ENCUESTAS REALIZADAS A VIVIENDAS.

ENCUESTA SITUACIONAL DE LA ESTRUCTURA DE LA VIVIENDA EN ZONA INUNDABLE.

1.- Uso de la vivienda:

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Solo vivienda	25	89%	89%
Vivienda y otra actividad productiva asociada	3	11%	100%
Total	28	100%	100%



2.- Tiempo que viven en la casa:

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
< a 1 año	1	4%	4%
1-2 años	1	4%	7%
2-5 años	2	7%	14%
5-9 años	1	4%	18%
> 10 años	23	82%	100%
Total	28	100%	100%



3.- Tenencia de la vivienda

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Propia	28	100%	100%
Alquilada	0	0	100%
Alquiler Venta	0	0	100%
Total	28	100%	100%



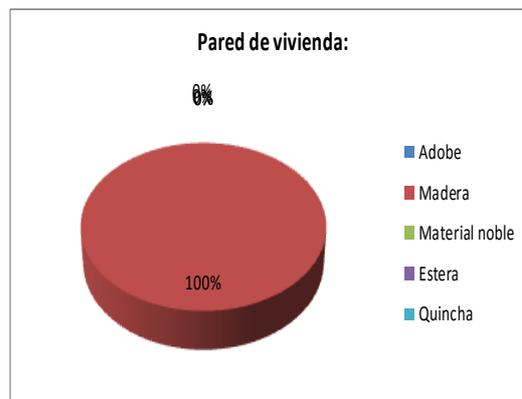
4.- Material predominante en la casa

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Adobe	0	0%	0%
Madera	28	100%	100%
Material noble	0	0%	100%
Estera	0	0%	100%
Otros	0	0%	100%
Total	28	100%	100%



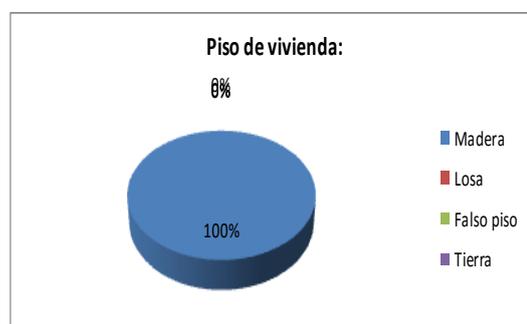
5.- Pared de vivienda:

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Adobe	0	0%	0%
Madera	28	100%	100%
Material noble	0	0%	100%
Estera	0	0%	100%
Quincha	0	0%	100%
Total	28	100%	100%



6.- Piso de vivienda:

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Madera	28	100%	100%
Losa	0	0%	100%
Falso piso	0	0%	100%
Tierra	0	0%	100%
Total	28	100%	100%



7.- Estructura que soporta a la vivienda:

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Concreto	0	0%	0%
Poste de madera	0	0%	0%
Madera dura	28	100%	100%
Total	28	100%	100%



8.- Tipo de madera usada como soporte para la vivienda:

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Quinilla	6	21%	21%
Huacapu	17	61%	82%
Otros	5	18%	100%
Total	28	100%	100%



9.- Tiempo de uso (años):

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
< 1 año	4	14%	14%
1-5 años	7	25%	39%
5-10 años	11	39%	79%
> 10 años	6	21%	100%
Total	28	100%	100%



10.- En tiempo de inundación cual es la altura máxima que ha soportado el pilar de su vivienda?

N° de viviendas	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
0.0 -0.20 m	0	0%	0%
0.21-0.40 m	0	0%	0%
0.41-0.60 m	0	0%	0%
0.61-0.80 m	0	0%	0%
0.81-1.00 m	0	0%	0%
> 1.00 m	28	100%	100%
Total	28	100%	100%



ANEXO 04-C: CALCULO DE FUERZA DE IMPACTO

$$f = P_o = 2\pi * \rho_w * B * C^2$$

N° vivienda	C (m/s)	C2(m ² /s ²)	B(m)	Pw (Kgf/m ³)	f (Kgf/m)
1	0.28	0.08	0.48	1,000	233.99
2	0.33	0.11	0.45	1,000	304.49
3	0.40	0.16	0.43	1,000	427.26
4	0.38	0.14	0.37	1,000	335.70
5	0.65	0.42	0.46	1,000	1,221.14
6	0.42	0.18	0.39	1,000	432.26
7	0.25	0.06	0.38	1,000	149.23
8	0.32	0.10	0.37	1,000	234.84
9	0.35	0.12	0.33	1,000	250.15
10	0.39	0.15	0.34	1,000	324.93
11	0.38	0.14	0.38	1,000	344.77
12	0.45	0.20	0.36	1,000	458.05
13	0.55	0.30	0.39	1,000	741.26
14	0.43	0.18	0.42	1,000	487.94
15	0.38	0.14	0.36	1,000	322.09
16	0.39	0.15	0.40	1,000	377.49
17	0.40	0.16	0.41	1,000	412.18
18	0.40	0.16	0.33	1,000	331.75
19	0.41	0.17	0.33	1,000	343.27
20	0.42	0.18	0.34	1,000	371.30
21	0.44	0.19	0.37	1,000	444.00
22	0.45	0.20	0.34	1,000	426.24
23	0.48	0.23	0.34	1,000	492.20
24	0.47	0.22	0.35	1,000	485.79
25	0.32	0.10	0.37	1,000	238.06
26	0.30	0.09	0.33	1,000	188.02
27	0.31	0.10	0.38	1,000	226.43
28	0.27	0.07	0.38	1,000	171.77

Análisis estadístico descriptivo.

<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>
Media	384.88
Error típico	38.94
Mediana	344.02
Desviación estándar	206.08
Curtosis	9.84
Coefficiente de asimetría	2.67
Mínimo	149.23
Máximo	1,221.14

ANEXO 04-D: CALCULO DE PROPIEDADES DINAMICAS Y DE OLAS.

N° viv.	H (cm)	Luz (cm)	Área poste (cm ²)	Área viga (cm ²)	Propiedades Dinámicas del Sistema Poste-Viga								Propiedades en el estudio de olas	
					Rigidez K (kg/cm)	Carga que soporta la viga kg/m ² *	Sección de viga m ²	Carga que soporta la vivienda kg _r	Carga viva (Personas)** kg _r	Carga total kgf-s ² /cm	Velocidad angular (rad/seg)	Periodo (Seg)	Longitud de onda (cm)	Velocidad de propagación de onda (cm/s)
1	250	325	1,772.06	1,778.70	1,195.35	200.00	0.18	853.78	400	1,253.78	0.98	6.43	5.50	0.85
2	200	260	1,555.29	2,440.81	1,311.41	200.00	0.24	1,171.59	400	1,571.59	0.91	6.88	8.00	1.16
3	300	390	1,418.63	2,323.20	797.45	200.00	0.23	1,115.14	400	1,515.14	0.73	8.66	12.00	1.39
4	300	390	1,075.21	1,486.85	604.41	200.00	0.15	713.69	400	1,113.69	0.74	8.53	14.50	1.70
5	300	390	1,661.91	2,940.30	934.21	200.00	0.29	1,411.34	400	1,811.34	0.72	8.75	12.60	1.44
6	400	520	1,194.59	1,581.23	503.64	200.00	0.16	758.99	400	1,158.99	0.66	9.53	14.80	1.55
7	400	520	1,134.12	1,306.80	478.14	200.00	0.13	627.26	400	1,027.26	0.68	9.21	16.00	1.74
8	250	325	1,046.35	1,138.37	705.82	200.00	0.11	546.42	400	946.42	0.86	7.28	10.60	1.46
9	300	390	829.58	907.50	466.33	200.00	0.09	435.60	400	835.60	0.75	8.41	20.30	2.41
10	350	455	907.92	907.50	437.46	200.00	0.09	435.60	400	835.60	0.72	8.68	12.00	1.38
11	300	390	1,134.12	1,678.51	637.52	200.00	0.17	805.69	400	1,205.69	0.73	8.64	11.30	1.31
12	300	390	1,017.88	1,395.37	572.18	200.00	0.14	669.78	400	1,069.78	0.73	8.59	15.70	1.83
13	450	585	1,194.59	1,581.23	447.68	200.00	0.16	758.99	400	1,158.99	0.62	10.11	12.50	1.24
14	400	520	1,385.45	1,881.79	584.10	200.00	0.19	903.26	400	1,303.26	0.67	9.39	9.00	0.96
15	400	520	989.80	1,395.37	417.30	200.00	0.14	669.78	400	1,069.78	0.62	10.06	8.40	0.83
16	220	286	1,225.42	1,678.51	939.34	200.00	0.17	805.69	400	1,205.69	0.88	7.12	5.40	0.76
17	300	390	1,320.26	1,778.70	742.16	200.00	0.18	853.78	400	1,253.78	0.77	8.17	4.60	0.56
18	350	455	855.30	981.55	412.11	200.00	0.10	471.14	400	871.14	0.69	9.14	4.00	0.44
19	500	650	829.58	907.50	279.80	200.00	0.09	435.60	400	835.60	0.58	10.86	10.80	0.99
20	500	650	881.42	907.50	297.28	200.00	0.09	435.60	400	835.60	0.60	10.53	14.00	1.33
21	200	260	1,046.35	1,138.37	882.28	200.00	0.11	546.42	400	946.42	0.97	6.51	12.50	1.92
22	400	520	881.42	981.55	371.60	200.00	0.10	471.14	400	871.14	0.65	9.62	13.30	1.38
23	200	260	907.92	1,138.37	765.56	200.00	0.11	546.42	400	946.42	0.90	6.99	22.60	3.24
24	250	325	962.12	1,306.80	649.00	200.00	0.13	627.26	400	1,027.26	0.79	7.90	25.00	3.16
25	400	520	1,075.21	1,486.85	453.31	200.00	0.15	713.69	400	1,113.69	0.64	9.85	15.00	1.52
26	200	260	868.31	1,098.08	732.15	200.00	0.11	527.08	400	927.08	0.89	7.07	11.30	1.60
27	300	390	1,104.47	1,306.80	620.86	200.00	0.13	627.26	400	1,027.26	0.78	8.08	10.00	1.24
28	200	260	1,104.47	1,486.85	931.28	200.00	0.15	713.69	400	1,113.69	0.91	6.87	8.00	1.16

*Tabla 13.3 manual de diseño de madera del grupo andino

ANEXO 04-E: EJEMPLO DE CALCULO METODO DE ESFUERZOS ADMISIBLES

Poste sometido a compresion axial:

Vivienda 1

El procedimiento de diseño es el siguiente:

1 Bases de calculo.

- Se usara madera del grupo A.
- Las cargas provenientes de otros elementos que se apoyan en el poste resultan de una carga concentrada de
- Consideramos que las condiciones de apoyo en un extremo es articulado y el otro parcialmente impedida de rotar pero libre de desplazarse en el extremo superior.

De la tabla 9.1

Longitud efectiva

k =	2.00
Lef =	5.00 m

2 Efectos maximos.

Carga total que soporta los postes

1,253.78 kgf

3 Esfuerzos admisibles, modulo de elasticidad y Ck:

fc 145 kg/cm² Tabla 9.2

Emin 95000 kg/cm² Tabla 9.3

Ck 17.98 Tabla 9.4

4 Escuadria:

Seccion 0.18 m² 1,772.06 cm²

5 Calculo de esbeltez:

La longitud efectiva en ambas direcciones.

λ Lef/d 10.53 Poste intermedio

Ck 17.98

6 Carga admisible:

El calculo es el siguiente:

Nadm 1,713.24 kg > 826.89

La seccion del poste es el adecuado 1800 cm²

Vivienda 2

El procedimiento de diseño es el siguiente:

1 Bases de calculo.

- Se usara madera del grupo A.
- Las cargas provenientes de otros elementos que se apoyan en el poste resultan de una carga concentrada de
- Consideramos que las condiciones de apoyo en un extremo es articulado y el otro parcialmente impedida de rotar pero libre de desplazarse en el extremo superior.

De la tabla 9.1

Longitud efectiva

k =	2.00
Lef =	4.00 m

2 Efectos maximos.

Carga total que soporta los postes

1,571.59 kgf

3 Esfuerzos admisibles, modulo de elasticidad y Ck:

fc	145 kg/cm ²	Tabla 9.2
Emin	95000 kg/cm ²	Tabla 9.3
Ck	17.98	Tabla 9.4

4 Escuadria:

Seccion	0.16 m ²	1,555.29 cm ²
---------	---------------------	--------------------------

5 Calculo de esbeltez:

La longitud efectiva en ambas direcciones.

λ Lef/d	8.99 Poste corto
Ck	17.98

6 Carga admisible:

El calculo es el siguiente:

Nadm 2,255.17 kg > 1,571.59

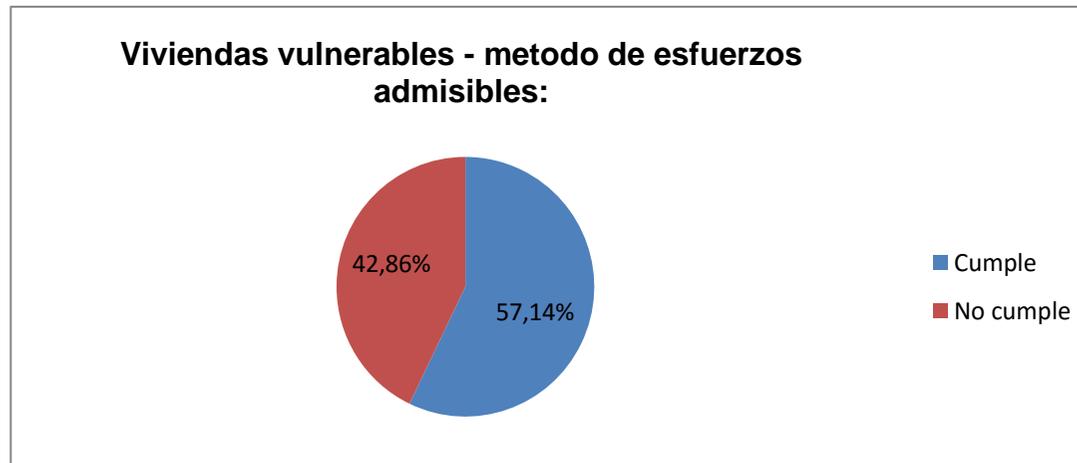
La seccion del poste es el adecuado 1600 cm²

ANEXO 04-F: RESUMEN DE CÁLCULO POR EL METODO DE ESFUERZOS ADMISIBLES.

N° viv.	D _{promedio} (m)	Sección Poste (m ²)	Sección poste (cm ²)	Altura poste (m)	Carga total	k	L _{ef}	f _c (kg/cm ²)	E _{min} (kg/cm ²)	C _k	λ	Clasificación del poste	N _{adm} (kg)	N _{apli} (kg)	Conclusión
1	0.48	0.1772	1,772.06	2.50	1,253.78	2.00	5.00	145	95000	17.98	10.53	Intermedia	2,468.87	1,253.78	Cumple
2	0.45	0.1555	1,555.29	2.00	1,571.59	2.00	4.00	145	95000	17.98	8.99	Corta	2,255.17	1,571.59	Cumple
3	0.43	0.1419	1,418.63	3.00	1,515.14	2.00	6.00	145	95000	17.98	14.12	Intermedia	1,796.39	1,515.14	Cumple
4	0.37	0.1075	1,075.21	3.00	1,113.69	2.00	6.00	145	95000	17.98	16.22	Intermedia	1,215.20	1,113.69	Cumple
5	0.46	0.1662	1,661.91	3.00	1,811.34	2.00	6.00	145	95000	17.98	13.04	Intermedia	2,187.30	1,811.34	Cumple
6	0.39	0.1195	1,194.59	4.00	1,158.99	2.00	8.00	145	95000	17.98	20.51	Larga	887.34	1,158.99	No cumple
7	0.38	0.1134	1,134.12	4.00	1,027.26	2.00	8.00	145	95000	17.98	21.05	Larga	799.77	1,027.26	No cumple
8	0.37	0.1046	1,046.35	2.50	946.42	2.00	5.00	145	95000	17.98	13.70	Intermedia	1,346.80	946.42	Cumple
9	0.33	0.0830	829.58	3.00	835.60	2.00	6.00	145	95000	17.98	18.46	Larga	760.75	835.60	No cumple
10	0.34	0.0908	907.92	3.50	835.60	2.00	7.00	145	95000	17.98	20.59	Larga	669.47	835.60	No cumple
11	0.38	0.1134	1,134.12	3.00	1,205.69	2.00	6.00	145	95000	17.98	15.79	Intermedia	1,318.47	1,205.69	Cumple
12	0.36	0.1018	1,017.88	3.00	1,069.78	2.00	6.00	145	95000	17.98	16.67	Intermedia	1,112.70	1,069.78	Cumple
13	0.39	0.1195	1,194.59	4.50	1,158.99	2.00	9.00	145	95000	17.98	23.08	Larga	701.11	1,158.99	No cumple
14	0.42	0.1385	1,385.45	4.00	1,303.26	2.00	8.00	145	95000	17.98	19.05	Larga	1,193.51	1,303.26	No cumple
15	0.36	0.0990	989.80	4.00	1,069.78	2.00	8.00	145	95000	17.98	22.54	Larga	609.18	1,069.78	No cumple
16	0.40	0.1225	1,225.42	2.20	1,205.69	2.00	4.40	145	95000	17.98	11.14	Intermedia	1,689.60	1,205.69	Cumple
17	0.41	0.1320	1,320.26	3.00	1,253.78	2.00	6.00	145	95000	17.98	14.63	Intermedia	1,634.34	1,253.78	Cumple
18	0.33	0.0855	855.30	3.50	871.14	2.00	7.00	145	95000	17.98	21.21	Larga	594.11	871.14	No cumple
19	0.33	0.0830	829.58	5.00	835.60	2.00	10.00	145	95000	17.98	30.77	Larga	273.87	835.60	No cumple
20	0.34	0.0881	881.42	5.00	835.60	2.00	10.00	145	95000	17.98	29.85	Larga	309.16	835.60	No cumple
21	0.37	0.1046	1,046.35	2.00	946.42	2.00	4.00	145	95000	17.98	10.96	Intermedia	1,447.41	946.42	Cumple
22	0.34	0.0881	881.42	4.00	871.14	2.00	8.00	145	95000	17.98	23.88	Larga	483.07	871.14	No cumple
23	0.34	0.0908	907.92	2.00	946.42	2.00	4.00	145	95000	17.98	11.76	Intermedia	1,236.05	946.42	Cumple
24	0.35	0.0962	962.12	2.50	1,027.26	2.00	5.00	145	95000	17.98	14.29	Intermedia	1,209.75	1,027.26	Cumple
25	0.37	0.1075	1,075.21	4.00	1,113.69	2.00	8.00	145	95000	17.98	21.62	Larga	718.85	1,113.69	No cumple
26	0.33	0.0868	868.31	2.00	927.08	2.00	4.00	145	95000	17.98	12.03	Intermedia	1,174.94	927.08	Cumple
27	0.38	0.1104	1,104.47	3.00	1,027.26	2.00	6.00	145	95000	17.98	16.00	Intermedia	1,266.73	1,027.26	Cumple
28	0.38	0.1104	1,104.47	2.00	1,113.69	2.00	4.00	145	95000	17.98	10.67	Intermedia	1,535.36	1,113.69	Cumple

ANEXO 04-G: viviendas vulnerables - método de esfuerzos admisibles.

Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Cumple	16	57.14%	57.14%
No cumple	12	42.86%	100.00%
Total	28	100.00%	100.00%



**NUEVO PLANTEAMIENTO DE SECCIONES A LAS VIVIENDAS – METODO
DE ESFUERZOS ADMISIBLES.**

N° viv.	Nueva Sección (m²)	N_{admisible} (kg)	N_{aplicado} (kg)	Conclusión	Sección recomendada (m²)	Diámetro recomendado (m)
1	0.164	1,616.92	1,158.99	Cumple	0.17	0.15
2	0.153	1,535.06	1,027.26	Cumple	0.16	0.12
3	0.114	1,122.86	835.60	Cumple	0.12	0.10
4	0.905	1,228.90	835.60	Cumple	0.10	0.09
5	0.164	1,616.92	1,158.99	Cumple	0.17	0.13
6	0.194	1,875.24	1,303.26	Cumple	0.20	0.16
7	0.962	1,339.73	1,069.78	Cumple	0.10	0.09
8	0.116	1,157.68	871.14	Cumple	0.12	0.11
9	0.115	1,122.86	835.60	Cumple	0.12	0.11
10	0.124	1,193.02	835.60	Cumple	0.13	0.12
11	0.127	1,193.02	871.14	Cumple	0.13	0.12
12	0.142	1,455.33	1,113.69	Cumple	0.15	0.14

ANEXO 05: PANEL FOTOGRAFICO

Viviendas tomadas como muestra para el estudio de trabajo de campo.



Estado de los postes de madera de las viviendas de la zona de bellavista Nanay.



Nivel de agua en las viviendas de la zona de bellavista Nanay.



Fuente generadora de olas debido al tránsito fluvial en la zona de Bellavista Nanay



Área de estudio para el presente trabajo final en la zona de Bellavista Nanay.



Altura de impacto de ola en el poste de madera de vivienda, generado por el tránsito fluvial de botes, deslizadores y lanchas.

