



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Sistema de evaluación de riesgo por ocurrencia de flujo de detritos ocasionado en el Centro Poblado de Chambara – Sayán – Huaura, 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA AMBIENTAL**

AUTORA:

Geraldin Roxana Benedicto Rios

ASESOR:

Dr. Elmer Benites Alfaro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

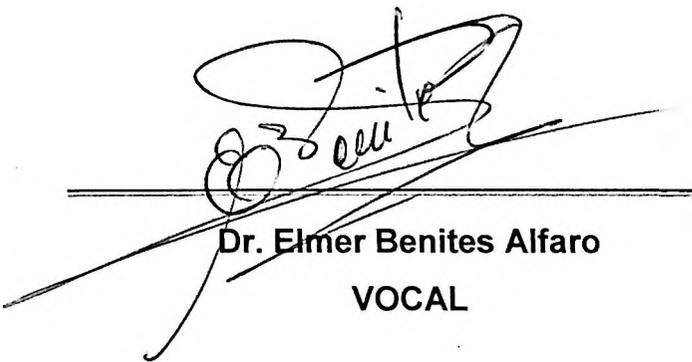
Gestión de riesgo y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2017 – II

Dr. César Jiménez Calderón
PRESIDENTE

Dr. Jorge Leonardo Jave Nakayo
SECRETARIO



Dr. Elmer Benites Alfaro
VOCAL

DEDICATORIA

Esta tesis la dedico a Dios quien guio mis pasos para seguir por el camino correcto y enseñarme lo valioso que es la vida.

Para mis padres quien con sus consejos y su amor sembraron valores en mí para ser lo que soy.

Para mis hermanos que con sus ocurrencias me brindaron alegría para no desfallecer en el transcurso del camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi casa de estudio, mi alma mater Universidad Cesar Vallejo por brindarme los conocimientos y guiarme a llevar una vida universitaria diferente y competitiva.

Agradezco a mi asesor Dr. Elmer Benites Alfaro por haberme apoyado, guiado y brindado sus conocimientos para poder culminar esta investigación.

Agradezco al Dr. Ordoñez quien me encamino para poder entender algunos aspectos teóricos que fueron necesarios para la realización de la investigación.

Agradezco a mis padres por apoyarme económica y emocionalmente para la realización de mi investigación.

Mi agradecimiento incondicional a los pobladores del Centro Poblado de Chambara por haberme brindado sus perspectivas y opiniones para la realización de la investigación.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Geraldin Roxana Benedicto Rios identificado con DNI N° 47432447, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes, consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido sumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo

Lima 10 de Noviembre del 2017

Geraldin Roxana Benedicto Rios

DNI 47432447

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grado y Título de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada "SISTEMA DE EVALUACION DE RIESGO POR OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS OCASIONADO EN EL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA – SAYAN – HUAURA, 2017" la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Ambiental.

LA AUTORA

GERALDIN ROXANA BENEDICTO RIOS

ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	i
DEDICATORIA	iii
AGREDECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
RESUMEN	xv
ABSTRACT	
I. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Realidad problemática	18
1.2. Trabajos previos	20
1.3. Teorías relacionadas al tema	25
1.4. Formulación del Problema	34
1.5. Justificación del estudio	34
1.6. Hipótesis	36
1.7. Objetivos	36
II. MÉTODO	
2.1. Diseño de investigación	39
2.2. Variables, operacionalización	39
2.3. Población y muestra	41
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	
2.5. Método de Análisis de datos	42
2.6. Aspectos éticos	43
III. RESULTADOS	45
IV. DISCUSIÓN DE RESULTADO	109
V. CONCLUSIONES	111
VI. RECOMENDACIONES	112
VII. REFERENCIAS	113

VIII. ANEXOS

ANEXO 1. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO

ANEXO 2. MATRIZ DEL RIESGO

ANEXO 3. MATRIZ DEL PELIGRO

ANEXO 4. MATRIZ DE VULNERABILIDAD

ANEXO 5. RESUMEN DE PROCESO DE CASOS

ANEXO 6. ESTADÍSTICA DE FIABILIDAD

ANEXO 7. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. ANDAJES (1982–1983)

ANEXO 8. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. ANDAJES (1997–1998)

ANEXO 9. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. ANDAJES (2016–2017)

ANEXO 10. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. OYÓN (1982–1983)

ANEXO 11. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. OYÓN (1997–1998)

ANEXO 12. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. OYÓN (2016–2017)

ANEXO 13. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. PACCHO (1982–1983)

ANEXO 14. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. PACCHO (1997–1998)

ANEXO 15. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. PACCHO (2016–2017)

ANEXO 16. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. PICOY (1982–1983)

ANEXO 17. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. PICOY (1997–1998)

ANEXO 18. PRECIPITACIÓN DIARIA ACUMULADA, E. PICOY (2016–2017)

ANEXO 19. DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE GUMBEL, E. ANDAJES

ANEXO 20. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS

PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIA E. ANDAJES

ANEXO 21. DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE GUMBEL, E. OYÓN

ANEXO 22. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS

PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIA E. OYÓN

ANEXO 23. DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE GUMBEL, E. PACCHO

ANEXO 24. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS

PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIA E. PACCHO

ANEXO 25. DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE GUMBEL, E. PICOY

ANEXO 26. CÁLCULO DE LAS PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS

PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIA E. PICOY

ANEXO 27. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RESISTENCIA

ANEXO 28. CÁLCULO DE $f(h)$ y $f(p)$

ANEXO 29. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXPOSICIÓN
ANEXO 30. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
ANEXO 31. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS
ANEXO 32. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS
GENERADOS POR FENOMENOS NATURALES
ANEXO 33. FACTORES DE VULNERABILIDAD
ANEXO 34. VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS
ANEXO 35. TABLA MATRIZ

LISTA DE TABLAS

TABLA N°1. MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DEL RIESGO	118
TABLA N° 2. MATRIZ DEL RIESGO	119
TABLA N°3. MATRIZ DEL PELIGRO	121
TABLA N°4. MATRIZ DE VULNERABILIDAD	122
TABLA N°5. RESUMEN DE PROCESO DE CASO	123
TABLA N°6. OPERACIÓN DE VARIABLES	40
TABLA N°7. ESTADISTICA DE FIABILIDAD	124
TABLA N°8. PROCESO DE CASOS	42
TABLA N°9. E.FIABILIDAD	42
TABLA N°10. NIVELES DE ESCALA	46
TABLA N°11. CLASES DE PENDIENTE, VAN ZUIDAM	47
TABLA N°12. RANGO DE CURVATURA	52
TABLA N°13. ESTACIONES M. EN EL AREA DE ESTUDIO	63
TABLA N°14. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN ANDAJES (1982-1983)	125
TABLA N°15. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN ANDAJES (1997-1998)	130
TABLA N°16. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN ANDAJES (2016-2017)	135
TABLA N°17. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN OYÓN (1982-1983)	140
TABLA N°18. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN OYÓN (1997-1998)	145
TABLA N°19. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN OYÓN (2016-2017)	150
TABLA N° 20. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN PACCHO (1982-1983)	155
TABLA N°21. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN PACCHO (1997-1998)	160
TABLA N°22. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN PACCHO (2016-2017)	165

TABLA N°23. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN PICOY (1982-1983)	170
TABLA N°24. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN PICOY (1997-1998)	175
TABLA N° 25. PRECIPITACIÓN D. ACUM. ESTACIÓN PICOY (2016-2017)	180
TABLA N° 26. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. ANDAJES 1982-1983	74
TABLA N° 27. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. ANDAJES 1997-1998	75
TABLA N° 28. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. ANDAJES 2016-2017.	76
TABLA N° 29. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. OYÓN 1982-1983	77
TABLA N°30. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. OYÓN 1997-1998	78
TABLA N°31. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. OYÓN 2016-2017.	79
TABLA N°32. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. PACCHO 1982-1983	80
TABLA N°33. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. PACCHO 1997-1998	81
TABLA N°34. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. PACCHO 2016-2017	82
TABLA N°35. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. PICOY 1982-1983	83
TABLA N°36. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. PACCHO 1997-1998	84
TABLA N°37. PROBABILIDAD DE OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS E. PICOY 2016-2017.	85
TABLA N°38. DISTRIBUCIÓN PROB. DE GUMBEL E. ANDAJES	185

TABLA N°39. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS E. ANDAJES	186
TABLA N°40. DISTRIBUCIÓN PROB. DE GUMBEL E. OYÓN	187
TABLA N°41. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS E. OYÓN	188
TABLA N°42. DISTRIBUCIÓN PROB. DE GUMBEL E. PACCHO	189
TABLA N°43. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS E. PACCHO	190
TABLA N°44. DISTRIBUCIÓN PROB. DE GUMBEL E. PICOY	191
TABLA N°45. CÁLCULO DE PRECIPITACIONES DIARIAS MÁXIMAS PROBABLES PARA DISTINTAS FRECUENCIAS E. PACCHO	192
TABLA N°46. PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd POR TIEMPO DE DURACIÓN E. ANDAJES	87
TABLA N°47. PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd POR TIEMPO DE DURACIÓN E. OYÓN	87
TABLA N°48. PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd POR TIEMPO DE DURACIÓN E. PACCHO	88
TABLA N°49. PRECIPITACIÓN MÁXIMA Pd POR TIEMPO DE DURACIÓN E. PICOY	88
TABLA N°50. INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h) SEGÚN EL PERIODO DE RETORNO E. ANDAJES	90
TABLA N°51. INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h) SEGÚN EL PERIODO DE RETORNO E. OYÓN	91
TABLA N°52. INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h) SEGÚN EL PERIODO DE RETORNO E. PACCHO	92

TABLA N°53. INTENSIDAD DE LLUVIA (mm/h) SEGÚN EL PERIODO DE RETORNO E. PICOY	93
TABLA N°54. FACTOR DE VULNERABILIDAD SEGÚN EL N° DE PISOS	98
TABLA N°55. FACTOR DE VULNERABILIDAD SEGÚN LA ABERTURA DE LAS FACHADAS DE LAS EDIFICACIONES	99
TABLA N°56. FACTOR DE VULNERABILIDAD SEGÚN EL SISTEMA ESTRUCTURAL	100
TABLA N°57. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE RESISTENCIA	193
TABLA N°58. RELACIÓN, PROFUNDIDAD Y PRESIÓN DE IMPACTO	102
TABLA N°59. CÁLCULO DE $f(h)$ y $f(p)$	196
TABLA N°60. CÁLCULO DE ÍNDICE DE VULNERABILIDAD	202

LISTA DE FIGURAS

FIGURA N°1. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS	205
FIGURA N°2 .IDENTIFICAIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE PELIGROS GENERADOS POR FENÓMENOS NATURALES	205
FIGURA N°3. FÁCTORES DE VULNERABILIDAD: ÉXPOSICIÓN, FRAGILIDAD Y RESILIENCIA	206
FIGURA N°4. ESQUEMA DE FLUJO DE DETRITOS	31
FIGURA N° 5.UBICACIÓN DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	46
FIGURA N° 6. DELIMITACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO	48
FIGURA N° 7. PERFIL DEL SUELO	48
FIGURA N° 8. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	49
FIGURA N° 9. BASE TOPOGRÁFICA	50
FIGURA N° 10. MAPA DE PENDIENTE	51
FIGURA N° 11. MAPA DE CURVATURA DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	53
FIGURA N° 12. FOTOS REGISTRADAS EN CAMPO DE LA LITOLOGIA DE LA ZONA	54
FIGURA N° 13. MAPA GEOLÓGICO DEL C. POBLADO DE CHAMBARA	55
FIGURA N° 14. USO DEL SUELO EN CHAMBARA ALTA	56
FIGURA N° 15. USO DEL SUELO EN CHAMBARA BAJA	57
FIGURA N° 16. MAPA DE CAPACIDAD Y USO MAYOR DEL SUELO DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	58
FIGURA N°17. REGISTRO FOTOGRÁFICO DEL PASO DE FLUJO DE DETRITO EN LA ZONA	59

FIGURA N° 18. MAPA DE FLUJO DE DETRITOS	60
FIGURA N° 19. MAPA DE SUCEPTIBILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	62
FIGURA N° 20. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1982 – MARZO 1983 ESTACIÓN ANDAJES	65
FIGURA N° 21. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1997- MARZO 1998 ESTACIÓN ANDAJES	66
FIGURA N° 22. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 2016- MARZO 2017 ESTACIÓN ANDAJES	66
FIGURA N° 23. PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN LOS TRES PERIODOS	67
FIGURA N° 24. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1982 – MARZO 1983 ESTACIÓN OYÓN	67
FIGURA N° 25. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1997- MARZO 1998 ESTACIÓN OYÓN	67
FIGURA N° 26. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 2016- MARZO 2017 ESTACIÓN OYÓN	68
FIGURA N° 27. PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN LOS TRES PERIODOS	68
FIGURA N° 28. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1982 – MARZO 1983 ESTACIÓN PACCHO	68
FIGURA N° 29. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1997- MARZO 1998 ESTACIÓN PACCHO	69
FIGURA N° 30. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 2016- MARZO 2017 ESTACIÓN PACCHO	69
FIGURA N° 31. PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN LOS TRES PERIODOS	70
FIGURA N° 32. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1982 – MARZO 1983 ESTACIÓN PICOY	70

FIGURA N° 33. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 1997- MARZO 1998 ESTACIÓN PICOY	71
FIGURA N° 34. PRECIPITACIÓN ACUMULADA OCTUBRE 2016- MARZO 2017 ESTACIÓN PICOY	71
FIGURA N° 35. PRECIPITACIÓN ACUMULADA EN LOS TRES PERIODOS	72
FIGURA N° 36. CURVAS IDF PARA EL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA ESTACIÓN ANDAJES	90
FIGURA N° 37. CURVAS IDF PARA EL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA ESTACIÓN OYÓN	91
FIGURA N° 38. CURVAS IDF PARA EL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA ESTACIÓN PACCHO	92
FIGURA N° 39. CURVAS IDF PARA EL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA ESTACIÓN PICOY	93
FIGURA N° 40. MAPA DE PRECIPITACIONES COMO FACTOR DE INICIO DE FLUJO DE DETRITOS	95
FIGURA N° 41. MAPA DE PELIGRO POR OCURRENCIA DE FLUJO DE DETRITOS	97
FIGURA N° 42. VIVIENDAS DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	99
FIGURA N° 43. MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	100
FIGURA N° 44. ALTURA DE DEPOSITACIÓN DE FLUJO DE DETRITOS EN LAS VIVIENDAS DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	102
FIGURA N° 45. ALTURA DE DEPOSITACIÓN DE FLUJO DE DETRITOS EN LAS VIVIENDAS DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	103
FIGURA N° 46. MAPA DE VULNERABILIDAD DEL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	105
FIGURA N°47. ESTIMACIÓN DEL RIESGO PARA EL CENTRO POBLADO DE CHAMBARA	107

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el nivel de riesgo teniendo en cuenta la ocurrencia de flujo de detritos, partir de la función peligro y vulnerabilidad.

Para lo cual se estimó el riesgo a través del análisis preliminar del peligro que consistió en evaluar los factores condicionantes: pendiente, curvatura, uso de suelo y litología; seguidamente se inventario la ocurrencia de flujo de detritos con el fin de generar el mapa temático de susceptibilidad; luego se pasó a recopilar datos de precipitaciones diarias de 1980 al 2017 de cuatro estaciones meteorológicas con el fin de realizar estimaciones de precipitaciones acumuladas, precipitaciones máximas e intensidades; con llevando a ello a generar el mapa de precipitaciones. La obtención del mapa de peligro fue a través del SIG ArcGIS mediante la herramienta integración algebraica de mapas; la cual tuvo al mapa temático de susceptibilidad y al mapa temático de precipitaciones como generador del mapa de peligro. El cálculo de la vulnerabilidad se logra a través del análisis del índice de resistencia e índice de exposición, los valores del índice de resistencia se obtienen mediante evaluaciones hechas a las viviendas en campo, mientras que los valores del índice de exposición se obtienen mediante bases teóricas. Finalmente, la estimación del riesgo se logra mediante la integración de los mapas temáticos de peligro y vulnerabilidad.

Para el centro poblado de Chambara se estimó un valor alto de riesgo en los lugares cercanos a la bocatoma de irrigación, zonas circundantes a la I.E.I. y viviendas pertenecientes a la zona de Chambara Alta.

Palabras claves: Flujo de detritos, índice de exposición, lluvia acumulada, susceptibilidad, vulnerabilidad física.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the level of risk taking into account the occurrence of detritus flow, starting from the hazard and vulnerability function.

For which the risk was estimated through the preliminary analysis of the danger that consisted in evaluating the conditioning factors: slope, curvature, land use and lithology; then the occurrence of detritus flow is recorded in order to generate the thematic susceptibility map; then, it was collected data of daily rainfall from 1980 to 2017 of four meteorological stations in order to make estimates of accumulated rainfall, maximum rainfall and intensities; with leading to generate the precipitation map. Obtaining the hazard map was through the ArcGIS SIG using the algebraic map integration tool; which had to the thematic map of susceptibility and to the thematic map of precipitations like generator of the map of danger. The vulnerability calculation is achieved through the analysis of the resistance index and exposure index, the values of the resistance index are obtained by means of evaluations made to the dwellings in the field, while the values of the exposure index are obtained by theoretical bases. Finally, risk estimation is achieved through the integration of hazard and vulnerability thematic maps.

For the town center of Chambara, a high risk value was estimated in the places close to the irrigation intake, areas surrounding the I.E.I. and homes belonging to the Chambara Alta area.

Key words: Debris flow, exposure index, accumulated rainfall, susceptibility, physical vulnerability.