

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL - SEDE JAÉN



EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL
ASENTAMIENTO HUMANO SAN JOSÉ DEL HUITO
DE LA CIUDAD DE JAÉN - CAJAMARCA
ANTE PELIGRO DE INUNDACIÓN

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACHILLER: JOSÉ GUSMÁN CARRANZA MELÉNDREZ

ASESOR: ING. WILDER MAX NARRO MARTOS

JAÉN - CAJAMARCA - PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - SEDE JAÉN



**EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL ASENTAMIENTO
HUMANO SAN JOSÉ DEL HUITO DE LA CIUDAD DE JAÉN – CAJAMARCA,
ANTE PELIGRO DE INUNDACIÓN**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

BACHILLER: JOSÉ GUSMÁN CARRANZA MELÉNDREZ

Asesor:

ING. WILDER MAX NARRO MARTOS

JAÉN, CAJAMARCA – PERÚ

2014

COPYRIGHT © 2014 by

JOSÉ GÜSMÁN CARRANZA MELÉNDREZ

Todos los derechos reservados

AGRADECIMIENTO

Principalmente a Dios, por haberme dado e iluminado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres Marcos Carranza García y Teresa Meléndrez Neira lo cual les debo la vida, lo que soy y lo que pretendo ser, porque siempre creyeron en mí, me brindaron su confianza y siempre me han dado ánimos en las buenas y en las malas, por su esfuerzo y sacrificio, por todos sus consejos y apoyo brindado en el transcurso de mi vida, para poder formarme humana y profesionalmente. A ellos con todo amor.

A mis hermanas, Digna Carranza Meléndrez, Lucía Carranza Meléndrez y María Carranza Meléndrez, por sus consejos y apoyo incondicional que siempre me han brindado.

A mi asesor, Ing. Wilder Max Narro Martos, por el apoyo brindado, el permanente interés en revisar los avances, el aporte de sus conocimientos y la constante preocupación desde el inicio hasta los momentos en que se tornó más difícil el desarrollo de la tesis.

A todos Uds. mi más sincero agradecimiento.

A:

Mis padres Marcos y Teresa ya que a ellos les debo la vida y mis estudios, lo más grande que me han podido dar.

Mis queridas hermanas Digna, Lucia y María que con su apoyo incondicional, me dieron las fuerzas necesarias para seguir adelante.

CONTENIDO

Contenido	Págs
CONTENIDO	v
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPITULO I. INTRODUCCION	1
CAPITULO II: MARCO TEORICO	4
2.1. Antecedentes Teóricos	4
2.1.1. Internacionales	4
2.1.2. Nacionales	5
2.1.3. Locales	5
2.2. Bases teóricas	6
2.2.1. Análisis hidrológico de cuencas	6
2.2.2. Análisis estadísticos de datos hidrológicos	6
2.2.3. Peligro	14
2.2.4. Vulnerabilidad	19
2.2.5. Calculo del riesgo	31
2.3. Definición de Términos Básicos	32

Contenido	Págs
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODO	34
3.1. Ubicación Geográfica	34
3.2. Procesamiento de datos	36
3.2.1. Metodología	36
3.3. Tratamientos y análisis de datos	37
3.3.1. Determinación del caudal	38
3.3.2. Determinación del peligro de inundación	39
3.3.3. Determinación del nivel de vulnerabilidad	40
3.3.4. Determinación del nivel de Riesgo	50
3.3.5 Cuantificación del Riesgo	51
CAPÍTULO IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	39
4.1. Análisis de resultados	39
4.1.1. Análisis de datos hidrológicos	39
4.2. Discusión de Resultados	59
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
5.1. Conclusiones	60
5.2. Recomendaciones	60
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	61
ANEXOS	62

INDICE DE TABLAS

Título	Págs
Tabla 1. Coeficientes de escorrentía método racional	14
Tabla 2. Nivel de intensidad para inundaciones	16
Tabla 3. Rangos de intensidad para inundaciones	16
Tabla 4. Periodo de retorno establecido en cuatro categorías	17
Tabla 5. Rangos de frecuencia de inundación	17
Tabla 6. Matriz de peligro	18
Tabla 7. Nivel de peligrosidad	18
Tabla 8. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro	19
Tabla 9. Vulnerabilidad Física	21
Tabla 10. Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica	22
Tabla 11. Vulnerabilidad Económica	23
Tabla 12. Vulnerabilidad Social	25
Tabla 13. Vulnerabilidad Cultural e Ideológica	26
Tabla 14. Vulnerabilidad Política e Institucional	27
Tabla 15. Vulnerabilidad Científica y Tecnológica	28
Tabla 16. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad	29
Tabla 17. Matriz de peligro y vulnerabilidad	32
Tabla 18. Intensidades máximas en (mm/h) para $t = 28.09$ min.	38
Tabla 19. Caudal de diseño	39
Tabla 20. Determinación del nivel de intensidad	39

Título	Págs
Tabla 21. Determinación de la frecuencia de ocurrencia	40
Tabla 22. Determinación del peligro de inundación	40
Tabla 23. Determinación del nivel de vulnerabilidad física	42
Tabla 24. Determinación del nivel de vulnerabilidad Ambiental –Ecológica	43
Tabla 25. Determinación del nivel de vulnerabilidad Económica	45
Tabla 26. Determinación del nivel de vulnerabilidad Social	46
Tabla 27. Determinación del nivel de vulnerabilidad Cultural e Ideológica	48
Tabla 28. Determinación del nivel de vulnerabilidad Política e Institucional	48
Tabla 29. Determinación del nivel de vulnerabilidad Científica y Tecnológica.	49
Tabla 30. Determinación del nivel de vulnerabilidad total	50
Tabla 31. Determinación del nivel de vulnerabilidad total	50
Tabla 32. Valores unitarios por partida por metro cuadrado de área techada	51
Tabla 33. Costo de vivienda	51
Tabla 34. Estimación de costos	51
Tabla 35. Precipitación máxima en 24 horas	52
Tabla 36. Análisis estadístico	53
Tabla 37. Distribución estadística que más se ajusta a la serie de datos	54
Tabla 38. Bondad de ajuste de las precipitaciones	55
Tabla 39. Precipitaciones máximas en 24 horas, Para cada tiempo de retorno	56
Tabla 40. Lluvias máximas, para 60 minutos	56
Tabla 41. Intensidades máximas en (mm/h), para tiempo de retorno	57
Tabla 42. Resultado del análisis de regresión.	57

Título	Págs
Tabla 43. Intensidades máximas en (mm/h)	58
Tabla 44. Análisis con distribución log -normal	72
Tabla 45. Análisis con distribución log –normal de 2 parámetros	73
Tabla 46. Análisis con distribución log –normal de 3 parámetros	74
Tabla 47. Calculo de la regresión múltiple	75
Tabla 48. Parámetros para la distribución Gumbel	76

INDICE DE FIGURAS

Título	Págs
Figura 1. Localización Geográfica Departamento de Cajamarca, Provincia de Jaén, Distrito de Jaén.	34
Figura 2. Toma satelital del área de estudio	35
Figura 3. Tipo de materiales de construcción utilizados en las viviendas	41
Figura 4. Localización de viviendas con respecto al peligro	41
Figura 5. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos	42
Figura 6. Productividad económica del asentamiento humano San José del Huito.	43
Figura 7. Acceso de la población al mercado laboral	44
Figura 8. Nivel de ingresos que tiene la población para para cubrir sus necesidades	44
Figura 9. Conocimiento de la población sobre la ocurrencia de desastres	46
Figura 10. Percepción de la población sobre la ocurrencia de desastres.	47
Figura 11. Actitud frente a la ocurrencia de desastres	47
Figura 12. Distribución de las precipitaciones máximas diarias Estación Jaén	53
Figura 13. Curvas Intensidad, Duración y Frecuencia para cada periodo de Retorno.	58
Figura 14. Recolección de datos de pobladores más antiguos	62
Figura 15. Observación del material de viviendas	62
Figura 16. Medición de las viviendas respecto al peligro de inundación	63
Figura 17. Recorrido de la zona con Gps	63
Figura 18. Propiedades de la sección más crítica para un tiempo $T_r= 100$ años	77

RESUMEN

En las últimas décadas, el riesgo de desastres ante fenómenos de origen climático (inundaciones pluviales), ha aumentado a nivel nacional, debido principalmente a la ocupación informal del territorio, que no sólo incrementa la condición de vulnerabilidad sino también contribuye a la generación de conflictos de uso en el territorio y nuevos peligros. El objetivo de esta investigación fue determinar el nivel de riesgo de desastres que afecta a la población e infraestructura del asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén ante el peligro de inundación. La recolección de datos fue entre los meses de julio y octubre del 2014, mediante fichas evaluativas, fichas técnicas, información del SENAMHI e instituciones locales. El procedimiento de datos se realizó en software, Microsoft Excel, Hec – Ras V.4.1., se utilizó fórmulas empíricas y científicas. Para la determinación del nivel de peligro de inundación, se evaluó en función al estudio hidrológico y modelación hidráulica de la zona más propensa a inundarse, para la determinación del nivel de vulnerabilidad, se elaboró en base a las encuestas y observaciones de los factores físicos, sociales, culturales, políticos, etc., y en cuanto a la determinación del nivel de riesgo de desastres que afecta a la población e infraestructura del asentamiento humano San José del Huito se obtuvo en base a la matriz de peligro y vulnerabilidad. Se concluyó que la zona de estudio presentó un nivel de peligro bajo, el nivel de vulnerabilidad fue muy alta encontrándose en un rango de porcentaje de 76% a 100% y el nivel de riesgo fue alto.

Palabras clave: Riesgo, vulnerabilidad, peligro, estudio hidrológico, asentamiento humano.

ABSTRACT

In recent decades, the risk of disasters to climate related phenomena (rain floods) has increased nationally, mainly due to the informal occupation of the territory, which not only increases the vulnerability but also contributes to the generation of conflicts for use in the territory and new dangers. The objective of this research was to determine the level of risk of disasters affecting the population and infrastructure of human settlement San José del Huito city of Jaén to the danger of flooding. Data collection was between July and October 2014, using evaluative sheets, technical specifications, information SENAMHI and local institutions. The procedure was performed on data, Microsoft Excel, Hec software. - Ras V.4.1, scientific and empirical formulas are used. To determine the level of flood hazard is evaluated according to the hydrological study and hydraulic modeling of the area prone to flooding, for determining the level of vulnerability, was developed based on surveys and observations of the physical, social, cultural, political, etc., and as to the determination of the level of risk of disasters affecting the population and infrastructure of human settlement San José del Huito was obtained based on the matrix of danger and vulnerability. It was concluded that the study area showed a low level of risk, the level of vulnerability was found in very high percentage range of 76% to 100% and the risk level was high.

Keywords: Risk, vulnerability, hazard, hydrology study, human settlement.

CAPITULO I. INTRODUCCION

El Perú, debido a sus características físicas y condiciones naturales, presenta gran ocurrencia de diversos peligros, que afectan a la población e infraestructura, situación que se ha incrementado en las últimas décadas, debido principalmente a la ocupación informal del territorio, que no sólo incrementa la condición de vulnerabilidad sino también contribuye a la generación de conflictos de uso en el territorio y nuevos peligros; lo cual conlleva a la ocupación en zonas de alto peligro, como es el caso del asentamiento humano San José del Huito que esta susceptible a deslizamientos, huaycos, alud, inundaciones y otros. Así mismo, es necesario mencionar que en nuestro país, durante décadas se ha priorizado la ejecución de acciones que corresponden a la gestión reactiva del riesgo de desastre, comprendidas en su gran mayoría a la preparación y atención de la emergencia, situación que lleva enfrentar parcialmente los problemas de riesgos y desastres o la gestión fragmentada y desarticulada que en la actualidad caracteriza a los gobiernos locales teniendo su causa principalmente a la limitada capacidad institucional para aplicar el marco normativo existente y generar información técnica

El Sistema Regional de Defensa Civil y el instituto nacional de defensa civil tienen como función principal mantener en situación de alerta a la población con acciones de respuesta inmediata y con un Plan de Contingencia, frente a la probable presencia de fenómenos de la naturaleza para de esta manera mitigar los efectos que éstos pudieran causar.

La evolución urbana y el crecimiento demográfico en la Ciudad de Jaén rebasan la capacidad de soporte del ecosistema, causando impactos negativos sobre este; más aún cuando su proceso de crecimiento urbano se desarrolla con un instrumento de orientación técnica desfasado en la ocupación de áreas no aptas para habilitaciones urbanas. El fin es contribuir en la reducción de los niveles de riesgo en zonas urbanas y centros poblados,

se busca los mecanismos para fortalecer las medidas de prevención y mitigación de riesgo de desastres.

El asentamiento humano San José del Huito, está ubicado en el extremo Oeste de la ciudad de Jaén, y se encuentra afectado principalmente por fenómenos de origen climático debido a la ocupación informal del territorio, calificada como zona amenazada por inundaciones pluviales, que se emplazan en laderas de cerros de fuerte pendiente que recibe los flujos de aguas generando además pérdida de resistencia de las viviendas. Esta investigación a través de la evaluación del peligro de inundación y las condiciones de vulnerabilidad permiten determinar y priorizar las intervenciones para poder mitigar el impacto de fenómenos naturales y mejorar así el establecimiento de la población y la expansión del sector sobre espacios geográficos seguros.

Formulación del Problema: ¿Cuál es el nivel de riesgo en el asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén ante la ocurrencia del peligro de inundación?

Hipótesis General. El asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén, presenta un nivel de riesgo alto ante la ocurrencia de desastres por peligro de inundación, debido a que presenta zonas de alta vulnerabilidad.

Esta investigación se justifica por la necesidad de evaluar, el nivel riesgo que enfrenta el asentamiento humano San José del Huito, ante el peligro de inundación, debido a las vulnerabilidades, lo cual; permitirá adoptar medidas preventivas y de mitigación para la reducción de desastres, a partir del análisis de la vulnerabilidad y la evaluación del peligro de inundación, Contribuirá en la cuantificación del nivel de daño económico que se ocasionaría al asentamiento humano San José del Huito , ante la ocurrencia del peligro de inundación y también adoptar medidas de preparación a la población para una respuesta adecuada durante una emergencia.

Alcances o delimitación de investigación: El asentamiento humano San José del Huito, se localiza al oeste de la ciudad de Jaén. La investigación se realizó durante los meses de julio a noviembre del 2014 y tuvo carácter transversal.

El objetivo general: fue Determinar el nivel de riesgo de desastres que afecta a la población e infraestructura del asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén ante el peligro de inundación.

Objetivos Específicos:

- ✓ Determinar el nivel de peligro de inundación a la cual está expuesto el asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén.
- ✓ Determinar las condiciones de vulnerabilidad que se encuentran en el asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén.
- ✓ Cuantificar los riesgos mediante la evaluación del peligro de inundación y de la vulnerabilidad.

El contenido de esta tesis de investigación se detalla a continuación:

En el capítulo I. Introducción, presenta la importancia y los alcances de la investigación.

En el capítulo II. Marco teórico, se describen y analizan los estudios llevados a cabo previamente, que tienen relación con el objeto de estudio.

En el capítulo III. Materiales y métodos, se describe la ubicación geográfica donde se realizó la investigación, Procedimiento donde se indica el tratamiento que se utilizó en los datos de cada variable, y cómo se presentarán los resultados.

En el capítulo IV. Análisis y discusión de resultados, se explica y discute los resultados siguiendo la secuencia de los objetivos planteados.

En el capítulo V. Conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes teóricos

2.1.1 Internacionales

Evaluación final de la vulnerabilidad global en Manizales, andes de Colombia.

Afirma: Que todos los barrios de Manizales son vulnerables ya que ninguno tiene una vulnerabilidad mínima y La "organización comunitaria" es determinante en la reducción de los riesgos naturales, ya que interviene tanto inicio (preparación de las poblaciones) como al inicio del "sistema emergencia (LA Red 1998).

PCAD; CRV; UE; Caritas de Venezuela (2007) reducción de Riesgo de Desastres a Nivel Nacional, Tiene el propósito fundamental de compendiar la información relevante sobre la reducción del riesgo de desastres, obtenida de la participación efectiva de todos los actores claves en la reducción del riesgo en el país, constituyéndose en un instrumento de gestión de gran utilidad en el fortalecimiento de la prevención y atención de desastres a nivel nacional.

Cardona (2005) en su estudio "Indicadores de riesgo de desastre y gestión de riesgos: define cuatro indicadores que miden el impacto potencial de peligros naturales, la vulnerabilidad de esos países, y su capacidad para manejar los riesgos. El desarrollo de este sistema de indicadores se basa en datos de Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, República Dominicana, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Jamaica, México, Perú, y Trinidad y Tobago, que cubren dos décadas. Estos indicadores pueden ayudar a dirigir políticas y programas financieros, económicos, ambientales y sociales en el ámbito nacional, regional y municipal. Estos indicadores han sido diseñados para generar conciencia y conocimiento en el BID y los gobiernos en la región, sobre la importancia de la gestión del riesgo de desastres para el desarrollo.

Morelli (2006) en su estudio de inundación y prevención de inundaciones pluviales en Latino América, creando de este modo programas de prevención y mitigación frente a estos desastres naturales. Un estudio que abarco los casos de inundaciones en Sud América que permite obtener información, denominado Gestión De Inundaciones Urbanas, donde presenta casos de inundaciones pluviales en diferentes países como Argentina, Brasil y Centro América, a partir de estos casos permite encontrar el nivel de riesgo de inundación en zonas urbanas utilizando mapas de peligro y de vulnerabilidad.

2.1.2 Nacionales

El Ministerio de Economía y Finanzas (2006), presentó un documento llamado “conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo”. Este estudio se elaboró con la ayuda del Programa Desarrollo Rural Sostenible de la Agencia de Cooperación técnica alemana – GTZ. El documento pertenece a la serie “Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión de Desastres”, presenta un marco conceptual relacionado sobre la gestión del riesgo y describe además conceptos relacionados con el riesgo de desastres y su relación con los procesos de desarrollo con la finalidad de lograr una mayor sostenibilidad de las inversiones y de los proyectos que se elaboran respecto al tema.

El Instituto Nacional de Defensa Civil, viene elaborando manuales de manejo de desastres naturales en todo el país, muestra cómo se debe realizar la identificación del peligro y realizar un análisis básico de sus condiciones, nos permite obtener no solo mapas de peligrosidad, sino también un análisis de las vulnerabilidades mediante la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos en una determinada área geográfica. Estos manuales brindan información necesaria para elaborar mapas de llanuras de inundación (INDECI 2011)

2.1.3 Locales

INDECI (2005) en su estudio de Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres de la ciudad de Jaén, debido a sus características físicas y condiciones naturales, presenta gran ocurrencia de diversos peligros que afectan a la población e infraestructura,

situación que se ha incrementado en las últimas décadas, debido principalmente a la ocupación informal del territorio, que no sólo incrementa la condición de vulnerabilidad sino también contribuye a la generación de conflicto de uso en el territorio y nuevos peligros. Los principales peligros que amenazan a la ciudad de Jaén están relacionados con las precipitaciones pluviales, estas asociadas a las pendientes fuertes del terreno presentes en la ciudad hacen que los caudales se incrementen muy rápidamente, aumentando su carácter destructivo. En el año 2005 la ciudad de Jaén elaboró un programa de prevención y medidas de seguridad ante desastres naturales, documento que ha sido utilizado para mitigar los desastres naturales que aquejan a nuestra ciudad. En lo referente al peligro de inundaciones se concluyó que el 4% se encuentran ubicados en una zona de mayor inundación, el 24% en una zona de menor inundación y el 27% no tiene ningún peligro de inundación. En lo referente al peligro de deslizamientos se identificó que el 29% está ubicado en estas zonas. En cuanto en el sector II es una zona calificada como de peligro alto

Estudio de evaluación de riesgo de desastres del sector crítico urbano “fila alta, en materia de vivienda, construcción y saneamiento y propuesta de medidas de prevención y mitigación de riesgo, que se realizó en la ciudad de Jaén a través de la municipalidad provincial. Afirma: que el 95,53% (5,020 habitantes) del Sector Crítico Fila Alta presentan un nivel de riesgo muy alto, debido a la Alta Vulnerabilidad Física que presenta la población y sus edificaciones (MVCS 2012).

La tesis: Evaluación del nivel de riesgo de inundación por el río Amojú en la parte baja de la ciudad de Jaén. Concluye que el nivel de peligro de inundación fue muy alto, que el grado de vulnerabilidad fue alto, este grado de vulnerabilidad se evaluó con cinco tipos de vulnerabilidades, física, ambiental y ecológica, social, económica y la cultural ideológica (Mondragón 2013)

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Análisis hidrológico de cuencas.

La hidrología está ligada al estudio de fenómenos naturales, de manera que los métodos que emplea no puedan ser rígidos, quedando algunas decisiones a criterio nuestro. La hidrología para el análisis de algunos fenómenos, hace uso de métodos estadísticos. La información sobre precipitaciones, temperatura, evaporación y otros datos, serán obtenidos del Sistema Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMH) (ICG 2011).

2.2.2 Análisis estadísticos de datos hidrológicos.

La hidrología siendo una ciencia apoyada en las estadísticas y probabilidades, debe entenderse como tal, de manera que todos los valores calculados representan una posible ocurrencia, más aún, cuando los registros proporcionados por las entidades oficiales, a veces, no cuentan con la extensión suficiente o son inconsistentes.

La representatividad, calidad, extensión y consistencia de los datos es primordial para el inicio del estudio hidrológico, por ello, se recomienda contar con un mínimo de 25 años de registro que permita a partir de una información histórica la predicción de eventos futuros con el objetivo que los resultados sean confiables.

A. Modelo de distribución:

ICG (2011) el análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes tiempos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilístico, los cuales pueden ser discretos o continuos. Recomendándose utilizar las siguientes distribuciones: Distribución Normal, Distribución Log Normal 2 parámetros, Distribución Log Normal 3 parámetros, Distribución Log Gumbel.

- a) Distribución Normal. La función densidad de probabilidad normal se define con la expresión:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-u}{s}\right)^2} \dots\dots\dots 1$$

Dónde:

$f(x)$ = función densidad normal de la variable x

x = variable Independiente

u = parámetro de localización, igual a la media aritmética de x .

s = parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x .

b) Distribución Log Normal 2 parámetros. La función distribución de probabilidad es

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x - \bar{X})^2}{2S^1}\right)} dx \quad \dots\dots 2$$

Donde \bar{X} y S son los parámetros de

distribución.

Si la variable x de las distribución normal se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominadas Log Normal, $N(Y, S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x , deben ser transformados a $y = \log x$, de tal manera que la expresión 2 resultaría de la siguiente manera:

$$\bar{Y} \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad \dots\dots 3$$

Donde \bar{Y} es la medida de los datos de la muestra transformada, lo cual se expresaría con la siguiente expresión.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad \dots\dots 4$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes expresiones:

$$C_s = a / s^3 y \quad \dots\dots 5$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3$$

Donde C_s es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada (Monsalve 1995).

- c) Distribución Log Normal 3 parámetros. La Función densidad de x se expresa con la siguiente expresión:

$$f(x) = \frac{1}{(x-x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)\mu_y}{S_y}\right)^2} \quad \dots\dots\dots 6 \quad \text{Para } x > x_0$$

Dónde:

X_0 : Parámetro de posición

U_y : parámetro de escala o media

S_y^2 : parámetro de forma o varianza

- d) Distribución Log Gumbel. La Variable aleatoria reducida Log Gumbel, se define con la siguiente expresión:

Donde $y = \frac{\ln x - u}{a} \quad \dots\dots\dots 7$

$$a = \frac{S}{S_n}, u = \bar{x} - a * y_n \quad \dots\dots\dots 8$$

Con lo cual, la función acumulada reducida Log Gumbel es definida con la siguiente expresión:

$$G(y) = 1 - e^{-e^{-y}} \rightarrow G(y) = \frac{1}{Tr} \quad \dots\dots\dots 9$$

De la ec.9:

$$y = \ln(-\ln - Gy))$$

B. Prueba de bondad de ajuste:

ICG (2011) la prueba de bondad de ajuste es una prueba de hipótesis que se usa para evaluar si un conjunto de datos es una muestra independiente de la distribución elegida. En la teoría estadística, las pruebas de bondad de ajuste más conocidas son la X^2 y la de kolmogorov – Smimov, de las cuales solo se estudiara la kolmogorov – Smimov, por tratarse de un estudio especialmente hidrológico.

b.1. Prueba kolmogorov – Smimov. Método por el cual se comprueba la bondad de ajuste de las distribuciones, asimismo permite elegir la más representativa, es decir la distribución que más se ajusta a los datos.

Esta prueba consiste en comparar el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada $F_o(x_m)$ y la estimada $F(x_m)$, mostrándose en la siguiente expresión.

$$D = F_o(x_m) - F(x_m) \quad \dots\dots\dots 10$$

$$F_o(x_m) = m/(n + 1) \quad \dots\dots\dots 11$$

Donde m es el número de orden de datos x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de datos (Aparicio 1992)

C. Curvas – intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).

Son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno (ICG 2011)

Chereque (1991) hace referencia a los estudios de Frederich Bell (1969), este modelo generalizaba las curvas intensidad – Duración – Frecuencia, a partir de datos recogidos principalmente en estados unidos, el argumento que se apoyo es que las lluvias extremas se deben a tormentas tipo conectivo, dicho modelo responde a una expresión

$$P_t^T = (0.21LnT + 0.52)(0.54t^{0.25} - 0.50)P_{60}^{10} \dots\dots 12$$

Dónde:

t: duración en minutos

T: Periodo de retorno en años

P_t^T : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno en T años.

P_{60}^{10} : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno en 10 años.

El modelo permite calcular lluvias máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como valor índice la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno.

Las curvas de Intensidad – Duración – Frecuencia, se calculan indirectamente mediante la misma relación exponencial integradora de las tres variables involucradas mediante las siguientes expresiones (ICG 2011).

$$I = \frac{P}{t} \quad \wedge \quad I = \frac{KT^m}{t^n} \dots\dots\dots 13$$

Dónde:

K, m y n, son características de la zona de estudio y se obtienen mediante regresión múltiple.

I: Intensidad Máxima (mm/h)

T: Periodo o tiempo de retorno en años

t: Duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

P: Precipitación en mm.

Despejando la ecuación 13. Se obtiene.

$\log(I) = \log(k) + m * \log(T) - n * \log(t)$, que es equivalente a

$$y = a_0 + a_1 * x_1 + a_2 * x_2 \dots\dots\dots 14$$

Donde

$$y = \log(I)$$

$$a_0 = \log(k)$$

$$X_1 = \log(T)$$

$$a_1 = m$$

$$X2 = \log(t)$$

$$a2 = -n$$

D. Tiempo de concentración

En la simulación hidrológica de un estudio de máximas avenidas es necesario conocer el Tiempo de Concentración para las subcuencas, que está definido como el tiempo requerido para que una gota de agua caída en el extremo más alejado del área de la cuenca llegue a la sección de salida o la sección de interés del estudio.

Transcurrido el tiempo de concentración se considera que toda la cuenca contribuye a la salida. Como existe una relación inversa entre la duración de una tormenta y su intensidad (mayor duración disminuye la intensidad), el tiempo de concentración real depende de muchos factores, entre otros de la geometría en planta de la cuenca (una cuenca alargada tendrá mayor tiempo de concentración), de su pendiente pues una mayor pendiente produce flujos más veloces y en menor tiempo de concentración, el área, las características del suelo, cobertura vegetal, etc. las fórmulas más comunes solo influyen la pendiente, la longitud del cauce mayor desde la divisoria y el área. (ICG 2011)

Para la estimación del tiempo de concentración se tienen diversas ecuaciones empíricas.

✓ Fórmula de Kirpich:

$$T_c = 0,000325 * \frac{L^{0,77}}{S^{0,385}} \quad \dots\dots\dots 15$$

Dónde:

Tc = Tiempo de concentración en horas

L = Longitud del curso principal en metros

S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m

✓ Fórmula de Temes:

$$T_c = 0,30 \frac{L^{0,76}}{S^{0,19}} \quad \dots\dots\dots 16$$

Dónde:

- Tc = Tiempo de concentración en horas.
- L = Longitud del curso principal en kilómetros.
- S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

✓ Fórmula de Bransby Williams

$$Tc = 0,2433 \frac{L}{A^{0,1} S^{0,2}} \dots\dots\dots 17$$

Dónde:

- Tc = Tiempo de concentración en horas.
- L = Longitud del curso principal en kilómetros.
- A = Área de cuenca en Km2.
- S = Pendiente a lo largo del cauce en m/m.

E. Estimación de Caudales

ICG (2011) se realiza un análisis estadístico utilizando los datos de precipitación como datos de entrada a una cuenca y que producen un caudal Q. cuando ocurre la lluvia, la cuenca se humedece de manera progresiva, infiltrándose una parte en el subsuelo y luego de un tiempo, el flujo se convierte en flujo superficial. A continuación se presenta el método racional.

E.1. Método Racional.

ICG (2011) estima el caudal máximo a partir de la precipitación, abarcando todas las abstracciones en un solo coeficiente c (coeficiente de escorrentía) estimado sobre la base de las características de la cuenca. Muy usado para cuencas, A<10 Km2. Considerar que la duración de P es igual a tc.

La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = 0,278 CIA \dots\dots\dots 18$$

Dónde:

- Q: Descarga máxima de diseño (m3/s)

- C: Coeficiente de escorrentía (Ver Tabla 1)
 I: Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)
 A: Área de la cuenca (Km²).

Tabla 1. Coeficientes de escorrentía método racional

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		Pronunciada > 50%	Alta > 20%	Media > 5%	Suave > 1%	Despreciable < 1%
Sin vegetación	Impermeable	0,80	0,75	0,70	0,65	0,60
	Semipermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Permeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
Cultivos	Impermeable	0,70	0,65	0,60	0,55	0,50
	Semipermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Permeable	0,40	0,35	0,30	0,25	0,20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0,65	0,60	0,55	0,50	0,45
	Semipermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Permeable	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15
Hierva grama	Impermeable	0,60	0,55	0,50	0,45	0,40
	Semipermeable	0,50	0,45	0,40	0,35	0,30
	Permeable	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10
Bosques, densa vegetación	Impermeable	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	Semipermeable	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	Permeable	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Fuente: ICG 2011

2.2.3 Peligro

INDECI (2006) define al peligro como un fenómeno de origen natural o antrópico potencialmente perjudicial, que pueda causar la pérdida de vidas, daños materiales, interrupción de la actividad socio-económica o degradación del medio ambiente. El nivel de peligro depende de la intensidad, localización, área de impacto, duración y periodo de retorno del fenómeno peligroso.

A. Identificación y caracterización de peligros

Esta es la actividad principal del Trabajo de Campo, donde los profesionales se encargarán de: Identificar, ubicar y delimitar el área geográfica donde se presenta el peligro, en algunos casos su origen y el posible impacto, con la ayuda de un mapa cartográfico, cartas topográficas y fotografías aéreas. En coordenadas UTM o Geográficas.

Observar y recopilar información del entorno,

- ✓ Tipo de peligros
- ✓ Causas de ocurrencia
- ✓ Frecuencia, cuan a menudo ocurre o probabilidad de recurrencia;
- ✓ Duración: Cuanto puede durar
- ✓ Estacionalidad: en que época del año se presenta
- ✓ Escala de Interpretación (ejemplo): muy alta, alta – media – baja; y
- ✓ ¿Qué otros peligros de origen natural o tecnológico se van a producir en el área de estudio?

Así mismo información específica, por tipo de peligro

Peligro Inundación

- ✓ Análisis de las crecidas o avenidas máximas.
- ✓ Determinación de las avenidas máximas probables.
- ✓ Tiempo de recurrencia de las avenidas o crecidas.
- ✓ Intensidad de precipitaciones en la zona, reportes, etc.

B. Criterios recomendados para determinar el grado de peligrosidad.

El peligro está en función de la probabilidad de ocurrencia del fenómeno y de su intensidad. La intensidad a su vez se puede definir en función de la profundidad y la velocidad del agua, así como de la duración de las inundaciones. (INDECI 2011)

Peligro por inundación = f (Intensidad x Probabilidad de ocurrencia)

Dónde: Intensidad = f (profundidad de agua)

Probabilidad = f (precipitaciones).

C. Criterios recomendados para determinar el nivel de la intensidad

Los criterios recomendados para evaluar la intensidad de las inundaciones son diferentes en dependencia del tipo de inundación. Para inundaciones estáticas se considera la profundidad o altura del flujo. Mientras que para inundaciones dinámicas se recomienda utilizar el producto de la velocidad por la profundidad del flujo. (INDECI 2011).

Tabla 2. Nivel de intensidad para inundaciones

Niveles de intensidad	Profundidad del flujo (H) (m) (inundaciones estáticas)
Muy alta	$H > 1,5$ m
Alta	$0.5 \text{ m} < H < 1,5$ m
Media	$0.25 \text{ m} < H < 0,5$ m
Baja	$H < 0,25$ m

Fuente: INDECI 2011

Tabla 3. Rangos de intensidad para inundaciones

Nivele de intensidad	Rangos
Muy alta	$0.75 < Ni \leq 1$
Alta	$0.50 < Ni \leq 0,75$
Media	$0.250 < Ni \leq 0,50$
Baja	$0 < Ni \leq 0,25$

Fuente: INDECI 2011

Ni = Nivel de Intensidad

D. Criterios recomendados para la evaluación de la frecuencia, o período de retorno de la inundación

La frecuencia de inundaciones o cada cuanto se inunda una determinada zona dependerá esencialmente de la frecuencia de precipitaciones excepcionalmente fuertes (INDECI 2011).

Tabla 4. Periodo de retorno establecido en cuatro categorías

Niveles de intensidad	Periodo de retorno en años (T)
Muy alta	$1 < T < 5$ años
Alta	$5 < T < 15$ años
Media	$15 < T < 50$ años
Baja	$50 < T < 200$ años ó más

Fuente: INDECI 2011

Tabla 5. Rangos de frecuencia de inundación

Nivele de intensidad	Rangos
Muy alta	$0,75 < F \leq 1$
Alta	$0,50 < F \leq 0,75$
Media	$0,25 < F \leq 0,50$
Baja	$0 < F \leq 0,25$

Fuente: INDECI 2011

F = Frecuencia

E. Determinación del nivel de peligrosidad

Los niveles de peligro por inundación de un área dada, resultan de la relación entre el nivel de frecuencia y el nivel de intensidad, se interrelaciona, por un lado (vertical), el nivel de intensidad; y por otro lado (horizontal) el nivel de frecuencia. Representándose gráficamente en la siguiente matriz: (en la intersección de la matriz se podrá estimar el peligro ante inundaciones)

Tabla 6. Matriz de peligro

I n t e n s i d a d	Muy Alto	Peligro Medio	Peligro Alto	Peligro Muy Alto	Peligro Muy Alto
	Alto	Peligro Bajo	Peligro Medio	Peligro Alto	Peligro Muy Alto
	Medio	Peligro Bajo	Peligro Medio	Peligro Medio	Peligro Alto
	Baja	Peligro Bajo	Peligro Bajo	Peligro Bajo	Peligro Medio
		Baja	Medio	Alto	Muy Alto
		F r e c u e n c i a			(años)

Fuente: INDECI 2011

Tabla 7. Nivel de peligrosidad

Nivel de peligrosidad	Rangos
Muy alta	$0,75 < N_p \leq 1$
Alta	$0,50 < N_p \leq 0,75$
Media	$0,250 < N_p \leq 0,50$
Baja	$0 < N_p \leq 0,25$

Fuente: INDECI 2011

N_p = Nivel de peligrosidad

Tabla 8. Estrato, descripción y valor de las zonas de peligro

ESTRATO/NIVEL	DESCRIPCION O CARACTERISTICAS	VALOR
PB (Peligro Bajo)	Terrenos planos o con poca pendiente, roca y suelo compacto y seco, con alta capacidad portante.	1
	Terrenos altos no inundables, alejados de barrancos o cerros deleznable. No amenazados por peligros, como actividad volcánica, maremotos, etc.	< de 25%
	Distancia mayor a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	
PM (Peligro Medio)	Suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad.	2 De 26% a 50%
	De 300 a 500 m. desde el lugar del peligro tecnológico.	
PA (Peligro Alto)	Sectores donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas.	3
	Sectores que son inundados a baja velocidad y permanecen bajo agua por varios días.	De 51% a 75%°
	Ocurrencia parcial de la licuación y suelos expansivos. De 150 a 300 m. desde el lugar del peligro tecnológico	
PMA (Peligro Muy Alto)	Sectores amenazados por alud- avalanchas y flujos repentinos de piedra y lodo ("lloclla"). Áreas amenazadas por flujos piroclásticos o lava.	4 De 76% a 100%
	Fondos de quebrada que nacen de la cumbre de volcanes activos y sus zonas de deposición afectables por flujos de lodo. Sectores amenazados por deslizamientos o inundaciones a gran velocidad, con gran fuerza hidrodinámica y poder erosivo. Sectores amenazados por otros peligros: maremoto, heladas, etc.	
	Suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones.	
	Menor de 150 m. desde el lugar del peligro tecnológico	

Fuente: INDECI 2006.

2.2.4 Vulnerabilidad

INDECI (2006) define a la vulnerabilidad, como el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o

antropico 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. La vulnerabilidad, 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.

A. Vulnerabilidad Física

INDECI (2006). Define que la vulnerabilidad física está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro.

La calidad o tipo de material, está garantizada por el estudio de suelo realizado, el diseño del proyecto y la mano de obra especializada en la ejecución de la obra, así como por el material empleado en la construcción (ladrillo, bloques de concreto, cemento y fierro, entre otros).

En inundaciones y deslizamientos, la vulnerabilidad física se expresa también en la localización de los centros poblados en zonas expuestas al peligro en cuestión. El problema está en que quienes construyen sus viviendas en zonas inundables o deleznales, lo han hecho por carecer de opciones y por tanto, al haber sido empujados a tal decisión por las circunstancias económicas y sociales, difícilmente se podrían apartar de estos riesgos.

Igualmente, está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad y la ruptura de la auto-recuperación del sistema ecológico, los mismos que contribuyen a incrementar la Vulnerabilidad.

Para obtener la información sobre este tipo de vulnerabilidad, es necesario auxiliarse de un cuadro, que debe elaborarse de acuerdo a las variables y las características, según el nivel de vulnerabilidad existente en el centro poblado donde se va a realizar la Estimación de Riesgo. Para el efecto, se propone la tabla 10.

Tabla 10. Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica.

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Condiciones Atmosféricas	Niveles de temperatura al promedio normales	Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal	Niveles de temperatura superiores al promedio normal	Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal
Composición y calidad del aire y el agua	Sin ningún grado de contaminación	Con un nivel moderado de contaminación	Alto grado de contaminación	Nivel de contaminación no apto

VB (Vulnerabilidad Baja)
VA (Vulnerabilidad Alta)

VM (Vulnerabilidad Media)
VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

Fuente: INDECI 2006

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de vulnerabilidad ambiental - ecológica. Para ello, se calcula el promedio de las dos variables a través de la siguiente fórmula:

$$VAE = \frac{\sum Variables}{N^{\circ} variables} \quad \dots\dots 20$$

Dónde:

VAE = Vulnerabilidad Ambiental – Ecológica

C. Vulnerabilidad Económica

INDECI (2006) constituye el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado a los activos económicos (tierra, infraestructura, servicios y empleo asalariado, entre otros), que se refleja en la capacidad para hacer frente a un desastre. Está determinada, fundamentalmente, por el nivel de ingreso o la capacidad para satisfacer las necesidades básicas por parte de la población, la misma que puede observarse en un determinado centro poblado.

La población pobre, de bajos niveles de ingreso que no le es posible satisfacer sus necesidades básicas, constituye el sector más vulnerables de la sociedad, quienes por la falta de acceso a las viviendas, invaden áreas ubicadas en las riberas de los ríos, laderas, rellenos sanitarios no aptas para residencia; carecen de servicios básicos elementales y presentan escasas condiciones sanitarias; asimismo, carecen de alimentación, servicios de salud, educación entre otras. Dichas carencias que se presentan en la población pobre, condicionan la capacidad previsora y de respuesta ante los peligros de su entorno y en caso de ser afectados por un fenómeno adverso el daño será mayor, así como su capacidad de recuperación.

Tabla 11. Vulnerabilidad Económica

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Actividad Económica	Alta productividad y Recursos bien distribuidos. Productos para el comercio exterior o fuera de la localidad	Medianamente productiva y distribución regular de los recursos. Productos para el comercio interior, a nivel local.	Escasamente productiva y distribución deficiente de los recursos. Productos para el autoconsumo.	Sin productividad y nula distribución de recursos.
Acceso al mercado laboral	Oferta laboral > Demanda	Oferta laboral = Demanda	Oferta laboral < Demanda	No hay Oferta Laboral.
Nivel de ingresos	Alto nivel de ingresos	Suficientes nivel de ingresos	Nivel de ingresos que cubre necesidades básicas	Ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas.
Situación de pobreza o Desarrollo Humano	Población sin pobreza	Población con menor porcentaje pobreza	Población con pobreza mediana	Población con pobreza total o extrema

VB (Vulnerabilidad Baja)
VA (Vulnerabilidad Alta)

VM (Vulnerabilidad Media)
VMA (Vulnerabilidad Muy Alta)

Fuente: INDECI 2006

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de Vulnerabilidad Económica. Para ello, se calcula el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula.

$$VE = \frac{\sum Variables}{N^{\circ} variables} \dots\dots 21$$

D. Vulnerabilidad Social

INDECI (2006) la vulnerabilidad social se analiza a partir del nivel de organización y participación que tiene una colectividad, para prevenir y responder ante situaciones de emergencia. La población organizada (formal e informalmente) puede superar más fácilmente las consecuencias de un desastre, que las sociedades que no están organizadas, por lo tanto, su capacidad para prevenir y dar respuesta ante una situación de emergencia es mucho más efectivo y rápido.

Mayor será la vulnerabilidad de una comunidad si su cohesión interna es pobre; es decir, si las relaciones que vinculan a los miembros de la misma y con el conglomerado social, no se afincan en sentimientos compartidos de pertenencia y de propósito y que no existan formas organizativas que lleven esos sentimientos a acciones concretas. Adicionalmente, una ausencia de liderazgo efectivo a nivel comunitario suele ser un síntoma de vulnerabilidad.

El papel de las personas u organizaciones comunitarias para disminuir la vulnerabilidad será impulsar en la población sentimientos y prácticas de:

Coherencia y propósito; Pertenencia y participación; Confianza ante la crisis y seguridad dentro del cambio; Promover la creatividad; y Promover el desarrollo de la acción autónoma y de la solidaridad de dignidad y de trascendencia.

Tabla 12. Vulnerabilidad social

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB	VM	VA	VMA
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Nivel de Organización	Población totalmente organizada.	Población organizada	Población escasamente organizada	Población no organizada.
Participación de la población en los trabajos comunales	Participación total	Participación de la mayoría.	Mínima Participación	Nula participación
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales.	Fuerte relación	medianamente relacionados	Débil relación	No existe
Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales.	Integración total.	Integración parcial	Baja integración	No existe integración

Fuente: INDECI 2006

Una vez establecidos los valores de cada variable, se procederá a determinar el grado de Vulnerabilidad Social. Para ello, se calcula el promedio de las cuatro variables a través de la siguiente fórmula.

$$VS = \frac{\sum Variables}{N^{\circ} variables} \dots\dots 22$$

E. Vulnerabilidad Cultural - Ideológica

INDECI (2006) está referida a la percepción que tiene el individuo o grupo humano sobre sí mismo, como sociedad o colectividad, el cual determina sus reacciones ante la ocurrencia de un peligro de origen natural o tecnológico y estará influenciado según su nivel de conocimiento, creencia, costumbre, actitud, temor, mitos, etc.

El desarrollo histórico de nuestros pueblos ha determinado la presencia de un conjunto de valores que les son propios y que marcan la pauta de las relaciones mutuas, entre la solidaridad y el individualismo, así mismo el avance tecnológico, a través de la televisión y la informática, viene influyendo en la conducta y comportamiento de las personas.

Estableciéndose diferencias de “personalidad” entre los distintos grupos humanos del país, a partir de los cuales se ha configurado un perfil cultural nacional, regional o local.

Por ejemplo es frecuente encontrar las siguientes creencias o concepciones fatalistas como: “si algo nos sucede es porque Dios así lo quiere”, si esto siempre ha sido así no tiene por qué cambiar, concepción religiosa y mística lo cual inhibe el cambio de actitud y percepción del mundo, es decir existe conformismo, desidia, endiosamiento de un líder a quien se ve como única alternativa de solución para sus problemas. Dichas concepciones contribuyen a una reacción negativa de la comunidad frente a un desastre, incrementando de esta manera su incapacidad para contrarrestar el daño.

La prevalencia de unos valores o de otros permitirá que la vulnerabilidad cultural esté presente con mayor o menor fuerza o no exista. Por ejemplo, la supervivencia de la minga como institución de solidaridad permitirá una rápida respuesta en casos de desastre. En otras ocasiones se ha visto que los desastres permiten sacar a flote el papel del liderazgo de la mujer, de su creatividad y de sus posibilidades.

Tabla 13. Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	Conocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	La mayoría de la población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres	Escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	Desconocimiento total de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres
Percepción de la población sobre los desastres	La totalidad de la población tiene una percepción real sobre la ocurrencia de desastres	La mayoría de la población tiene una percepción real de la ocurrencia de los desastres.	La minoría de la población tiene una percepción realista y más místico y religioso.	Percepción totalmente irreal – místico – religioso
Actitud frente a la ocurrencia de desastres	Actitud altamente previsor	Actitud parcialmente previsor	Actitud escasamente previsor	Actitud fatalista, conformista y con desidia.

Fuente: INDECI 2006

F. Vulnerabilidad Política e Institucional

INDECI (2006) define el grado de autonomía y el nivel de decisión política que puede tener las instituciones públicas existentes en un centro poblado o una comunidad, para una mejor gestión de los desastres. La misma que está ligada con el fortalecimiento y la capacidad institucional para cumplir en forma eficiente con sus funciones, entre los cuales está el de prevención y atención de desastres o defensa civil, a través de los Comités de Defensa Civil (CDC), en los niveles Regional, Provincial y Distrital.

El centralismo estatal ha permitido organizar la sociedad y la economía peruana a partir de un Estado central, asentado en Lima. La concentración del poder estatal, económico, político y financiero de la capital generó un proceso migratorio, cuyo efecto radicó en un crecimiento acelerado y no planificado de las ciudades los cuales han traído problemas de inseguridad por el deterioro del medio ambiente, creación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, déficit de viviendas, hacinamiento y tugurización, así como problemas de marginalidad y desigualdad sociales.

Esta situación, se ha modificado en los últimos años con el proceso de Descentralización y la creación de los Gobiernos Regionales, los cuales por Ley constituyen el Sistema Regional de Defensa Civil.

Tabla 14. Vulnerabilidad Política e Institucional

VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD			
	VB < 25 %	VM 26 a 50 %	VA 51 a 75 %	VMA 76 a 100 %
Autonomía local	Total autonomía	Autonomía parcial	Escasa autonomía	No existe autonomía
Liderazgo político	Aceptación y respaldo total	Aceptación y respaldo parcial.	Aceptación y respaldo Minoritario.	No hay aceptación ni respaldo
Participación ciudadana	Participación total	Participación mayoritaria	Participación minoritaria	No hay participación
Coordinación de acciones entre autoridades locales y funcionamiento del CDC	Permanente coordinación y activación del CDC	Coordinaciones esporádicas	Escasa coordinación	No hay coordinación inexistencia CDC

Fuente: INDECI 2006

G. Vulnerabilidad Científica y Tecnológica.

INDECI (2006) define como el nivel de conocimiento científico y tecnológico que la población debe tener sobre los peligros de origen natural y tecnológico, especialmente los existentes en el centro poblado de residencia.

Así mismo, sobre el acceso a la información y el uso de técnicas para ofrecer mayor seguridad a la población frente a los riesgos.

La comunidad debe estar informada, por ejemplo, sobre la necesidad de que las construcciones deben considerar las normas sismo resistentes, de ejecutar obras de defensas ribereñas, descolmatación del río o sistemas de alerta, vigilancia, monitoreo y difusión, para evitar el colapso de las viviendas e inundaciones, minimizando o reduciendo el riesgo.

Tabla 15. Vulnerabilidad Científica y Tecnológica

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

Fuente: INDECI 2006

F. Estratificación. Para fines de Estimación del Riesgo, la vulnerabilidad puede estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en la tabla 16.

Tabla 16. Estrato, descripción y valor de la vulnerabilidad

Estrato/nivel	Descripción /características	Valor
VB (Vulnerabilidad Baja)	Viviendas asentadas en terrenos seguros, con material noble o sismo resistente, en buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso medio y alto, con estudios y cultura de prevención, con cobertura de los servicios básicos, con buen nivel de organización, participación total y articulación entre las instituciones y organizaciones existentes.	1 < de 25%
VM (Vulnerabilidad Media)	Viviendas asentadas en suelo de calidad intermedia, con aceleraciones sísmicas moderadas. Inundaciones muy esporádicas, con bajo tirante y velocidad. Con material noble, en regular y buen estado de conservación, población con un nivel de ingreso económico medio, cultura de prevención en desarrollo, con cobertura parcial de los servicios básicos, con facilidades de acceso para atención de emergencia. Población organizada, con participación de la mayoría, medianamente relacionados e integración parcial entre las instituciones y organizaciones existentes.	2 De 26% a 50%
VA (Vulnerabilidad Alta)	Viviendas asentadas en zonas donde se esperan altas aceleraciones sísmicas por sus características geotécnicas, con material precario, en mal y regular estado de construcción, con procesos de hacinamiento y tugurización en marcha. Población con escasos recursos económicos, sin conocimientos y cultura de prevención, cobertura parcial de servicios básicos, accesibilidad limitada para atención de emergencia; así como con una escasa organización, mínima participación, débil relación y una baja integración entre las instituciones y organizaciones existentes.	3 De 51% a 75%
VMA (Vulnera Muy Alta)	Viviendas asentadas en zonas de suelos con alta probabilidad de ocurrencia de licuación generalizada o suelos colapsables en grandes proporciones, de materiales precarios en mal estado de construcción, con procesos acelerados de hacinamiento y tugurización. Población de escasos recursos económicos, sin cultura de prevención, inexistencia de servicios básicos y accesibilidad limitada para atención de emergencias; así como una nula organización, participación y relación entre las instituciones y organizaciones existentes.	4 De 76% a 100%

Fuente: INDECI 2006

G. Ponderación y estratificación de la vulnerabilidad total

INDECI (2006) una vez culminado el proceso de identificación, evaluación y análisis de los diversos indicadores considerados para cada tipo de vulnerabilidad asociada ante la posible ocurrencia de peligro por Inundación, se procederá a ponderar los resultados obtenidos por cada uno de ellos para luego ponderar y estratificar la vulnerabilidad total.

Una vez que se haya determinado el valor de cada tipo de vulnerabilidad se anotando el valor obtenido por cada tipo de vulnerabilidad; seguidamente se obtendrá el valor total, el mismo que será dividido entre el número de vulnerabilidades estudiadas, con la finalidad de determinar el promedio de todas las vulnerabilidades.

$$VT = \frac{VF+VA+VE+VS+VCI+VPI+VCT}{N} \quad \dots\dots 23$$

VT = Vulnerabilidad Total

N es el número de vulnerabilidades estudiadas, entonces tenemos que

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

$$VT = \frac{VF+VR}{2} \quad \dots\dots 24$$

Donde el resto de vulnerabilidades (VR) será:

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

Donde N es el número de vulnerabilidades.

Este resultado, cualquiera sea el criterio que le otorgue a la VF, será uno de los valores que conjuntamente con el nivel o porcentaje del peligro permitirá el

2.2.5 Cálculo del riesgo

INDECI (2006) define que una vez identificado el peligro (P) a la que está expuesta el centro poblado y realizado el análisis de vulnerabilidad (V), se procede a una evaluación conjunta, para calcular el riesgo (R), es decir estimar la probabilidad de pérdidas y daños esperados (personas, bienes materiales, recursos económicos) ante la ocurrencia de un fenómeno de origen natural o tecnológico.

El cálculo del riesgo corresponde a un análisis y una combinación de datos teóricos y empíricos con respecto a la probabilidad del peligro identificado, es decir la fuerza e intensidad de ocurrencia; así como el análisis de vulnerabilidad o la capacidad de resistencia de los elementos expuestos al peligro (población, viviendas, infraestructura, etc.), dentro de una determinada área geográfica.

Existen diversos criterios o métodos para el cálculo del riesgo, por un lado, el analítico o matemático; y por otro, el descriptivo.

El criterio analítico, llamado también matemático, se basa fundamentalmente en la aplicación o el uso de la ecuación siguiente:

$$R = P \times V \quad \dots\dots\dots 25$$

Dicha ecuación es la referencia básica para la estimación del riesgo, donde cada una de las variables: Peligro (P), vulnerabilidad (V) y, consecuentemente, Riesgo (R), se expresan en términos de probabilidad. Este criterio sólo lo mencionamos, por cuanto no es de uso práctico para el cálculo del riesgo.

El criterio descriptivo, se basa en el uso de una matriz de doble entrada: “Matriz de Peligro y Vulnerabilidad” tabla 17. Para tal efecto, se requiere que previamente se hayan determinado los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro identificado y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.

Con ambos porcentajes, se interrelaciona, por un lado (vertical), el valor y nivel estimado del peligro; y por otro (Horizontal) el nivel de vulnerabilidad promedio determinado en la respectiva Tabla 17. En la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado.

Tabla 17. Matriz de peligro y vulnerabilidad

Peligro Muy Alto	Riesgo Alto	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Alto	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto	Riesgo Muy Alto
Peligro Medio	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Medio	Riesgo Alto
Peligro Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Bajo	Riesgo Medio	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta

Fuente: INDECI 2006

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

2.3 Definición de términos básicos

Peligro.- Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

Vulnerabilidad.- Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, cultural, económica, institucional y otros (INDECI 2006).

Riesgo.- Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad. (INDECI 2006).

Mitigación.- Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientadas a la protección de vidas humanas, de bienes materiales y de producción contra desastres de origen natural, biológicos y tecnológicos. (INDECI 2006)

Estratificación.- Para fines de Estimación del Riesgo, la vulnerabilidad puede estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, (INDECI 2006)

Sistema nacional de defensa civil.- Conjunto interrelacionado de organismos del sector público y no público, normas, recursos y doctrinas; orientados a la protección de la población en caso de desastres de cualquier índole u origen; mediante la prevención de daños, prestando ayuda adecuada hasta alcanzar las condiciones básicas de rehabilitación, que permitan el desarrollo continuo de las actividades de la zona. (INDECI 2006)

Emergencia.- Estado de daños sobre la vida, el patrimonio y el medio ambiente ocasionados por la ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico que altera el normal desenvolvimiento de las actividades de la zona afectada.

Prevención.- El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre.

Desastre.- Interrupción grave en el funcionamiento de una comunidad causando grandes pérdidas a nivel humano, material o ambiental, suficientes para que la comunidad afectada no pueda salir adelante por sus propios medios, necesitando apoyo externo. Los desastres se clasifican de acuerdo a su origen (natural o tecnológico).

Inundaciones pluviales.- Se producen por la acumulación de aguas de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundaciones se generan tras un régimen de lluvias intensas o persistentes, es decir por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio periodo de tiempo sobre un suelo poco permeable. (INDECI 2011)

CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

Esta investigación se desarrolló en el Asentamiento Humano San José del Huito que se ubica al Oeste de la ciudad de Jaén, salida al Distrito de las Pirias, a 10 minutos de la plaza de armas de la ciudad de Jaén con Coordenadas UTM: N: 9370244, E: 742343

Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Jaén
Distrito	:	Jaén
Sector	:	II – San José del Huito
Zona	:	Urbana

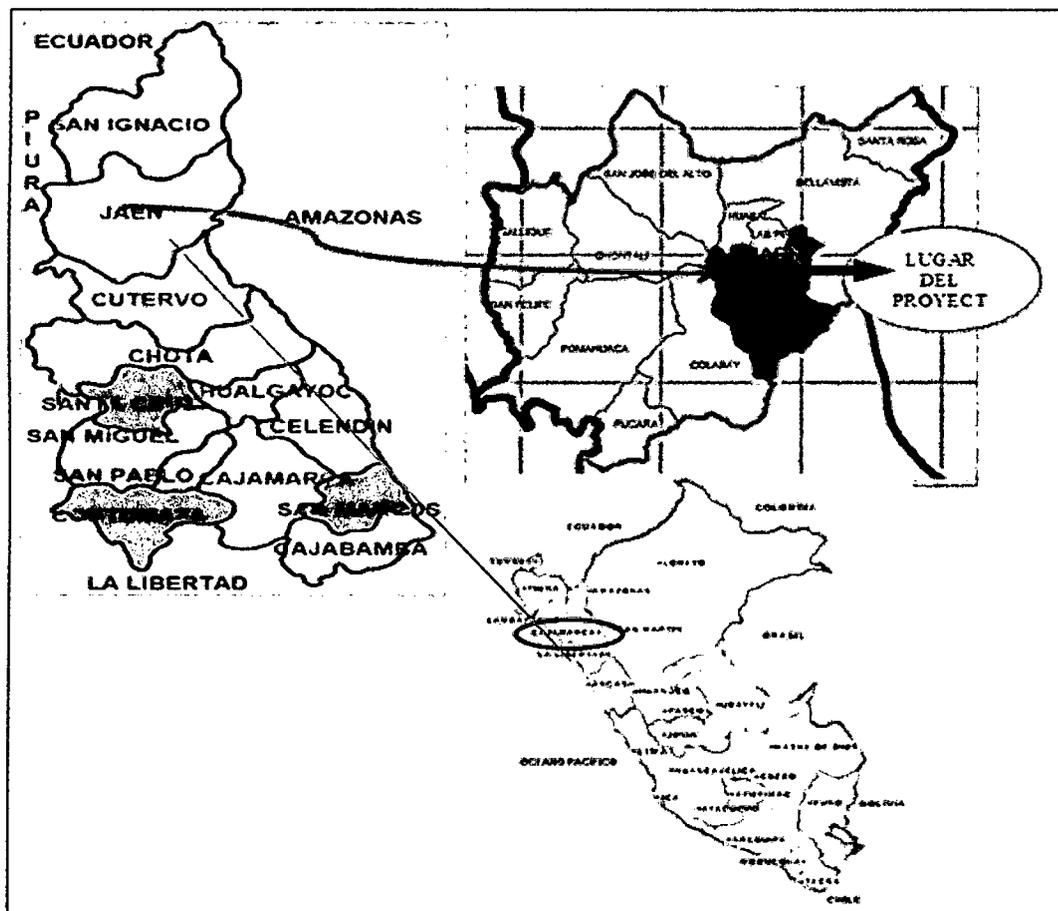


Figura 1. Localización Geográfica Departamento de Cajamarca, Provincia de Jaén, Distrito de Jaén.

En la Fig 2 se muestra una toma satelital de la zona de estudio

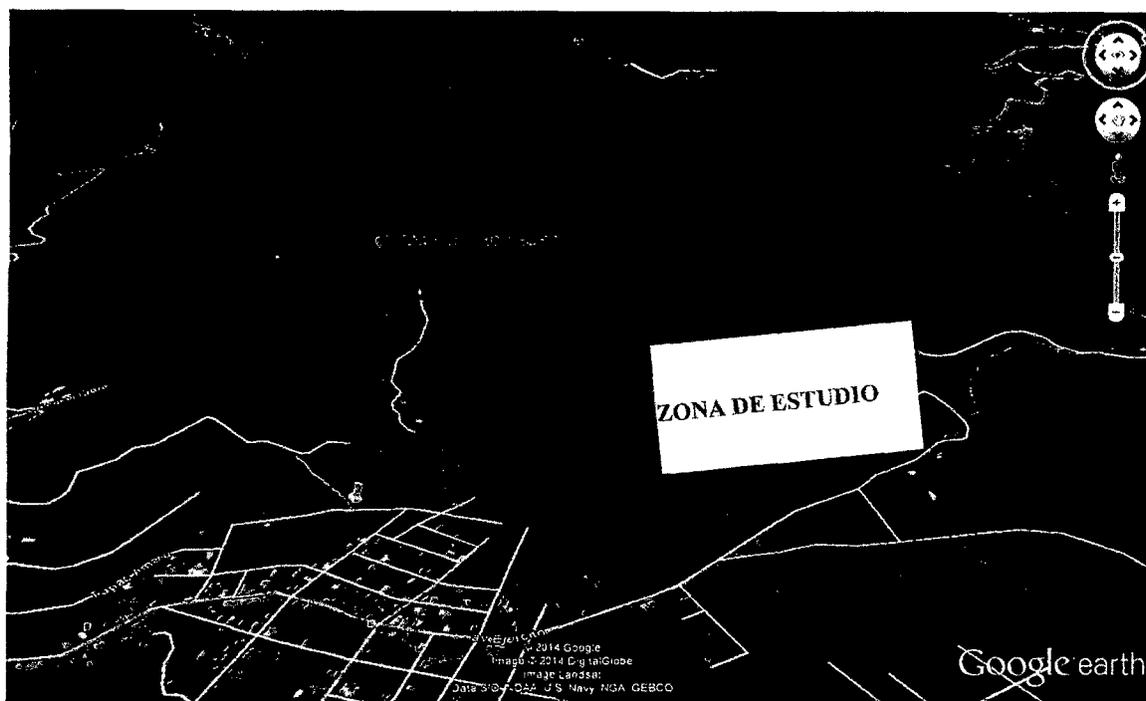


Figura 2. Toma satelital del área de estudio

Limites

- Norte : Sector los Portales y laderas del cerro
- Este : Sector los Sauces
- Oeste : Canal Progreso. y cuenca barro negro.
- Sur : Sector Miraflores

El estudio se realizó entre los meses de julio a octubre del 2014, en donde se evaluó el nivel de riesgos de desastres en el asentamiento humano san José del huito de la ciudad de Jaén – Cajamarca ante peligro de inundación.

Tipo, Nivel, Diseño de la investigación.

- Tipo : descriptivo
- Nivel : IV
- Diseño : No experimental
- Sección : Transversal, descriptivo

3.2 Procesamiento de datos

3.2.1 Metodología

Respecto al peligro en la zona de estudio se investigó, que los meses de ocurrencia se dan en tiempos de máxima avenida entre enero y abril, esta investigación se realizó entre los meses de Julio hasta noviembre del año 2014. Las causas de ocurrencia: es por ser una ciudad con alto índice de precipitaciones pluviales.

La metodología que se empleó para el análisis del peligro fueron herramientas tales como, datos hidrológicos, modelación hidrológica, fórmulas empíricas y científicas, En cuanto a la información pluviométrica, se obtuvo mediante una solicitud al Proyecto Espacial Jaén – San Ignacio – Bagua, esta entidad cuenta con datos brindados por el servicio nacional de meteorología e hidrología (SENAMHI), estos datos comprendieron precipitaciones máximas en 24 horas del año 1984 hasta el año 2013, los mismos que fueron procesados utilizando las distribuciones estadísticas como Log normal, Log normal 2 parámetros, Log normal 3 parámetros, y la distribución Gumbel, luego se realizó la prueba de bondad de ajuste, donde se determinó que la distribución que más se ajusta es la distribución Gumbel, a partir de estos datos procesados de la distribución ajustada, se pudo obtener la Intensidades para diferente tiempos de retorno . $Tr = 10$ años, $Tr = 50$ años, $Tr = 100$ años.

Para la modelación hidrológica se secciono el área del asentamiento humano más propensa a inundarse, que es una zona de depresión, el trabajo de campo se realizó con eclímetro y GPS. Se tomó secciones de cada 20 metros, a lo ancho de la zona a inundarse (80m a 100m), para el cálculo del caudal se utilizó el método racional, este método es aplicado para cuencas pequeñas con áreas menores a 2 km², y el coeficiente de escorrentía se determinó de acuerdo a las características hidrológicas y geomorfológicas de la cuenca.

Para el análisis de la vulnerabilidad, se promovió la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, a los efectos desfavorables a las inundaciones a través de encuestas, observación propia, estos datos fueron procesados en base a los tipos de vulnerabilidad, que se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a

100, vulnerabilidad baja VB(0-25)%, vulnerabilidad media VM(26-50)%, vulnerabilidad alta VA(51-75)% y vulnerabilidad muy alta VMA(76-100)%. (INDECI 2006)

Respecto al nivel de riesgo expuesto la zona de investigación se realizó por la matriz de doble entrada brindada por INDECI la cual teniendo nuestro nivel de peligro y nuestra respectiva vulnerabilidad se encontró el nivel de riesgo.

En cuanto al nivel de riesgo al que está expuesto la zona de investigación se usó la matriz de doble entrada brindada por INDECI, la cual teniendo el nivel de peligro y el nivel de la vulnerabilidad, se encontró el nivel de riesgo. Para la cuantificación del riesgo se tomó en cuenta las 45 viviendas del asentamiento humano san José del Huito.

3.3 Tratamiento y análisis de datos

Para la variable peligro de inundación. De los aspectos físicos de la zona, tales como: precipitaciones, características geológicas se procedió a un tratamiento de estudio hidrológico, esto se realizó con los datos pluviométricos obtenidos en la investigación, se analizaron teniendo como base la teoría desarrollada en el capítulo II y la presentación de resultados fue determinada en tablas en una forma descriptiva.

Para la variable vulnerabilidad. Los datos de cada encuesta, guía de observación fue contabilizada y procesada, basándose por cada tipo de vulnerabilidad descritas en el capítulo II, donde se determinó el porcentaje por cada vulnerabilidad estudiada (0-100) %, con esto estamos determinando el nivel de cada vulnerabilidad (VB, VM, VA, VMA), y la presentación de resultados para su mejor análisis y apreciación fue presentada en tablas. Una vez que se determinó el valor de cada tipo de vulnerabilidad se consolidó en la tabla 30., anotando el valor obtenido por cada tipo de vulnerabilidad; luego se obtuvo el nivel total de la vulnerabilidad haciendo uso de la ecuación 23. (Promedio de todas las vulnerabilidades) como se muestra en la tabla 30.

Para la variable nivel de riesgo. El análisis de riesgo de inundación se basa en determinar el nivel de peligro y el nivel de la vulnerabilidad, con la integración de ambos conocimientos resulto el cálculo del nivel de riesgo alto cuyo resultado se presenta en tablas, este valor está dado en forma porcentual, lo cual nos permitirá determinar un total aproximado de daños perdidas que pueda tener el área de estudio.

3.3.1. Determinación del caudal

Para calcular el caudal se basó en el análisis hidrológico que se muestra en el capítulo IV.

Datos de la cuenca cota máxima = 1270m, cota mínima = 815m, longitud del cauce = 1505,08m, área 0,939 km². Pendiente 30,2%, con estos datos utilizamos la ecuación 17 para encontrar el tiempo de concentración, esta ecuación es utilizada para cuencas pequeñas.

Tiempo de Concentración (min)
Bransby Williams
28,09

Con este tiempo hacemos uso de la Fig 13 curvas IDF. (Curvas Intensidad, Duración y Frecuencia para cada periodo de retorno) y encontramos las intensidades para cada tiempo de retorno.

Tabla 18. Intensidades máximas en (mm/h) para t = 28,09 min.

Duración (t) min	Período de Retorno (T) en años							
	2	3	5	10	20	50	100	200
28,09	23,26	25,15	27,76	31,74	36,29	43,32	49,53	56,63

Para encontrar el caudal utilizamos la ecuación 18, el coeficiente de escorrentía se tomó c = 0,5 de la tabla1, de acuerdo a su pendiente y cobertura vegetal (Pastos, vegetación ligera), de la cuenca estudiada.

Tabla 19. Caudal de diseño.

Tr en años	A (Km ²)	C	TC	Intensidad	Q=0.278*CIA
			min	I (mm/h)	m ³ /s
2	0,94	0,5	28,09	23,26	3,04
3	0,94	0,5	28,09	25,15	3,28
5	0,94	0,5	28,09	27,76	3,62
10	0,94	0,5	28,09	31,74	4,14
20	0,94	0,5	28,09	36,29	4,74
50	0,94	0,5	28,09	43,32	5,65
100	0,94	0,5	28,09	49,53	6,46

3.3.2 Determinación del peligro de inundación.

Para determinar el peligro de inundación se utilizó, Un software, Hec – Ras V.4.1., donde se realizó una modelación hidráulica para un caudal de 6,46 m³/s y un Tr = 100 años dando una altura de 0.10m que corresponde a la primera sección iniciando del punto 0. (Parte plana del asentamiento humano) Como se muestra en la Fig 18. Luego con esa altura entramos a la tabla 1., 2., de esta forma determinó el nivel de intensidad.

Tabla 20. Determinación del nivel de intensidad

Descripción del área de estudio	Rango	Rango Estimado	Nivel
profundidad de inundación	H < 0,25 m	0,10 m	Baja
Nivel de intensidad		0,10m < 0,25 m	Baja

Nivel de intensidad es bajo

para determinar la frecuencia de ocurrencia se basó en el análisis estadístico de los datos pluviométricos mostrados en el capítulo IV, en este análisis se obtuvo la distribución Gumbel que más se ajusta a los datos, (ver tabla 37) y tomando la máxima probabilidad de ocurrencia en función del periodo de retorno (Tr) de dicha distribución, que es Tr = 9,81 años con este valor entramos en la tabla 4 , 5 , para determinar la frecuencia de inundación el cual se muestra en la tabla 21., la frecuencia de ocurrencia describe el

tiempo en que se podría dar una inundación, lo cual está en función del periodo de retorno.

Tabla 21. Determinación de la frecuencia de ocurrencia.

Descripción del evento	Rango	Rango Estimado	Nivel
Tiempo de retorno	5 < T < 15 años	9,81 años	Alto
Frecuencia de ocurrencia		10 años	Alto

Nivel de frecuencia de ocurrencia es alto.

El nivel de peligro de inundación se determinó en función de su intensidad y su frecuencia, se aplicó los resultados obtenidos en la Tabla 20., 21., con estos niveles ingreso a la matriz de peligro de doble entrada, tabla 6, se determinó el nivel de peligro bajo, como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Determinación del peligro de inundación.

Descripción del evento	Rango	Rango Estimado	Nivel
Nivel de intensidad	0 – 0,25	0,25	bajo
Frecuencia de ocurrencia	0,50 -0,75	0,75	Alto
Nivel de peligro de inundación			Peligro bajo

Peligro bajo = 25%.

3.3.3 Determinación del nivel de vulnerabilidad.

Primero se determinó el valor por cada tipo de vulnerabilidad, el mismo que dependió del número de variables y sus respectivas características.

a) vulnerabilidad Física.

o Materiales de construcciones utilizadas en viviendas. Se observó que el 86,7% de la población son estructuras de adobe cañas y otros de menor resistencia y el 13,3% utilizan material de piedra o madera, de acuerdo a la tabla 9 se asignó un porcentaje de 85% que está dentro de la vulnerabilidad alta. Fig, 3

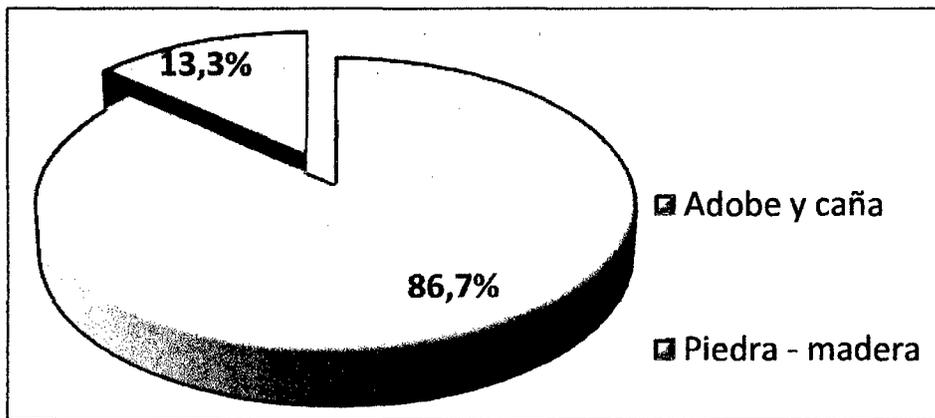


Figura 3. Tipo de materiales de construcción utilizados en las viviendas del asentamiento humano

o Localización de viviendas. Se observó que el 93,3% de las viviendas no están ubicadas en zonas adecuadas y el 6,7% de viviendas están ubicadas cercanas a zonas no adecuadas, de acuerdo a la tabla 9, se asignó un porcentaje 94%. Fig, 4

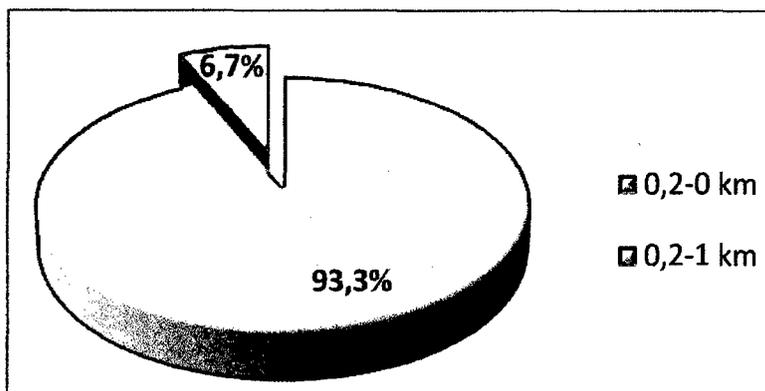


Figura 4. Localización de viviendas con respecto al peligro.

o Cumplimiento de la normativa técnica vigente de los procedimientos constructivos. Se observó que el 77,8% de las viviendas fueron construidas sin aplicar las normativas vigentes en su año, el 15,6% de las viviendas fueron construidas con normativa sin cumplimiento y el 7% de viviendas fueron construidas con normativas medianamente cumplidas, de acuerdo a la tabla 7 se asignó un porcentaje de 80%. Fig,5

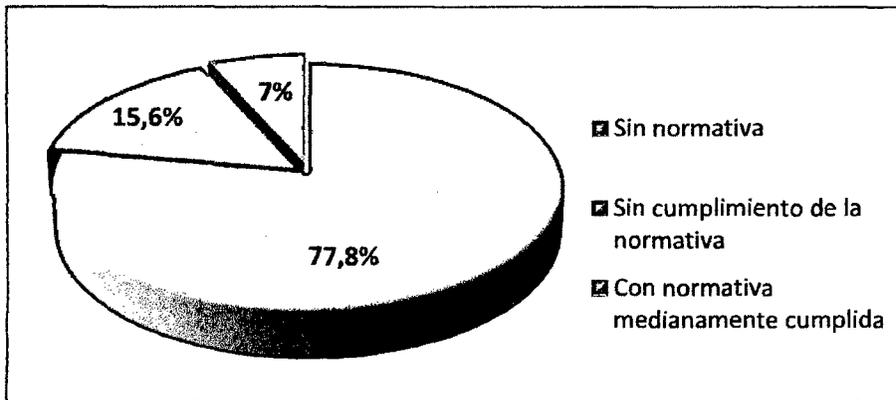


Figura 5. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad física que se muestra en la tabla 32, se tomó como base, la tabla 9, ecuación 19 y anexo B

Tabla 23. Determinación del nivel de vulnerabilidad física

Variable	Nivel De Vulnerabilidad (%)
Material de construcción utilizada en viviendas	85
Localización de viviendas	94
Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos.	80
Promedio	86,3

Nivel de vulnerabilidad física 86,3%

b) Vulnerabilidad Ambiental – Ecológica

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad ambiental – ecológica que se muestra en la tabla 24, se tomó como base, la tabla 10 y ecuación 20 y anexo B.

Tabla 24. Determinación del nivel de vulnerabilidad Ambiental – Ecológica.

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Descripción
Condiciones Atmosféricas	70	Presentó niveles de temperatura superiores al promedio normal
Composición y calidad del aire y el agua	75	Se observó Alto grado de contaminación
Promedio	72.5	

Nivel de vulnerabilidad ambiental - ecológica 72.5%

c) Vulnerabilidad Económica.

o actividad económica, se observó que el 89% de la población presentó un nivel escaso de actividad productiva y el 11% de la población sin producción, de acuerdo a la tabla 11 se asignó un porcentaje de 70%, que está dentro de la vulnerabilidad alta.

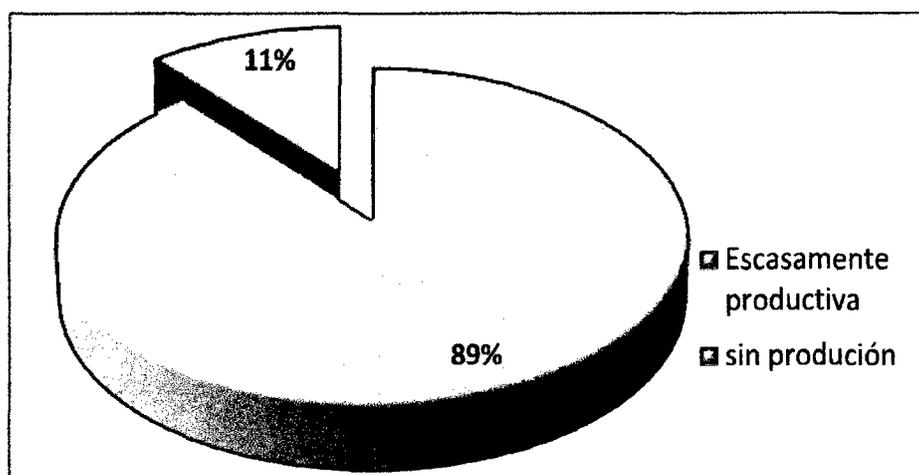


Figura 6. Productividad económica del asentamiento humano San José del Huito.

o Acceso al mercado laboral. se observó que el 100% de la población presentó que la oferta laboral es menor a la demanda, de acuerdo a la tabla 11 se asignó un porcentaje de 75% que está dentro de la vulnerabilidad es alta,

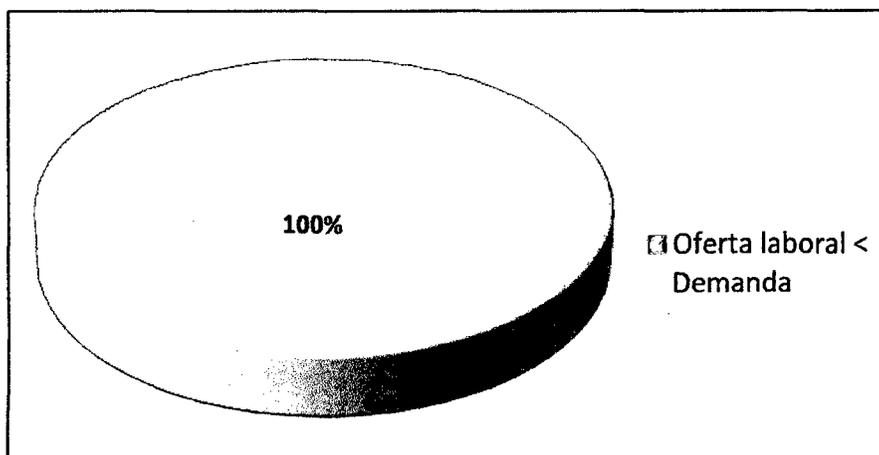


Figura 7. Acceso de la población al mercado laboral.

o Por otro lado se observó 91% de la población tuvo un nivel de ingresos inferiores para cubrir necesidades básicas y el 9% de la población cubre necesidades básicas, de acuerdo a la tabla 11 se asignó un porcentaje de 95% que es una vulnerabilidad muy alta, Fig. 8

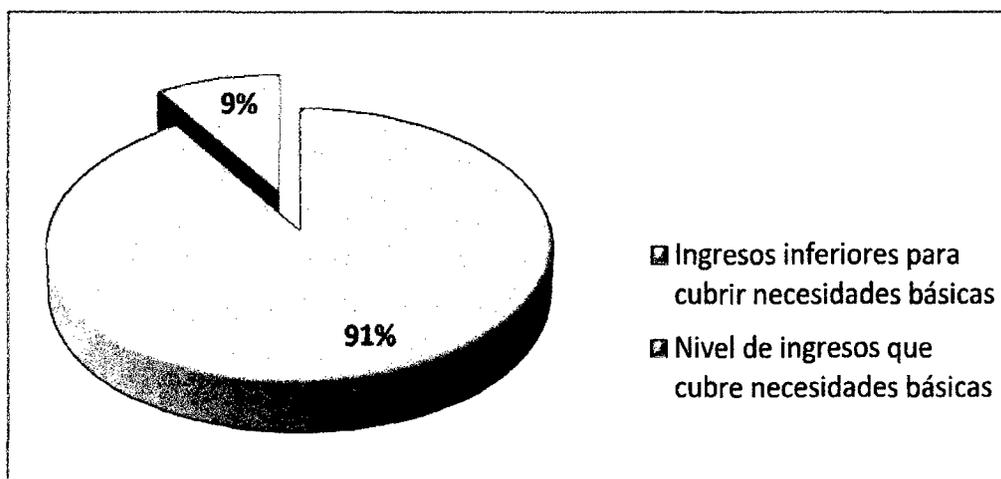


Figura 8. Nivel de ingresos que tiene la población para para cubrir sus necesidades.

o se observó que la situación de pobreza es total en la población de acuerdo a la tabla 11 la vulnerabilidad es muy alta, asignándose un porcentaje de 90%.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad económica que se muestra en la tabla 25, se tomó como base, la tabla 11 y ecuación 21 y anexo B.

Tabla 25. Determinación del nivel de vulnerabilidad Económica.

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)
Actividad Económica	70
Acceso al mercado laboral	75
Nivel de ingresos	95
Situación de pobreza	90
Promedio	82,5

Nivel de vulnerabilidad Económica 82,5%

d) Vulnerabilidad Social.

o Nivel de Organización. Se observó una población escasamente organizada, de acuerdo a la tabla 12 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 65%.

o Participación de la población en los trabajos comunales. Se observó mínima participación de la población, de acuerdo a la tabla 12 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 70%.

o Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales. El asentamiento humano presento débil relación con las instituciones locales, de acuerdo a la tabla 12 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 75%.

o Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales. Se observó baja integración en el asentamiento humano, de acuerdo a la tabla 12 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 70%.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad Social que se muestra en la tabla 26, se tomó como base, la tabla 12 y ecuación 22 y anexo B

Tabla 26. Determinación del nivel de vulnerabilidad Social

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Observaciones
Nivel de Organización	65	Población escasamente organizada
Participación de la población en los trabajos comunales	70	Mínima Participación
Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales.	75	Presentó débil relación
Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales.	70	La población presenta Baja integración
Promedio	70	

Nivel de vulnerabilidad Social 70%

e) Vulnerabilidad Cultural e Ideológica

o Se observó 84% de la población presenta un escaso conocimiento sobre la ocurrencia de desastres, el 11% de la población tuvo conocimiento y el 4% no tuvo conocimiento, de acuerdo a la tabla 13 se asignó un porcentaje de 70% que esta es vulnerabilidad alta, Fig. 9

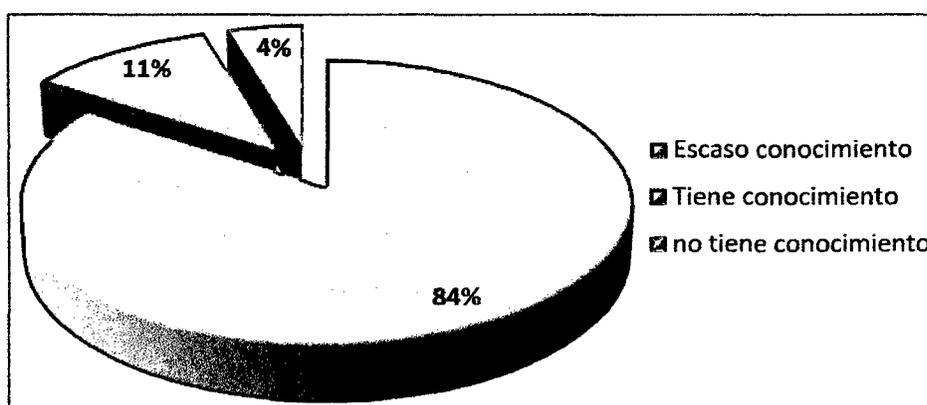


Figura 9. Conocimiento de la población sobre la ocurrencia de desastres.

o percepción de la población sobre los desastres. Se observó que el 96% tuvo una percepción realista y más mística y religiosa, y el 4% una percepción real, de acuerdo a la tabla 13 se asignó un porcentaje de 74% que esta es vulnerabilidad alta, Fig.10

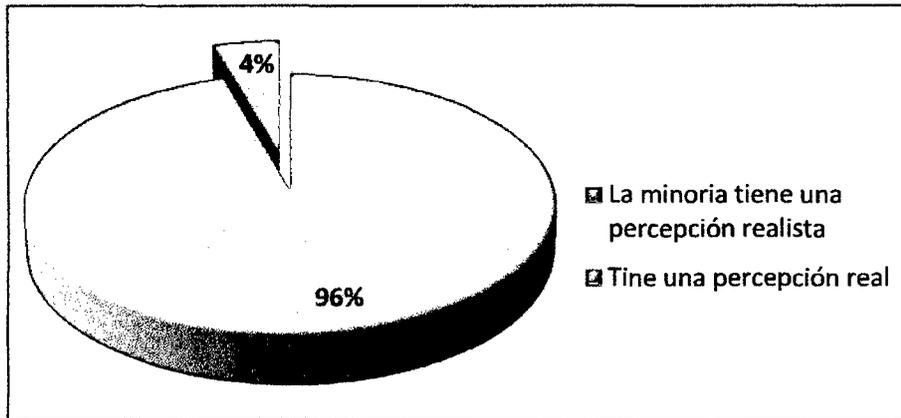


Figura 10. Percepción de la población sobre la ocurrencia de desastres.

o Actitud frente a la ocurrencia de desastres. la población presento el 100% con una actitud previsor, de acuerdo a la tabla 13 se asignó un porcentaje de 75% que esta es vulnerabilidad alta, Fig.11

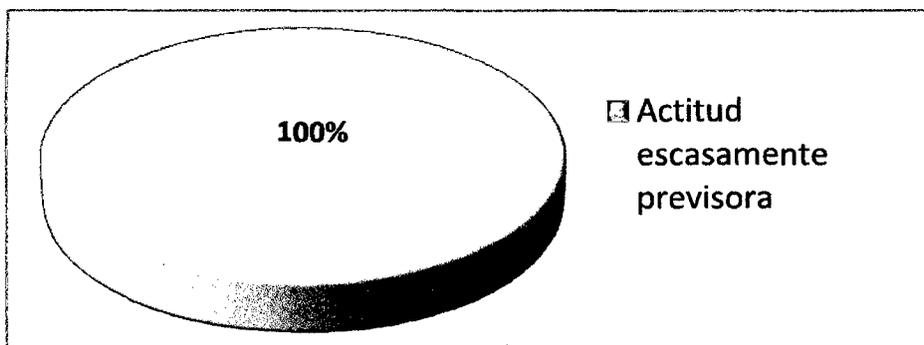


Figura 11. Actitud frente a la ocurrencia de desastres.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad Cultural – Ideológica que se muestra en la tabla 27, se tomó como base la tabla 13.y anexo B

Tabla 27. Determinación del nivel de vulnerabilidad Cultural e Ideológica

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)
Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres	70
Percepción de la población sobre los desastres	74
Actitud frente a la ocurrencia de desastres	75
Promedio	73

Nivel de vulnerabilidad Cultural e Ideológica 73%

f) Vulnerabilidad Política e Institucional.

o Autonomía local. La población presentó escasa autonomía, de acuerdo a la tabla 14 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 75%.

o Liderazgo político. Se observó aceptación y respaldo minoritario, de acuerdo a la tabla 14 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 70%.

o Participación ciudadana. Se observó participación minoritaria de la población, de acuerdo a la tabla 14 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 65%.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad Política e Institucional que se muestra en la tabla 28, se tomó como base la tabla 14 y anexo B

Tabla 28. Determinación del nivel de vulnerabilidad Política e Institucional

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Descripción
Autonomía local	75	Escasa autonomía
Liderazgo político	70	Aceptación y respaldo Minoritario
Participación ciudadana	65	Participación minoritaria
Promedio	70	

Nivel de vulnerabilidad Política e Institucional 70%

g) Vulnerabilidad Científica y Tecnológica.

o Existencia de trabajos de investigación sobre Desastres naturales en la localidad. Se observó que no existen estudios de ningún tipo de peligros en el asentamiento humano, de acuerdo a la tabla 15 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 95%.

o Existencia de Instrumentos para medición. Se observó una población sin instrumentos, de acuerdo a la tabla 15 la vulnerabilidad es alta, asignándose un porcentaje de 90%.

Para encontrar el nivel de vulnerabilidad Científica y Tecnológica que se muestra en la tabla 29, se tomó como base las fichas evaluativas y la tabla 15

Tabla 29. Determinación del nivel de vulnerabilidad Científica y Tecnológica.

Variable	Nivel de vulnerabilidad (%)	Descripción
Existencia de trabajos de investigación sobre Desastres naturales en la localidad	95	No existen estudios de ningún tipo de los peligros.
Existencia de Instrumentos para medición.	90	Población sin instrumentos
Promedio	92,5	

Nivel de vulnerabilidad Científica y Tecnológica 92,5%

h) Vulnerabilidad Total.

Una vez que se determinó el valor de cada tipo de vulnerabilidad se anotó el valor obtenido por cada tipo de vulnerabilidad; luego se obtuvo el valor total, el mismo que se dividió entre el número de vulnerabilidades estudiadas, con la finalidad de determinar el promedio de todas las vulnerabilidades. Para ello nos ayudamos de la ecuación 23.

Tabla 30. Determinación del nivel de vulnerabilidad total

TIPO	NIVEL DE VULNERABILIDAD				TOTAL (%)
	VB	VM	VA	VMA	
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %	
FISICA					86,30
AMBIENTAL Y ECOLOGICA					72,50
ECONOMICA					82,50
SOCIAL					70,00
CULTURAL E IDEOLOGICA					73,00
POLITICA - INSTITUCIONAL					70,00
CIENTIFICA Y TECNOLÓGICA					92,50
Promedio					78,11

Nivel de vulnerabilidad total 78,11%

El nivel de la vulnerabilidad en que se encuentra la población ante el peligro de inundación es muy alta, y es representada por el promedio de los diferentes tipos de vulnerabilidades estudiadas.

3.3.4 Determinación del nivel de riesgo.

Para determinar el nivel de riesgo se utilizó el método descriptivo, se basa en el uso de una matriz de doble entrada: "Matriz de Peligro y Vulnerabilidad" Para tal efecto, se ha determinado los niveles de probabilidad (porcentaje) de ocurrencia del peligro de inundación (peligro bajo = 25%), y del análisis de vulnerabilidad, (vulnerabilidad muy alta = 78,11%). Con ambos porcentajes, hacemos uso de la Tabla 16., luego en la intersección de ambos valores se podrá estimar el nivel de riesgo esperado, tal como se muestra en la tabla 31.

Tabla 31. Determinación del nivel de vulnerabilidad total

Peligro Bajo (25%)	Riesgo Alto
	Vulnerabilidad Muy Alta (78,11%)

El nivel de riesgo: riesgo alto, asignándose el máximo porcentaje 75%

Luego de haber terminado con nuestra investigación afirmamos que nuestra hipótesis planteada es correcta por lo que el asentamiento humano san José del Huito de la ciudad de Jaén, presentó un riesgo alto ante la ocurrencia de desastres por el peligro de inundación. Debido a que presentó un nivel de vulnerabilidad muy alta.

3.3.5 Cuantificación del riesgo.

Para cuantificar el riesgo se tomó valores por metro cuadrado de área techada, luego costo por cada vivienda, y con el porcentaje de peligro se calculó que se afectaría a 34 viviendas como se muestra. En las tablas 23, 33, 34.

Tabla 32. Valores unitarios por partida por metro cuadrado de área techada

Tipología	Estructurales			Acabados			Instalaciones	Costo por m ²
	Muros y columnas	Techos	Pisos	Puertas y ventanas	Revestimiento	Baños	Eléctricas y sanitarias	En soles
Adobe	104,83	10,26	16,51	19,68	42,07	8,37	12,3	214,02
	128,54	18,13	20,07	29,91	42,68	10,35	14,95	264,63

Fuente: CENEPRED 2012 – R.M.N°278-2014-VIVIENDA

Tabla 33. Costo unitario por vivienda promedio.

Área promedio de viviendas (m ²)	Costo unitario	Sub total S/.
96	264,63	25 404,48

Tabla 34. Estimación de costos

Descripción	calculo del riesgo	cantidad total	estimación de daños e impactos	Costo unitario	Costo total
Viviendas	75%	45	34	25 404,48	S/. 863 752,32
Total					S/. 863 752,32

El asentamiento humano tiene una población de 185 habitantes y de acuerdo al riesgo calculado de 75% nos da una cantidad de 139 personas afectadas ante la presencia del peligro de inundación.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

4.1.1 Análisis de datos hidrológicos.

En la tabla 35 se muestra las máximas precipitaciones en 24 horas de la estación Jaén.

Tabla 35. Precipitación máxima en 24 horas

AÑO	P(mm)
1984	20,40
1985	30,10
1986	53,20
1987	25,60
1988	25,40
1989	45,20
1990	48,20
1991	48,21
1992	53,50
1993	72,94
1994	58,46
1995	56,98
1996	38,00
1997	33,94
1998	76,25
1999	73,60
2000	75,14
2001	77,94
2002	38,37
2003	54,34
2004	38,10
2005	78,50
2006	38,70
2007	45,90
2008	77,48
2009	59,48
2010	41,50
2011	70,60
2012	32,60
2013	56,90

De los datos de la tabla 35., se realiza un análisis estadístico, como se muestra en la tabla 36.

Tabla 36. Análisis estadístico.

Media	51,52mm
Mediana	50,71mm
Desviación estándar	17,72
Mínimo	20,40mm
Máximo	78,50mm
Suma	1545,53mm
Nº de datos	30,0

El gráfico muestra las máximas precipitaciones en 24 horas, en cada año, estos datos serán evaluados con cada una de las distribuciones estadísticas.

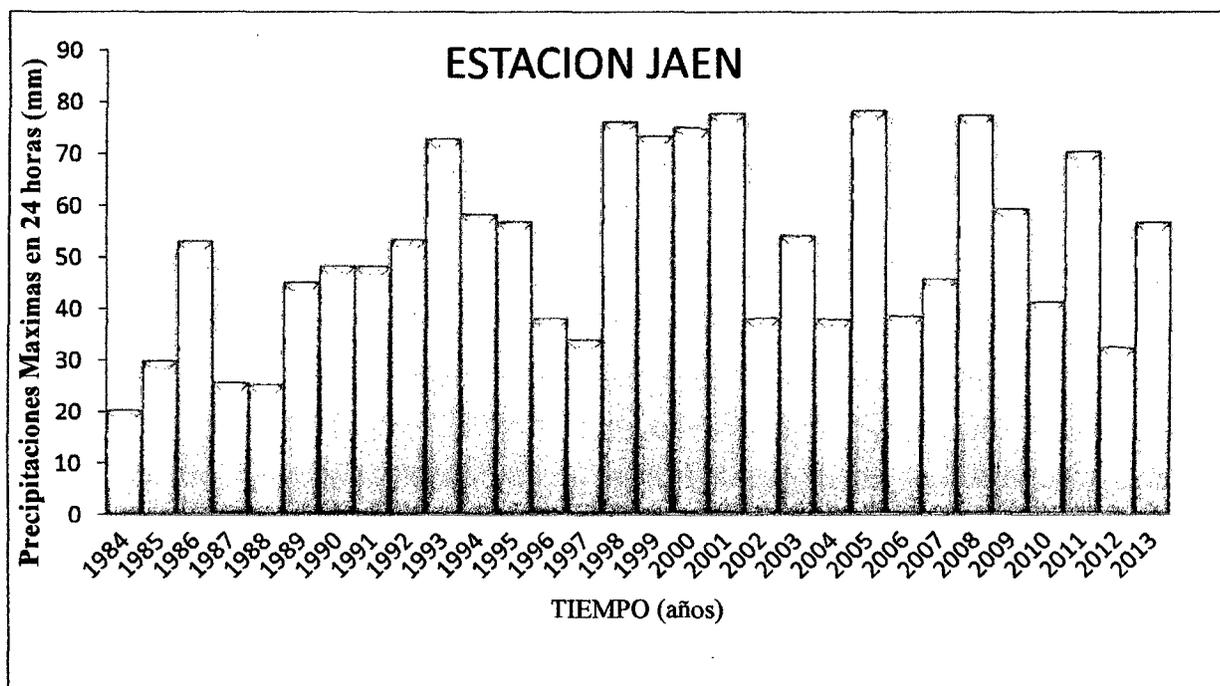


Figura 12. Distribución de las precipitaciones máximas diarias Estación Jaén.

La evaluación de los datos hidrológicos se realizaron para los períodos de retorno de, 100, 50, y 10 años, el análisis de resultados se basó en el caudal más crítico, el cual corresponde a un $Tr = 100$ años, dicho caudal de diseño ha sido determinado por el método racional.

Tabla 37. Distribución estadística que más se ajusta a la serie de datos.

Análisis de datos con distribución Log -Gumbel.				
Var. Reducida				
AÑO	Preci(mm)	Preci. Orden(mm)	$y = (x - u)/a$	Tr (años)
1	20,4	78,500	2,23	9,81
2	30,10	77,940	2,19	9,49
3	53,20	77,480	2,17	9,23
4	25,60	76,250	2,09	8,58
5	25,40	75,140	2,02	8,04
6	45,20	73,600	1,92	7,35
7	48,20	72,940	1,88	7,07
8	48,21	70,600	1,73	6,18
9	53,50	59,480	1,04	3,35
10	72,94	58,460	0,97	3,17
11	58,46	56,980	0,88	2,94
12	56,98	56,900	0,87	2,93
13	38,00	54,340	0,71	2,58
14	33,94	53,500	0,66	2,48
15	76,25	53,200	0,64	2,44
16	73,60	48,210	0,33	1,95
17	75,14	48,200	0,33	1,95
18	77,94	45,900	0,18	1,77
19	38,37	45,200	0,14	1,72
20	54,34	41,500	-0,09	1,50
21	38,10	38,700	-0,27	1,37
22	78,50	38,370	-0,29	1,36
23	38,70	38,100	-0,31	1,35
24	45,90	38,000	-0,31	1,34
25	77,48	33,940	-0,57	1,21
26	59,48	32,600	-0,65	1,17
27	41,50	30,100	-0,81	1,12
28	70,60	25,600	-1,09	1,05
29	32,60	25,400	-1,10	1,05
30	56,90	20,400	-1,42	1,02

x medio = 51,518mm

Números de elementos = 30

desv. Est x (S_x) = 17,721

$Y_n = 0,536$, $S_n = 1,112$

$a = S_x/S_n = 15,931$

$u = x - y_n * a = 42,976$

Los valores de Y_n , S_n son obtenidos de la tabla 48. Parámetros Gumbel, mostrada en anexo C, el valor de a , u se obtuvieron aplicando la ecuación 8. En la tabla 38 se muestra la bondad de ajuste, donde fue aceptada la distribución Gumbel

Tabla 38. Bondad de ajuste de las precipitaciones.

DATOS	Probabilidad de excedencia F(x)					Diferencia Delta D			
	Empírica	Normal	LN2	LN3	Gumbel	Normal	LN2	LN3	Gumbel
1	0,032	0,06393	0,09761	0,08353	0,102	0,032	0,065	0,051	0,0697
2	0,065	0,06798	0,10095	0,08711	0,105	0,003	0,036	0,023	0,041
3	0,097	0,07145	0,10378	0,09014	0,108	0,025	0,007	0,007	0,012
4	0,129	0,08141	0,11170	0,09872	0,116	0,048	0,017	0,030	0,013
5	0,161	0,09127	0,11933	0,10705	0,124	0,070	0,042	0,054	0,037
6	0,194	0,10636	0,13072	0,11961	0,136	0,087	0,063	0,074	0,057
7	0,226	0,11336	0,13590	0,12536	0,141	0,112	0,090	0,100	0,084
8	0,258	0,14078	0,15583	0,14764	0,162	0,117	0,102	0,110	0,096
9	0,290	0,32660	0,28992	0,29950	0,299	0,036	0,000	0,009	0,008
10	0,323	0,34762	0,30595	0,31749	0,315	0,025	0,017	0,005	0,008
11	0,355	0,37895	0,33039	0,34475	0,340	0,024	0,024	0,010	0,015
12	0,387	0,38067	0,33176	0,34627	0,341	0,006	0,055	0,041	0,046
13	0,419	0,43673	0,37752	0,39666	0,387	0,017	0,042	0,023	0,032
14	0,452	0,45547	0,39344	0,41399	0,403	0,004	0,058	0,038	0,048
15	0,484	0,46218	0,39923	0,42026	0,409	0,022	0,085	0,064	0,075
16	0,516	0,57403	0,50317	0,53005	0,13	0,058	0,013	0,014	0,003
17	0,548	0,57425	0,50339	0,53028	0,513	0,026	0,045	0,018	0,035
18	0,581	0,62438	0,55535	0,58306	0,565	0,044	0,025	0,002	0,016
19	0,613	0,63927	0,57153	0,59920	0,581	0,026	0,041	0,014	0,032
20	0,645	0,71406	0,65857	0,68361	0,666	0,069	0,013	0,038	0,021
21	0,677	0,76525	0,72418	0,74459	0,730	0,088	0,047	0,067	0,052
22	0,710	0,77093	0,73177	0,75151	0,737	0,061	0,022	0,042	0,027
23	0,742	0,77552	0,73796	0,75712	0,743	0,034	0,004	0,015	0,001
24	0,774	0,77721	0,74024	0,75919	0,745	0,003	0,034	0,015	0,029
25	0,806	0,83938	0,82796	0,83683	0,829	0,033	0,022	0,030	0,022
26	0,839	0,85713	0,85401	0,85932	0,853	0,018	0,015	0,021	0,014
27	0,871	0,88659	0,89744	0,89650	0,894	0,016	0,026	0,026	0,023
28	0,903	0,92820	0,95543	0,94690	0,949	0,025	0,052	0,044	0,046
29	0,935	0,92973	0,95737	0,94865	0,951	0,006	0,022	0,013	0,015
30	0,968	0,96045	0,98947	0,98049	0,984	0,007	0,022	0,013	0,016
Valores máximo						0,11728	0,10224	0,11043	0,09621
Aceptación						Aceptada	Aceptada	Aceptada	Aceptada
Prueba de ajuste									0,2483

Tabla 39. Precipitaciones máximas en 24 horas para cada tiempo de retorno.

TIEMPO DE RETORNO	Var. Reducida	
	$Y=-LN(-LN(1/TR))$	$X=u+Y*a$ (mm)
2	0,367	48,81
3	0,903	57,36
5	1,500	66,87
10	2,250	78,83
25	3,199	93,93
50	3,902	105,14
100	4,600	116,26
200	5,296	127,34

x medio = 51,518mm

Números de elementos = 30

desv. Est x (S_x) = 17,721

$Y_n=0.536$, $S_n = 1,112$

$a=S_x/S_n = 15,931$

$u = x-y_n*a = 42,976$

La tabla 39. Se determinó en relación con la distribución Gumbel, aplicando la ecuación 9 el valor X con la ecuación 8. Estos valores son representados como precipitaciones máximas en 24 horas para cada periodo de retorno (Tr).

Tabla 40. Lluvias máximas, para 60 minutos.

T años	P. Max 24 horas	Cuadro : Lluvias máximas (mm)					
		Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
200	127,34	10,6	15,9	19,4	22,1	26,3	34,6
100	116,26	9,7	14,4	17,7	20,1	24,0	31,5
50	105,14	8,7	13,0	15,9	18,2	21,6	28,4
25	93,93	7,8	11,6	14,2	16,2	19,3	25,3
10	78,83	6,5	9,7	11,9	13,6	16,2	21,1
5	66,87	5,6	8,3	10,2	11,6	13,8	18,2
3	57,36	4,9	7,3	8,9	10,2	12,1	15,9
2	48,81	4,3	6,5	7,9	9,0	10,7	14,1

Las precipitaciones máximas en 24 horas. Para cada tiempo de retorno (Tr). Fueron analizadas usando la lluvia de 60 minutos de duración y 10 años de periodo de retorno usando la ecuación 12 y usando como factor P_{60}^{10} igual a 21,10

Tabla 41. Intensidades máximas en (mm/h), para tiempo de retorno

T años	P.Max 24 horas	Intensidades máximas (mm/hora)					
		Duración en minutos					
		5	10	15	20	30	60
200	127,3	127,2	95,2	77,6	66,4	52,6	34,6
100	116,3	115,8	86,7	70,6	60,4	47,9	31,5
50	105,1	104,5	78,2	63,7	54,5	43,3	28,4
25	93,9	93,1	69,7	56,8	48,6	38,6	25,3
10	78,8	78,2	58,5	47,7	40,8	32,4	21,1
5	66,9	66,8	50	40,8	34,9	27,7	18,2
3	57,4	58,5	43,8	35,7	30,5	24,2	15,9
2	48,8	51,8	38,8	31,6	27,1	21,5	14,1

Los valores de la tabla 24 son intensidades máximas medidas en mm/h.

Usando la ecuación 13 y la tabla 40, permite calcular las intensidades en una duración de 60 minutos, valores que serán tomados para obtener los factores de k, m, n que permiten obtener las curvas IDF.

Tabla 42. Resultado del análisis de regresión.

Constante	2,0715592	Log K= 2,0716	K= 117,91
Err. estándar de est. Y	0,0224434		m= 0,193
R cuadrada	0,9902443		n= 0,527
Núm. de observaciones	48		I= $117,91T^{0,193}$
Grado de libertad	45		Dónde: $t^{0,527}$
Coefficiente(s) X	0,1932518 -0,526849	T= años	
Error estándar de coef.	0,0047298 0,0094575	t= minutos	

Usando la ecuación 14. Tomando las variables para obtener la regresión múltiple, donde los valores de "Y" como las intensidades de la tabla 24 para todos los tiempos de retorno durante 60 minutos, el valor de "X₁" fueron tomados los periodo de retorno, y el valor de "X₂" los valores de los tiempos de lluvia en minutos. con estos valores se calculó los factores de K, m, n, los cuales usando la ecuación 13 se determinó las intensidades para 120 minutos y para los diferentes tiempo de retorno como se muestra en la tabla 43

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Dónde:

$$K= 117,91$$

$$m= 0,193$$

$$n= 0,527$$

Tabla 43. Intensidades máximas en (mm/h)

Duración (t) min	Período de Retorno (T) en años							
	2	3	5	10	20	50	100	200
5	57,74	62,45	68,92	78,80	90,10	107,55	122,97	140,60
10	40,08	43,34	47,84	54,70	62,54	74,65	85,35	97,58
20	27,81	30,08	33,20	37,96	43,40	51,81	59,24	67,73
30	22,46	24,30	26,82	30,66	35,06	41,85	47,84	54,70
40	19,31	20,88	23,05	26,35	30,13	35,96	41,12	47,01
50	17,16	18,56	20,49	23,43	26,78	31,97	36,56	41,80
60	15,59	16,86	18,61	21,28	24,33	29,04	33,21	37,97
70	14,38	15,55	17,16	19,62	22,43	26,78	30,62	35,01
80	13,40	14,49	16,00	18,29	20,91	24,96	28,54	32,63
90	12,59	13,62	15,03	17,19	19,65	23,46	26,82	30,66
100	11,91	12,88	14,22	16,26	18,59	22,19	25,37	29,01
110	11,33	12,25	13,52	15,46	17,68	21,10	24,13	27,59
120	10,82	11,70	12,92	14,77	16,89	20,16	23,05	26,35

Los valores de la tabla representan las intensidades de diseño, las cuales se utilizan para determinar las curvas IDF.

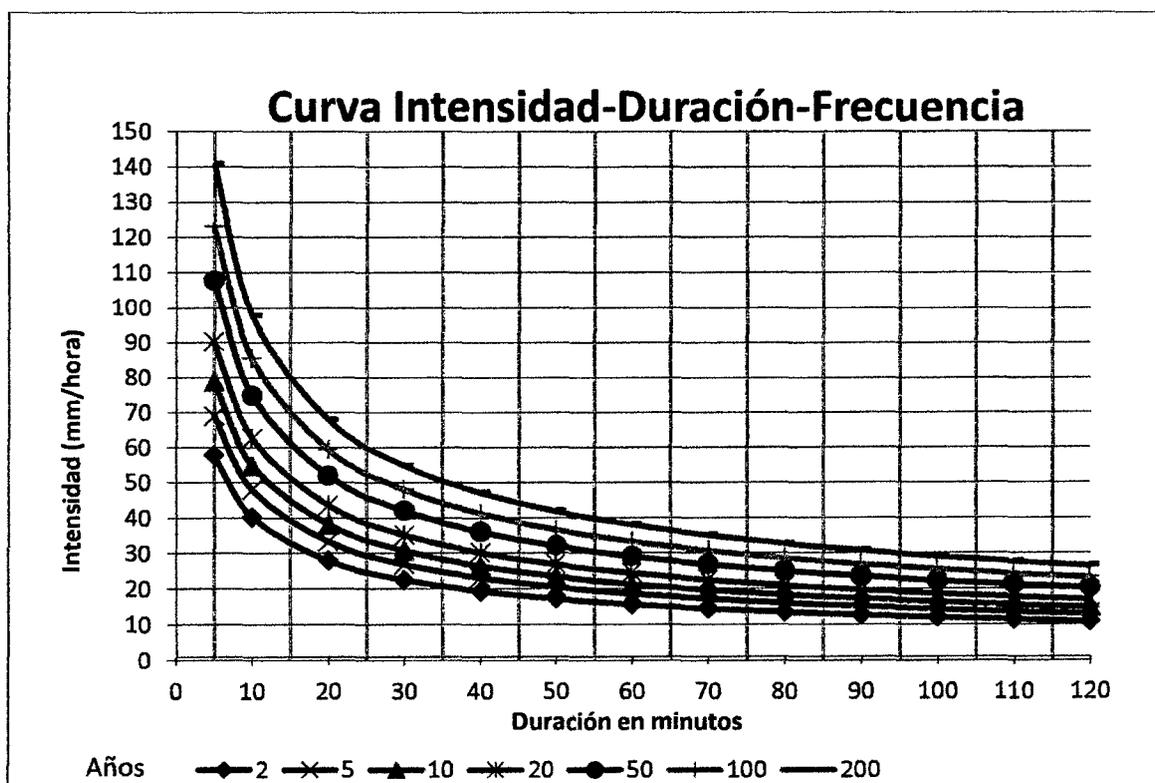


Figura 13. Curvas Intensidad, Duración y Frecuencia para cada periodo de retorno.

4.2 Discusión de resultados

✓ Variable riesgo.

Los resultados obtenidos muestran que el nivel de riesgo del asentamiento humano San José del Huito, ante la ocurrencia del peligro de inundación, da un nivel de riesgo alto, la cual resultó de los niveles tanto del peligro (25%) como del nivel de la vulnerabilidad (78,11%) con estos porcentajes estimados se utilizó la matriz de doble entrada, de peligro y de la vulnerabilidad, estimándose el nivel de riesgo alto igual 75%, de acuerdo a la tabla 7 se encontró en un rango de porcentaje de 51% - 75%.

✓ Variable peligro

De los resultados obtenidos, el nivel de peligro de inundación en el asentamiento humano San José del Huito es bajo asignándose el máximo porcentaje 25%, de acuerdo a la tabla 7 se encontró en un rango de porcentaje de 0% - 25%.

✓ Variable vulnerabilidad.

Mondragón, 2013 concluye que el nivel de vulnerabilidad es alto, comparado con nuestra evaluación el nivel de vulnerabilidad resultó muy alto, estos resultados son divergentes debido a que Mondragón evaluó solo cinco tipos de vulnerabilidades como es la vulnerabilidad física, ambiental y ecológica, social, económica y la vulnerabilidad cultural e ideológica, y en nuestra investigación se evaluó siete tipos de vulnerabilidades.

En el estudio de evaluación de MVCS, (2012), afirma que el riesgo es muy alto debido a que el nivel de vulnerabilidad física es muy alta, el cual los resultados en nuestro estudio en cuanto a la vulnerabilidad física son convergentes.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El nivel de riesgo del asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén, ante el peligro de inundación es alto, debido a que presenta un nivel vulnerabilidad muy alta.

El nivel de peligro de inundación del asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén es bajo, porque presenta un nivel de intensidad bajo y una frecuencia de ocurrencia alto, encontrándose en un rango de porcentaje de 0% a 25%

En el asentamiento humano san José del Huito de la ciudad de Jaén, el nivel de vulnerabilidad es muy alto, debido a que la vulnerabilidad física, económica y científica y tecnológica, se encontraron en un rango de 76% a 100%.

El costo estimado en daños en materiales ante la ocurrencia del peligro de inundación es de S/.863 752,32, nuevos soles, afectando un total de 34 viviendas y una cantidad de 139 personas

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a la universidad nacional de Cajamarca, a través de la oficina general de investigación realizar estudios de peligros naturales y antrópicos asociados a las inundaciones pluviales a la cual está expuesto el asentamiento humano San José del Huito de la ciudad de Jaén.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chereque, W. 1991. Hidrología para estudiantes de ingeniería civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. CONCYTEC. Lima, Perú. 225 p.

ICG (Instituto de la Construcción y Gerencia). (2011). Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje para Obras Viales. 1 ed. Lima Perú. Editorial ICG. 150 p.

INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil). (2005). Programa de Prevención y Medidas de Mitigación ante Desastres de la ciudad de Jaén, INDECI – PNUD PER/02/051. 190 p.

————— ; (2006). Manual Básico para la estimación de riesgo. (En línea). 1 ed. Perú: consultado el 26 de jul.2014. Disponible en http://www.indeci.gob.pe/prev_desat/pdfs/man_bas_est_riesgo.pdf.

————— ; (2011). Manual de estimación de riesgos ante inundaciones fluviales. Editorial litigraf E.I.R.L. Lima, Perú. 81 p.

Moelli, C. 2006. Gestión de Inundaciones Urbanas. Editorial de la secretaria. Porto Alegre, Brasil.

Mondragón A. 2013. Evaluación del nivel de riesgo de inundación por el río Amojú en la parte baja de la ciudad de Jaén. Tesis (Grado Académico de Ingeniero Civil). Jaén, Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca. 81 p.

MVCS (Ministerio de Vivienda construcción y saneamiento). (2012). Plan de incentivos a la mejora de la gestión y modernización municipal. Perú. 26 p.

PCAD (Protección Civil y Administración de Desastres); CRV (Cruz Roja de Venezuela); UE (Unión Europea); Caritas de Venezuela. (2007). Documento país Venezuela 2008, Reducción de Riesgo de Desastres a Nivel Nacional,

ANEXOS

Anexo A. Fotografías de recorrido y observación en el área de estudio



Figura 14. Recolección de datos de pobladores más antiguos



Figura 15. Observación del material de viviendas



Figura 16. Medición de las viviendas respecto al peligro de inundación con cinta métrica.



Figura 17. Recorrido de la zona con Gps

Anexo B Recolección de datos y modelo de fichas evaluativas

FICHA EVALUATIVA - PARA LA VULNERABILIDAD Y PELIGRO

✓ VULNERABILIDAD

FICHA EVALUATIVA		
Universidad Nacional de Cajamarca	Facultad de Ingeniería Civil - EAPIC sede Jaén	
"EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN JOSE DEL HUITO DE LA CIUDAD DE JAEN – CAJAMARCA ANTE PELIGRO DE INUNDACION"		
Asentamiento humano: "San José del Huito"	Evaluador: Bach. José Gusmán Carranza Meléndrez	Jaén, septiembre del 2014
	Asesor: Ing. Wilder Narro Martos	
GUIA DE OBSERVACION , VULNERABILIDAD FISICA		
1.1. Localización de viviendas (*)		OBSERVACION
Muy alejada > 5km		
Mediana 1 - 5km		
Cercana 0,2 - 1km	3	
muy cercana 0,2 - 0km	42	
(*) Que distancia se encuentra la población frente al peligro		
1.2. Material de construcción utilizada en viviendas		
Estructuras sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero)		
Estructura de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.		
Estructura de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	6	
Estructura de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.	39	
1.4. Cumplimiento de la normativa técnica vigente en los procedimientos constructivos		
Con normativa vigente estrictamente cumplidas		
Con normativa vigente medianamente cumplidas	3	
Con normativa vigente sin cumplimiento	7	
Desconocimiento e incumplimiento con normativa vigente	35	

FICHA EVALUATIVA		
Universidad Nacional de Cajamarca	Facultad de Ingeniería Civil - EAPIC sede Jaén	
"EVALUACIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SAN JOSE DEL HUITO DE LA CIUDAD DE JAEN – CAJAMARCA ANTE PELIGRO DE INUNDACION"		
Asentamiento humano: "San Jose del Huito"	Evaluador: Bach. José Guzmán Carranza Meléndre	Jaén, septiembre del 2014
	Asesor: Ing. Wilder Narro Martos	

Vulnerabilidad Ambiental y Ecológica.

1. Condiciones Atmosféricas
 - a) Niveles de temperatura al promedio normales ()
 - b) Niveles de temperatura ligeramente superior al promedio normal ()
 - c) Niveles de temperaturas superiores al promedio normal (x)
 - d) Niveles de temperatura superiores estables al promedio normal ()

2. Composición y calidad del aire y el agua
 - a) Sin ningún grado de contaminación ()
 - b) Con un nivel moderado de contaminación ()
 - c) Alto grado de contaminación (x)
 - d) Nivel de contaminación no apto ()

Vulnerabilidad Económica

3. Nivel de producción que tienen los pobladores
 - a) Altamente productiva ()
 - b) Mediamente productiva ()
 - c) Escasamente productiva (40)
 - d) Sin producción (5)

4. Cantidad de ofertas laborales que presenta la población
 - a) Con oferta laboras > demanda ()
 - b) Oferta laboral =demanda ()
 - c) Oferta laboral <demanda (45)
 - d) Sin oferta laboral ()

5. Cantidad de ingreso mensual
 - a) Alto nivel de ingresos ()
 - b) Suficiente nivel de ingreso ()

- c) Ingreso que cubre las necesidades básicas (4)
- d) Ingresos menores que el salario básico (41)

Vulnerabilidad Social

- 6. nivel de organización de los pobladores
 - a) Población totalmente organizada. ()
 - b) Población organizada ()
 - c) Población escasamente organizada (x)
 - d) Población no organizada. ()

- 7. Participación de la población en los trabajos comunales
 - a) Participación total ()
 - b) Participación de la mayoría ()
 - c) Mínima participación (x)
 - d) sin participación ()

- 8. Grado de relación entre las instituciones y organizaciones locales.
 - a) Fuerte relación ()
 - b) Medianamente relacionados ()
 - c) Débil relación (x)
 - d) No existe ()

- 9. Tipo de integración entre las organizaciones e Institucionales locales.
 - a) Integración total ()
 - b) Integración parcial ()
 - c) Baja integración (x)
 - d) No existe integración ()

Vulnerabilidad Cultural E Ideológica

- 10. Conocimiento sobre la ocurrencia de desastres
 - a) Conocimiento total de la población ()

- b) Conocimiento de la mayoría (5)
- c) Escasos conocimientos (38)
- d) Desconocimiento total (2)
11. Percepción de la población sobre los desastres
- a) La totalidad ()
- b) La mayoría (2)
- c) La minoría (42)
- d) Percepción totalmente irreal –místico – religioso ()
12. Actitud frente a la ocurrencia de desastres
- a) Actitud altamente previsoras ()
- b) Actitud parcialmente previsoras ()
- c) Actitud escasamente previsoras (45)
- d) Actitud fatalista, conformista y con desidia ()
- Vulnerabilidad Política Institucional**
13. Autonomía local
- a) Total autonomía ()
- b) Autonomía parcial ()
- c) Escasa autonomía (x)
- d) No existe autonomía ()
14. Liderazgo político
- a) Aceptación y respaldo total ()
- b) Aceptación y respaldo parcial ()
- c) Aceptación y respaldo Minoritario (x)
- d) No hay aceptación ni respaldo ()
15. Participación ciudadana
- a) Participación total ()
- b) Participación mayoritaria ()
- c) Participación minoritaria (x)
- d) No hay participación ()

Vulnerabilidad Científica y Tecnológica

16. Existencia de trabajos de investigación sobre desastres naturales
- a) La totalidad de los peligros naturales fueron estudiados ()
 - b) La mayoría de peligros fueron estudiadas ()
 - c) Existen pocos estudios ()
 - d) No existen estudios (x)
17. Existencia de Instrumentos para medición
- a) Población totalmente instrumentada ()
 - b) Población Parcialmente instrumentada ()
 - c) Población con escasos instrumentos (x)
 - d) Población sin instrumentos ()

Ficha técnica para identificación de peligros y análisis de vulnerabilidad.

Identificación de Peligro

A. Ubicación y descripción general

Región o departamento Cajamarca	Provincia Jaén	Distrito Jaén	Centro poblado (Anexo, barrio, sector, etc.) Asentamiento humano San José del Huito	
Número de viviendas 45	Número de familias 45	Numero promedio de hijos por familia De 4 a 5		
Servicios básicos	Agua Ninguna.	Desagüe Ninguna (Silos)	Energía Disp. E. Eléctrica (solo una parte)	Otros C. Educativo.

B. Peligros de mayor impacto

Peligro	Fecha de ocurrencia	Tiempo de duración	daños	causas	efectos secundari
Inundación	Año 2001, 2007,	Periodo de lluvias	Viviendas ,pobladores , Animales, accesos malos, pérdida del servicio de agua.	Intensas lluvias, Poca cobertura,	Enfermeda des a personas y animales

C. Características del terreno

Pendiente:

Muy alta:

60%

Alta:

45%

Media:

30%

Baja:

<25%

Plana:

Tipo de cobertura						
Bosque	Purma	cultivos permanentes		cultivos en limpio		otros
-----	-----	-----	-----	-----	-----	poca cobertura vegetal
Tipo de suelo:						
	Limoso	<input type="checkbox"/>	Arcilloso	<input type="checkbox"/>	Arenoso-limoso	<input type="checkbox"/>
	Arenoso	<input type="checkbox"/>	Limo-arenoso	<input type="checkbox"/>	Arenoso-arcilloso	<input type="checkbox"/>
	Otro..... (especificue)					
Infraestruct						
tipo de infraestructura			descripción de infraestructura			
Fuente de abastecimiento de agua y desagüe			Canal progreso, Pozos, etc.			

D. Características del peligro

Causas de ocurrencia

Escasa cobertura vegetal, intemperismo (físico, mecánico), desborde del canal progreso

Meses de ocurrencia

Periodo de lluvias

Velocidad de flujo m³/seg. s/d

Área por afectar

s/d

Tipo de material que arrastra

Rocoso

Suelto

Mixto: X

Fuente: INDECI 2006

Características, calidad y tipo de suelo

Características geológicas y geotécnicas del asentamiento humano San José del Huito.

Serie	Holoceno
Unidades Lito estratigráficas	Depósitos aluviales
Sector	II
Clasificación SUCS	SM
Descripción de los suelos	Suelos pobremente graduados arenas limosas, semipermeables
Consistencia	De blando a medio
Licuaación de suelos	Si
Capacidad portante	0.7-1.1 kg/cm ²

Fuente: INDECI 2005

Geología. La ciudad de Jaén esta flaqueada por afloramientos rocosos de areniscas y conglomerados de color pardo rojizos, perteneciendo probablemente a la formación bellavista, aflorante en la margen derecha del valle Jaén, desde la fila alta hasta la confluencia de la ciudad de bellavista y el rio Marañón, asignando a estas formaciones rocosas al tercio superior de la era Cenozoica (INDECI 2005)

Anexo C. Procesamiento y modelación de datos hidrológicos

OFICINA GENERAL DE ESTADISTICA E INFORMATIVA

ESTACION : JAEN / CP - 252/DRE - 02

Lat. 5°40'36"

PARAMETRO : PRECIPITACION MAXIMA EN 24 HORAS (mm)

Long. 78°46'27"

UBICACIÓN: CAJAMARCA - JAÉN - JAÉN

Altitud 654 msnm

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1984	15,20	20,40	18,00	16,00	12,50	17,30	4,50	6,20	12,90	19,50	20,30	16,30
1985	30,10	5,30	17,20	15,20	3,20	4,90	2,50	18,30	15,60	9,30	12,50	25,60
1986	5,10	18,50	45,20	53,20	12,60	41,20	3,60	5,80	23,10	15,40	11,00	15,20
1987	14,00	17,50	11,60	25,30	5,60	4,70	6,50	20,40	25,60	18,20	16,00	9,80
1988	18,0	16,30	15,60	14,80	20,10	19,50	17,60	25,40	8,60	13,60	15,90	12,20
1989	6,10	14,20	13,80	17,10	36,50	45,20	32,10	11,30	9,20	18,10	15,60	9,00
1990	41,30	25,30	18,60	27,90	41,30	48,20	35,80	30,90	26,0	24,80	9,80	15,10
1991	13,03	17,86	11,20	26,98	15,75	7,66	5,77	7,87	26,10	7,34	48,21	40,36
1992	3,75	20,49	15,03	35,91	18,48	4,36	3,55	6,09	28,67	36,61	53,50	19,59
1993	7,87	62,56	45,19	11,78	18,82	7,73	4,67	36,10	72,94	24,81	38,85	30,44
1994	14,70	58,46	35,44	57,94	13,87	12,24	6,56	4,75	48,20	7,54	17,39	14,06
1995	4,94	25,51	23,81	22,74	10,18	4,60	10,26	56,98	7,81	9,52	41,22	36,00
1996	7,90	25,70	18,00	11,20	16,50	14,70	0,50	6,70	13,70	19,80	18,40	38,00
1997	11,00	16,70	14,40	30,00	9,66	4,24	7,41	11,97	13,34	23,74	31,61	33,94
1998	26,59	76,25	41,16	37,27	31,44	18,50	3,10	21,82	23,25	29,68	35,65	15,39
1999	24,97	73,60	17,34	16,95	20,36	17,86	5,91	6,16	27,57	24,92	23,13	44,23
2000	7,10	70,45	49,15	39,80	67,99	18,06	8,18	75,14	40,81	3,61	10,89	18,02
2001	33,88	32,71	26,26	22,64	14,83	3,9	7,08	77,94	61,48	10,96	75,31	17,95
2002	7,26	31,63	38,37	18,24	27,04	4,05	12,70	1,26	8,14	25,28	34,01	29,71
2003	6,93	54,34	15,18	15,46	17,14	28,03	8,93	2,30	11,12	15,67	37,01	17,92
2004	7,50	6,80	17,70	30,60	38,10	18,00	2,40	7,20	17,00	19,40	18,20	12,00
2005	6,50	42,00	36,20	31,00	10,20	18,30	1,90	14,50	18,0	27,90	78,50	31,50
2006	18,50	38,70	23,00	9,40	13,50	26,50	1,30	8,50	5,60	11,70	15,50	16,00
2007	7,60	27,00	32,50	29,00	29,30	13,00	27,20	7,50	7,20	45,90	38,90	22,60
2008	17,00	37,20	63,70	10,20	15,80	26,90	17,40	3,40	9,93	24,57	77,48	9,96
2009	21,47	54,12	29,48	13,67	22,19	8,30	8,30	14,64	14,52	20,23	59,48	23,59
2010	16,60	32,80	5,50	41,50	12,50	13,30	4,00	22,90	10,70	24,00	12,10	30,00
2011	25,50	39,50	48,90	39,80	70,60	4,50	21,80	5,80	2,50	30,80	23,50	38,70
2012	23,80	32,60	22,50	27,50	7,80	17,00	6,40	6,80	5,20	26,00	23,20	12,20
2013	9,40	47,00	10,30	18,80	12,90	9,00	6,40	7,40	14,00	56,90	0,70	18,60
SUMA	453,69	1041,48	780,31	767,88	646,75	481,12	284,32	532,02	609,98	645,78	913,84	673,96
PROMEDIO	15,12	34,72	26,01	25,60	21,56	16,04	9,48	17,73	20,33	21,53	30,46	22,47
MAX	41,30	76,25	63,70	57,94	70,60	48,20	35,80	77,94	72,94	56,90	78,50	44,23

Fuente: Proyecto Especial Jaén - San Ignacio - Bagua - SENAMHI, 2013

Tabla 44. Análisis con distribución log - normal.

AÑO	PREC. ORDENADAS	F(x)	f(x)
1	78,50	0,9360711	0,0070632
2	77,94	0,9320197	0,0074076
3	77,48	0,9285458	0,0076974
4	76,25	0,9185881	0,0085008
5	75,14	0,9087341	0,0092591
6	73,60	0,8936359	0,0103571
7	72,94	0,8866407	0,0108416
8	70,60	0,8592173	0,0126076
9	59,48	0,6733966	0,0203507
10	58,46	0,6523798	0,0208493
11	56,98	0,6210492	0,0214677
12	56,90	0,6193306	0,0214974
13	54,34	0,5632693	0,0222285
14	53,50	0,5445337	0,0223718
15	53,20	0,5378162	0,0224110
16	48,21	0,4259673	0,0221234
17	48,20	0,4257461	0,0221211
18	45,90	0,3756207	0,0214090
19	45,20	0,3607317	0,0211261
20	41,50	0,2859371	0,0191879
21	38,70	0,2347488	0,0173307
22	38,37	0,2290684	0,0170958
23	38,10	0,2244787	0,0169017
24	38,00	0,2227921	0,0168294
25	33,94	0,1606227	0,0137649
26	32,60	0,1428691	0,0127338
27	30,10	0,1134099	0,0108451
28	25,60	0,0717987	0,0077258
29	25,40	0,0702662	0,0075988
30	20,40	0,0395477	0,048180
MEDIA	51,518		
DESV.EST.	17,21		

Tabla 45. Análisis con distribución log - normal de 2 parámetros.

AÑO	PREC. ORDENADAS	$y = \ln(x)$	F(x)	f(x)
1	78,500	4,3630986	0,9023892	0,4608982
2	77,940	4,3559393	0,8990484	0,4723796
3	77,480	4,3500198	0,8962239	0,4819549
4	76,250	4,3340174	0,8883022	0,5081861
5	75,140	4,3193530	0,8806712	0,5326192
6	73,600	4,2986450	0,8692800	0,5676482
7	72,940	4,2896372	0,8640975	0,5830381
8	70,600	4,2570301	0,8441719	0,6392130
9	59,480	4,0856401	0,7100765	0,9149035
10	58,460	4,0683428	0,6940526	0,9376224
11	56,980	4,0427003	0,696060	0,9685265
12	56,900	4,0412953	0,6682441	0,9701172
13	54,340	3,9952606	0,6224850	1,157509
14	53,500	3,9796817	0,6065620	1,0281433
15	53,200	3,9740584	0,6007690	1,0322137
16	48,210	3,755665	0,4968317	1,0663834
17	48,200	3,8753590	0,4966105	1,663785
18	45,900	3,8264651	0,4446479	1,0561358
19	45,200	3,8110971	0,4284681	1,0492281
20	41,500	3,7256934	0,3414279	0,9810224
21	38,700	3,6558396	0,2758227	0,8932540
22	38,370	3,6472759	0,2682257	0,8809330
23	38,100	3,6402143	0,2620414	0,8705578
24	38,000	3,6375862	0,2597586	0,8666489
25	33,940	3,5245943	0,1720412	0,6816246
26	32,600	3,4843123	0,1459855	0,6120441
27	30,100	3,4045252	0,1025620	0,4778535
28	25,600	3,2425924	0,0445700	0,2514241
29	25,400	3,2347492	0,0426329	0,2425677
30	20,400	3,0155349	0,0105301	0,0745270
MEDIA	3,879			
DESV.EST.	0,374			
C.ASIMETRIA	(0,494)			

Tabla 46. Análisis con distribución log - normal de 3 parámetros.

AÑO	PREC. ORDENADA			
	S	$y = \ln(x-a)$	F(x)	f(x)
1	78,500	4,6578575	0,9164631	0,6606070
2	77,940	4,6525308	0,9128882	0,6816737
3	77,480	4,6481339	0,9098524	0,6992914
4	76,250	4,6362812	0,9012780	0,7477520
5	75,140	4,6254629	0,8929442	0,7931077
6	73,600	4,6102572	0,8803901	0,583988
7	72,940	4,6036691	0,8746403	0,8871522
8	70,600	4,5799549	0,8523601	0,9922411
9	59,480	4,4588719	0,7004978	1,4942979
10	58,460	4,4469948	0,6825171	1,5329794
11	56,980	4,295064	0,6552494	1,5842223
12	56,00	4,4285523	0,6537367	1,5868083
13	54,340	4,3975308	0,033413	1,6579520
14	53,500	4,3871385	0,5860159	1,6758074
15	53,00	4,3834007	0,5797413	1,6814548
16	48,210	4,3190868	0,4699556	1,7109783
17	48,200	4,3189537	0,4697278	1,7109042
18	45,900	4,2878533	0,4169445	1,6785260
19	45,200	4,2781927	0,4008040	1,6625276
20	41,500	4,2255190	0,3163907	1,5307421
21	38,700	4,1837281	0,2554112	1,3822539
22	38,370	4,1786857	0,2484913	1,3623614
23	38,100	4,1745411	0,2428792	1,3457514
24	38,000	4,1730017	0,2408123	1,3395253
25	33,940	4,1084118	0,1631750	1,0599724
26	32,600	4,0861444	0,1406811	0,9604601
27	30,100	4,0432267	0,1035009	0,7739640
28	25,600	3,9610036	0,0531019	0,4653325
29	25,400	3,9571876	0,0513496	0,4530954
30	20,400	3,8567217	0,0195084	0,2038930
MEDIA	4,337			
DESV.EST.	0,233			
a	(26,910)			
C.ASIMETRIA	(0,246)			

Tabla 47. Cálculo de la regresión múltiple.

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,99531876
Coefficiente de determinación R ²	0,99065944
R ² ajustado	0,9902443
Error típico	0,02244343
Observaciones	48

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	2	2,40404343	1,20202172	2386,34821	2,155E-46
Residuos	45	0,02266684	0,00050371		
Total	47	2,42671027			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	2,07155925	0,01348297	153,642683	7,2269E-63	2,0444032	2,09871534	2,044403159	2,098715338
Variable X 1	0,19325176	0,00472979	40,858399	3,2222E-37	0,1837255	0,20277805	0,183725469	0,202778053
Variable X 2	0,52684934	0,00945748	55,7071598	3,6857E-43	-0,545898	-0,507801	-0,545897684	-0,507800999

Tabla 48. Parámetros para la distribución Gumbel.

Media reducida Y_n

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5230	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600									

Desviación típica reducida S_n

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1086
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,2260	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,3880
40	1,1413	1,1430	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065									

Cross Section Output					
File Type Options Help					
River:	CAUCE NATURAL	Profile:	Tr= 100 años		
Reach:	EL HUITO	RS:	1	Plan:	plan
Plan: plan CAUCE NATURAL EL HUITO RS 1 Profile: Tr= 100 años					
E. G. Elev (m)	799.79	Element	Left OB	Channel	Right OB
Vel Head (m)	0.05	Wt. n-Val.	0.030	0.035	0.030
W.S. Elev (m)	799.74	Reach Len. (m)			
Crit W.S. (m)	799.74	Flow Area (m2)	1.70	3.42	1.41
E. G. Slope (m/m)	0.032379	Area (m2)	1.70	3.42	1.41
Q Total (m3/s)	6.46	Flow (m3/s)	1.41	3.68	1.37
Top Width (m)	90.64	Top Width (m)	32.91	35.79	21.93
Vel Total (m/s)	0.99	Avg. Vel. (m/s)	0.83	1.08	0.96
Max Chl Dpth (m)	0.10	Hydr. Depth (m)	0.05	0.10	0.06
Conv. Total (m3/s)	35.9	Conv. (m3/s)	7.8	20.5	7.6
Length Wtd. (m)		Wetted Per. (m)	32.91	35.79	21.94
Min Ch El (m)	799.65	Shear (N/m2)	16.38	30.38	20.48
Alpha	1.03	Stream Power (N/m s)	2393.89	0.00	0.00
Frctn Loss (m)		Cum Volume (1000 m3)			
C & E Loss (m)		Cum SA (1000 m2)			
Errors, Warnings and Notes					
Warning: Slope too steep for slope area to converge during supercritical flow calculations (normal depth is below critical depth). Water surface set to critical depth.					

Figura 18. Propiedades de la sección más crítica para un tiempo $T_r = 100$ años.

Anexo D. Planos

Lamina 01.Plano de nivel de riesgo.

Lamina 02.Plano topográfico General del área de estudio.