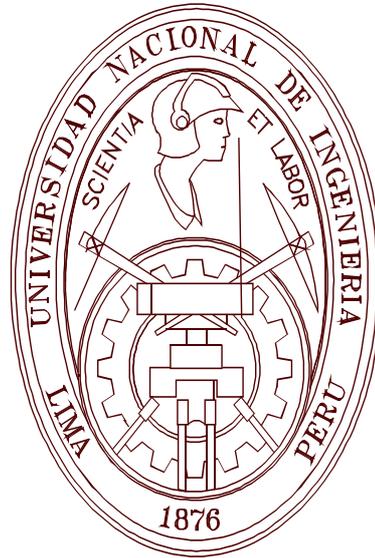


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

SECCIÓN DE POSGRADO



**VULNERABILIDAD GEOTÉCNICA DE LAS QUEBRADAS ARROYO  
SECO Y PUCA PUCA EN LA CIUDAD DE AYACUCHO.**

**TESIS**

**Para Optar el Grado de Maestro en Ciencias**

**en Ingeniería Geotécnica**

Ing. Roberto Narváez López

Lima-Perú

2012

**VULNERABILIDAD GEOTÉCNICA DE LAS QUEBRADAS ARROYO SECO Y  
PUCA PUCA EN LA CIUDAD DE AYACUCHO.**

Ing. ROBERTO NARVAEZ LOPEZ

Presentado a la Sección de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Civil en cumplimiento  
parcial de los requerimientos para el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA

DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

2012

Autor : Ing. Roberto Narváez López  
Recomendado : Msc. Alberto Martínez Vargas  
Aceptado por : CE. Ing. Francisco Coronado del Águila  
Jefe de la Sección de Posgrado

@ Año; Universidad Nacional de Ingeniería, todos los derechos reservados, ó el autor autoriza a la  
UNI-FIC a reproducir esta tesis en su totalidad o en partes.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios que me dio la vida, a mi madre que me vio nacer, a mi esposa por su incalculable apoyo; agradezco a ellos en mérito a mi esfuerzo y dedicación, así mismo a la Universidad Nacional de Ingeniería por haberme recibido como alumno de esta prestigiosa Universidad y Muy especial al Docente Emérito Ing. Alberto Martínez Vargas por su apoyo en la culminación de la tesis.

## **DEDICATORIA**

Dedico la presente a mis hijos Adriana y Gabriel, a ellos por ser la inspiración para poder culminar la presente tesis.

## **RESUMEN**

En este trabajo se realizó mapas de vulnerabilidad para la cuenca de la Quebrada arroyo seco y sus aportantes Puca Puca, Islachayocc, Pilacucho, que forma parte de la cuenca del Río alameda. Las altas precipitaciones, la topografía y la sismicidad constituyen los principales factores que conducen a la constante ocurrencia de colapsos del terreno que afectan a los habitantes y la infraestructura de la región. Con el fin de controlar, corregir y preservar la estabilidad de la cuenca, la información obtenida en esta investigación permitirá el diseño de las obras de ingeniería civil pertinentes con el fin de garantizar la satisfacción de las necesidades de la población. Para alcanzar este propósito, se ha desarrollado la caracterización geológica y geotécnica del área, partiendo de los métodos de clasificación geotécnica que son alimentados con los parámetros geomecánicos del terreno que constituyen los taludes, que han sido identificados y descritos en campo. Los resultados de la aplicación de tales métodos han permitido la confección de un mapa de estabilidad e inestabilidad del área, con el que se construye el mapa de zonificación de riesgo. El análisis de la información ha permitido establecer el aporte de sedimentos al torrente, con lo que es posible diseñar una estrategia para incrementar la seguridad aguas abajo de las quebradas en mención.

## **SUMMARY**

This work was carried out vulnerability maps for the basin of the Arroyo Seco and contributors Quebrada Puca Puca, Islachayocc, Pilacucho, part of the Rio Mall. The high rainfall, topography and seismicity are the main factors leading to the constant occurrence of ground collapses affecting the people and infrastructure in the region. In order to control, correct and maintain the stability of the basin, the information obtained from this research will allow the design of relevant civil engineering works to ensure we meet the needs of the population. To achieve this purpose, we have developed geological and geotechnical characterization of the area, based on geotechnical classification methods that are fed ground geomechanical parameters which are the slopes, which have been identified and described in the field. The results of the application of these methods have enabled a mapping of stability and instability of the area, which builds the risk zoning map. The data analysis has allowed for the contribution of sediment to the stream, which you can design a security strategy to increase downstream of the streams in question.

## ÍNDICE GENERAL

### CAPÍTULO I

#### GENERALIDADES

1.1 Antecedentes.....	18
1.2.-Problemática.....	19
1.3.-Importancia de la investigación.....	20
1.4.-Objetivos	
1.4.1.-Objetivos Generales.....	22
1.4.2.-Objetivos específicos.....	22

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEORICO

2.1.- Fenómeno o evento Natural.....	24
2.2.- Deslizamientos.....	24
2.3.- Derrumbes.....	26
2.4.- Huaycos.....	27
2.5.- Inundaciones.....	27
2.6.-Problemática de los desastres .....	28
2.7.-Situación vulnerable.....	28
2.8.-La vulnerabilidad global.....	29
2.8.1 Vulnerabilidad natural.....	30
2.8.2 Vulnerabilidad física.....	30
2.8.3 Vulnerabilidad social.....	30
2.8.4 Vulnerabilidad política.....	30
2.8.5 Vulnerabilidad técnica.....	30
2.8.6 Vulnerabilidad educativa.....	30
2.8.7 Vulnerabilidad ecológica.....	31
2.8.8 Vulnerabilidad económica.....	31
2.8.9 Vulnerabilidad institucional.....	31
2.9.- Evaluación de vulnerabilidad.....	31
2.10.- El Riesgo: riesgo total.....	32
2.10.1 Enfoques del riesgo.....	32
2.10.1.1 Riesgo específico.....	33
2.10.1.2 Riesgo ambiental.....	33
2.10.1.3 Riesgo industrial.....	33
2.10.1.4 Riesgo antrópico.....	33
2.11.- Desastres y desarrollo .....	34
2.11.- Manejo de cuencas hidrográficas en la prevención de desastres .....	34

2.12.- La mitigación como un proceso.....	35
2.13.- La comunidad y la gestión del riesgo.....	38
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA APLICADA</b>	
3.1 Descripción de la Metodología.....	41
3.2 Características Biofísicas.....	42
3.2.1 Características Topográficas.....	42
3.2.1.1 Ubicación.....	42
3.2.2 Esquema de la Quebrada Arroyo Seco.....	43
3.2.3 Descripción de las vertientes y fluentes.....	44
3.2.4 Características Hidrográficas.....	45
3.2.4.1 Parámetros Geomorfológicos.....	46
3.2.4.2 Precipitación máxima de 24 horas.....	47
3.2.4.3 Celdas de Precipitación.....	48
3.2.4.4 Cálculo del Tiempo de Retardo.....	49
3.2.4.5 Descripción del uso de tierras y cálculo del Número de Curva.....	50
3.2.4.6 Hidrograma de avenida líquido (Inflow).....	51
3.2.4.7 Análisis de Huaycos e Inundaciones.....	51
3.2.5 Clasificación y Uso de Suelo.....	52
3.2.6 Características Geológicas.....	52
3.2.6.1 Depositos Conglomeraticos.....	52
3.2.6.2 Depositos Recientes.....	52
3.2.7 Características Climatológicas.....	53
3.2.8 Características Geomorfológicas.....	54
3.3 Características demográficas.....	55
3.3.1 Muestra.....	56
3.3.2 Características económicas.....	56
3.4 Metodología para el desarrollo de los objetivos.....	56
3.4.1 Identificación y descripción de las amenazas .....	57
3.4.2 Estimación de la vulnerabilidad en la quebrada de Arroyo Seco y aportantes....	57
3.4.3 Variables e indicadores de la vulnerabilidad.....	58
3.4.4 Valoración, estandarización y ponderación de los indicadores seleccionados.....	60
3.4.4.1 Vulnerabilidad Física.....	61
3.4.4.2 Vulnerabilidad Social.....	63
3.4.4.3 Vulnerabilidad Económica.....	66
3.4.4.4 Vulnerabilidad Política.....	66
3.4.4.5 Vulnerabilidad Técnica.....	67

3.5 Ejemplo de aplicación de la metodología de evaluación de la vulnerabilidad. ....	68
3.6 Vulnerabilidad a los huaycos ponderada por criticidad de indicadores.....	68
3.7 Metodología para determinar zonas críticas .....	70
3.7.1 Determinación y especialización de zonas críticas.....	70
3.7.2 Especialización de zonas críticas y ubicación de vulnerabilidad de comunidades	71
3.8 Metodología para determinar la participación local y externa.....	71
3.9 Metodología para plantear lineamientos y acciones para el manejo y mitigación del riesgo a Huaycos.....	72

## **CAPÍTULO IV.**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1 Identificación y ubicación de las amenazas y zonas de riesgo de Huaycos.....	75
4.1.1 Identificación participativa de las amenazas .....	75
4.1.2 Identificación institucional de amenazas y factores coadyuvantes y zonas de riesgo.....	76
4.1.2.1 Sectores que presentan problemas de inestabilidad de laderas.....	81
4.1.2.2 Reflexión sobre las amenazas y factores coadyuvantes de riesgo en el sector...	81
4.2 Estimación de la vulnerabilidad en las quebradas encontradas	
4.2.1 QUEBRADA DE PUCA PUCA.....	82
4.2.2 QUEBRADA PILACUCHO.....	88
4.2.3 QUEBRADA ISLACHAYOCC.....	92
4.2.4 Vulnerabilidad al Huayco por comunidad en el Sector Arroyo Seco....	98
4.2.5 Resultados de cada indicador ponderado de acuerdo al nivel de criticidad en cada comunidad.....	102
4.3 Determinación de zonas críticas .....	105
4.3.1 Determinación y especialización de zonas críticas.....	105
4.3.2 Zonas críticas y ubicación de la vulnerabilidad de las quebradas.....	106
4.4 Participación local y externa en los problemas de riesgos a desastres .....	106
4.4.1 Percepción comunitaria sobre la participación local y externa.....	106
4.4.1.1 Municipalidad Provincial de Huamanga(MPH).....	108
4.4.1.2 Instituto Nacional de Defensa Civil(INDECI).....	109
4.4.1.3 Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga .....	109
4.4.1.4 Bomberos y Cruz Roja.....	109

## **CAPÍTULO V**

### **ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

5.1 Lineamientos y acciones para el manejo y mitigación del riesgo a Huaycos.	
5.1.1 Medidas de Mitigación.....	112
5.2 Tipificación de Soluciones Alternativas.....	115
5.2.1 Acciones de Mitigación.....	115
5.2.1.1 Medidas Estructurales.....	116
5.2.2 Medidas Preventivas.....	117

## **CAPÍTULO VI**

6.1 Conclusiones.....	125
6.2 Recomendaciones.....	126

## **CAPÍTULO VII**

7.1 Referencia Bibliográfica.....	128
-----------------------------------	-----

## Índice de Cuadros

Cuadro 1. Fases en el ciclo de los desastres.....	37
Cuadro 2. Objetivos de la prevención en las fases de un desastre.....	37
Cuadro 3. Resumen de las características geomorfológicas (Arroyo Seco).....	47
Cuadro 4. Precipitación promedio anual meteorológica presentes en ayacucho.....	54
Cuadro 5. Población del área en estudio sector Rio Seco.....	55
Cuadro 6. Variables e indicadores usados para medir las distintas vulnerabilidades.....	59
Cuadro 7. Valoración de la vulnerabilidad.....	60
Cuadro 8. Número de habitantes por vivienda.....	61
Cuadro 9. Condición de la vivienda.....	61
Cuadro 10. Ubicación de la vivienda.....	62
Cuadro 11. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano.....	62
Cuadro 12. Existencia de infraestructuras destinadas a atender a la población en casos de emergencias .....	62
Cuadro 13. Distancia entre la vivienda y el sitio del último deslizamiento.....	63
Cuadro 14. Accesibilidad a la vivienda.....	63
Cuadro 15. Disponibilidad de transporte.....	63
Cuadro 16. Población adulta que forma parte de organización comunal.....	64
Cuadro 17. Conocimiento de la existencia de organismo encargado de atender emergencias... ..	64
Cuadro 18. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.....	64
Cuadro 19. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender emergencias.....	65
Cuadro 20. Reconocimiento de líder comunal.....	65
Cuadro 21. Planes familiares o personales de emergencia.....	65
Cuadro 22. Población actualmente desempleada.....	66
Cuadro 23. Percepción de la comunidad sobre mala atención del gobierno central y local.....	66
Cuadro 24. Percepción en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de Gestión del riesgo.....	67
Cuadro 25. Percepción de la población del papel de las instituciones nacionales y locales.....	67
Cuadro 26. Población capacitada en materia de desastres.....	67
Cuadro 27. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación.....	68
Cuadro 28. Ponderación de indicadores por nivel de criticidad.....	69
Cuadro 29. Resumen de factores coadyuvantes del riesgo presentes en Arroyo Seco.....	82
Cuadro 30. Número de habitantes por vivienda.....	83
Cuadro 31. Condición de la vivienda.....	83
Cuadro 32. Ubicación de las viviendas.....	83
Cuadro 33. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano.....	83
Cuadro 34. Infraestructura existente en la comunidad para atender las emergencias.....	83
Cuadro 35. Distancia de la vivienda al sitio del último evento.....	83
Cuadro 36. Accesibilidad de la vivienda.....	83
Cuadro 37. Disponibilidad de transporte .....	83
Cuadro 38. Población adulta que forma parte de organización comunal.....	84
Cuadro 39. Conocimiento de organismo encargado de atender emergencias.....	84
Cuadro 40. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.....	84
Cuadro 41. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender las emergencias.....	84
Cuadro 42. Reconocimiento de líder en la comunidad.....	84
Cuadro 43. Planes personales o familiares de emergencia.....	85
Cuadro 44. Población actualmente desempleada.....	85
Cuadro 45. Apreciación de la comunidad sobre mala atención del gobierno central y local....	85

Cuadro 46. Percepción en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo.....	85
Cuadro 47. Percepción de la población del papel de instituciones locales y nacionales.....	85
Cuadro 48. Población capacitada en materia de desastres.....	85
Cuadro 49. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación.....	86
Cuadro 50. Resumen de resultados de vulnerabilidad en la comunidad de Orosi Centro.....	86
Cuadro 51. Número de habitantes por vivienda.....	88
Cuadro 52. Condición de la vivienda.....	88
Cuadro 53. Ubicación de las viviendas.....	88
Cuadro 54. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano.....	88
Cuadro 55. Existencia de infraestructura destinada a atender a la población en casos de emergencias.....	88
Cuadro 56. Distancia entre la vivienda y el sitio del último Huayco.....	89
Cuadro 57. Accesibilidad a la vivienda.....	89
Cuadro 58. Disponibilidad de transporte.....	89
Cuadro 59. Población que forma parte de organización comunal.....	89
Cuadro 60. Conocimiento de la existencia de organismo encargado de atender emergencias....	89
Cuadro 61. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.....	89
Cuadro 62. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender las emergencias.....	90
Cuadro 63. Reconocimiento de líder comunal.....	90
Cuadro 64. Planes familiares o personales de emergencia.....	90
Cuadro 65. Población actualmente desempleada.....	90
Cuadro 66. Apreciación de la comunidad sobre la mala atención del gobierno central y local..	90
Cuadro 67. Percepción en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo.....	90
Cuadro 68. Percepción de la población del papel de las instituciones nacionales y locales.....	91
Cuadro 69. Población capacitada en materia de desastres.....	91
Cuadro 70. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación.....	91
Cuadro 71. Resumen de resultados de vulnerabilidad en la comunidad de Palomo.....	91
Cuadro 72. Número de habitantes por vivienda.....	93
Cuadro 73. Condición de la vivienda.....	93
Cuadro 74. Ubicación de las viviendas.....	93
Cuadro 75. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano.....	93
Cuadro 76. Existencia de infraestructura destinada a atender a la población en casos de emergencias.....	93
Cuadro 77. Distancia entre la vivienda y el sitio del último Huayco.....	93
Cuadro 78. Accesibilidad a las viviendas.....	94
Cuadro 79. Disponibilidad de transporte.....	94
Cuadro 80. Población adulta que forma parte de organización comunal.....	94
Cuadro 81. Conocimiento de existencia de organismo encargado de atender emergencias.	94
Cuadro 82. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un deslizamiento.....	94
Cuadro 83. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender las emergencias.....	94
Cuadro 84. Reconocimiento de líder comunal.....	95
Cuadro 85. Planes familiares o personales de emergencia.....	95
Cuadro 86. Población actualmente desempleada.....	95
Cuadro 87. Apreciación de la comunidad sobre mala atención del gobierno central y local.....	95
Cuadro 88. Percepción de la comunidad en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos Comunales de gestión del riesgo.....	95
Cuadro 89. Percepción de la población del papel de instituciones locales y nacionales.....	96
Cuadro 90. Población capacitada en materia de desastres.....	96

Cuadro 91. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación.....	96
Cuadro 92. Resumen de resultados de la vulnerabilidad en la comunidad de Río Macho.....	96
Cuadro 93. Resultado de la valoración la vulnerabilidad por comunidad en el Sector Arroyo Seco y promedios por indicador.....	100
Cuadro 94. Resultado de cada Indicador ponderado por comunidad.....	102

## Índice de Figuras

Figura 1. Representación esquemática de un deslizamiento.....	25
Figura 2. Evidencias de movimiento lento de suelo durante los deslizamientos.....	25
Figura 3. Imagen satelital de la zona de estudio.....	41
Figura 4. Ubicación del Distrito de Ayacucho.....	42
Figura 5. Esquema de la Quebrada.....	43
Figura 6. Vertientes principales de la quebrada rio seco.....	45
Figura 7. Curvas Hipsométrica.....	46
Figura 8. Hidrograma Unitario SCS de la Cuenca Pilacucho.....	50
Figura 9. Mapa geológico de la zona de estudio.....	53
Figura 10. Diagrama de Zonas Críticas.....	70
Figura 11. Diagrama de Zonas Críticas y vulnerabilidad de comunidades.....	71
Figura 12. Mapa de cobertura Vegetal en el Sector Rio Seco.....	77
Figura 13. Mapa de pendientes (%) del área de estudio.....	78
Figura 14. Mapa de ubicación y amenazas y riesgo a Inundaciones.....	80
Figura 15. Mapa de ubicación y amenazas y riesgo a Huaycos.....	80
Figura 16. Promedios de vulnerabilidad con indicadores sin ponderar.....	101
Figura 17. Mapa de zonas críticas a inundaciones.....	105
Figura 18. Mapa de vulnerabilidad de comunidades.....	106

## Índice de Planos

Plano 1. Planta y Perfil Prog 0+000 al 1+120.....	132
Plano 2. Planta y Perfil Prog 1+120 al 1+990.....	133
Plano 3. Planta y Perfil Prog 1+990 al 3+127.....	134
Plano 4. Seccionamiento Progresiva 0+000 al 1+120.....	135
Plano 5. Seccionamiento Progresiva 1+120 al 1+990.....	136
Plano 6. Seccionamiento Progresiva 1+990 al 3+127.....	137
Plano 7. Ubicación del Área de Estudio.....	138
Plano 8. Geomorfología Local.....	139
Plano 9. Geología Local.....	140
Plano 10. Vertientes Cuenca de Rio Seco.....	141
Plano 11. Pendientes.....	142
Plano 12. Uso de Suelo y Vegetacion.....	143
Plano 13. Vulnerabilidad de Comunidades.....	144
Plano 14. Zona de derrumbes.....	145
Plano 15. Inundaciones.....	146
Plano 16. Huaycos.....	147

## INTRODUCCIÓN

El presente estudio consiste en un levantamiento geológico-geotécnico que asocia actividades de campo, laboratorio y escritorio, con el fin de confeccionar un mapa de zonificación de la vulnerabilidad para la cuenca de la quebrada Arroyo Seco y aportantes esta corresponde a una sub-cuenca del río alameda y se encuentra ubicada en una zona agreste donde las altas precipitaciones aunadas a otros elementos como topografía de pendientes pronunciadas, sismicidad y meteorización generan grandes derrumbes, deslizamientos, huaycos e inundaciones que ponen en peligro vidas humanas, infraestructura y principalmente la vialidad disponible. Dado los daños conocidos y la frecuencia de fenómenos torrenciales se hace necesario el diseño de obras de ingeniería, que ayuden a controlar, corregir y conservar la estabilidad de dicha cuenca, aprovechando al máximo los recursos existentes para satisfacer las necesidades presentes y futuras de la población establecida.

Debido a esta situación el tesista desarrolla un plan de control de esta quebrada. Este proyecto desarrolla la caracterización geológica-geotécnica del área a partir de parámetros geomecánicos del terreno presentes en los taludes, aplicando diferentes métodos de clasificación geotécnica, para determinar la vulnerabilidad de las quebradas y así establecer el aporte de sedimentos al cauce, y de esa manera incrementar la seguridad aguas abajo, donde se encuentran obras de infraestructura vial y algunos sembríos.

La información generada de los estudios ha sido plasmada en diferentes mapas de zonificación donde se han reflejado las áreas estables e inestables, lo cual representará un aporte fundamental para el diseño posterior, a cargo de los profesionales de la Ingeniería Civil, de una serie de estructuras de contención conformada por pequeñas defensas ribereñas de concreto cerradas y abiertas que se encuentran en ejecución en el área de estudio. Por otra parte, este proyecto ha contribuido al fortalecimiento de las relaciones interinstitucionales de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga con los entes del Estado y la Sociedad.

# **CAPÍTULO I**

## I. GENERALIDADES

### 1.1.-Antecedentes.-

En el distrito de Ayacucho de la provincia de Huamanga, específicamente en la ciudad de Ayacucho, se han presentado durante los últimos años varios eventos naturales que han sido catalogados como desastres, representados principalmente por huaycos, inundaciones y derrumbes importantes. La ocurrencia de estos fenómenos geodinámicos ha aumentado de manera significativa, llegando a producir cuantiosos daños materiales como son la destrucción de infraestructura, viviendas, y servicios públicos así como pérdidas de vidas humanas y trastornos psicológicos.

EL INDECI (2004), realizó un estudio sobre el mapa de peligros en la ciudad de Ayacucho la cual determinó que la Quebrada de Arroyo Seco, Pilacucho, Islachayocc, Puca Puca , San Martín y otras presenta en su cauce acumulación de gran cantidad de escombros como resultado de anteriores crecidas y desprendimientos procedentes de las laderas, que por la profundidad, se han depositado en las partes más planas, donde hoy en día se han establecido una gran cantidad de viviendas a lo largo de la margen izquierda y derecha de estas quebradas. En dicho informe se establece algunas de las causas que pueden generar derrumbes, huaycos e inundaciones: pendientes inadecuadas de los taludes artificiales (taludes casi verticales); meteorización intensa de la formaciones sedimentarias y volcánicas, que generan suelos residuales, predominantemente arenoso-limosos, con características geotécnicas inadecuadas; precipitación moderada e intensa; tal es así que el 16 de diciembre del 2009, se produjo una lluvia intensa, que superó los registros pluviométricos de la ciudad, causando daños y muerte en el Centro Histórico, así como muchas viviendas colapsadas. A raíz de este desastre el Gobierno declara en emergencia la Provincia de Huamanga del Departamento de Ayacucho, a través del Decreto Supremo N° 080 – 2009 – PCM, donde entre otros precisa lo siguiente: “El Gobierno Regional de Ayacucho, los Gobiernos Locales involucrados, el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI, el Ministerio de Economía y Finanzas, el Ministerio de Vivienda y Construcción y Saneamiento, el Ministerio de Agricultura, el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, el Ministerio de la Mujer y Desarrollo Social, el Ministerio del Interior, el Ministerio de Educación y demás Instituciones y organismos del Estado, dentro de su competencia, ejecutarán las acciones inmediatas destinadas a la atención de la Emergencia y rehabilitación de las zonas afectadas y a la reducción y minimización de los riesgos existentes, acciones que pueden ser modificadas de acuerdo a las necesidades y elementos de seguridad que se vayan presentando durante su ejecución, sustentadas en los estudios técnicos de las entidades competentes”.

Mediante estudios publicados se informó que los derrumbes eran constantes, por lo tanto el estado de alerta se mantuvo por unos días luego de ocurrido el evento. Se dieron en la zona derrumbes de

grandes cantidades de suelo mezclado con lodo que bajaron por la Quebrada de Arroyo Seco y Puca Puca así como también de la quebrada de la prolongación San Martín; también se presentaron derrumbes de menor magnitud que igualmente causaron pérdidas en la población. En las actividades post evento, se llevaron a cabo una serie de monitoreos y diversos estudios hidrológicos que permitieron determinar que hay acumulaciones de material en las zonas altas productos de la irresponsabilidad de la gente de acumular desmonte y basura en los cauces de la quebrada y que probablemente pudo ser una de las causas del huayco.

## **1.2.-Problemática.-**

Las particularidades de la quebrada de Arroyo Seco le han otorgado con el transcurrir del tiempo un alto grado de vulnerabilidad y riesgo a deslizamientos, derrumbes huaycos e inundaciones, asociado a diferentes factores naturales y antrópicos. Los principales factores son sus características físicas, como la geomorfología y geología, el clima con la presencia de frecuentes e intensas lluvias, la edafología representada por capas de suelo suelto y altamente permeable y el relieve, caracterizado por pendientes fuertes. Así mismo existen factores antrópicos, entre los que están la deficiente y en algunos casos, inexistente planificación socioeconómica, que ha llevado al asentamiento poblacional en las riberas de las quebradas en mención, la sobreexplotación del recurso suelo que ha desprovisto de todo tipo de cobertura vegetal para dar lugar a una serie de actividades, tales como la construcción de edificaciones, que han sido altamente degradantes del mismo; la falta de programas de capacitación dirigidos a la población, para explicarles la manera de actuar ante eventos naturales como procesos geodinámicos y la aplicación de medidas de mitigación del riesgo o sistemas de alerta temprana.

Otro problema serio que presenta la zona de estudio, principalmente las zonas altas, es la deforestación. Los pobladores han eliminado parte de la cobertura vegetal, y como resultado de ello, disminuye la capacidad de retención de agua en el suelo, incrementando así la escorrentía superficial y en muchos casos causando fuertes erosiones, que originan serios problemas de inestabilidad en las laderas (INDECI 2004).

La modificación de los patrones de drenaje causados por el ser humano y el uso inadecuado de los terrenos debilitan, aún más, la precaria estabilidad de la zona. Este fenómeno es especialmente crítico en laderas de alta pendiente, lugares que en un pasado reciente estuvieron cubiertos por arbustos y vegetación. Con la deforestación se modifican los patrones de infiltración y de escorrentía superficial, perdiéndose adherencia en la capa superficial del terreno. Cambios en el drenaje natural del terreno al construirse las obras de la conducción del acueducto (cortes, botaderos, caminos), han generado concentraciones de escorrentía donde antes no existían, provocando que en sectores la erosión se acelere más (INDECI 2004).

Asimismo, la ausencia de un manejo integral de las cuencas hidrográficas presentes en la zona bajo estudio, conjuntamente con las diversas características de la misma y las diferentes expresiones de vulnerabilidad (antes, durante y después de los eventos) presentes, tales como física, social, económica y política, hacen de Ayacucho una región con un alto grado de vulnerabilidad ante amenazas naturales como son los huaycos, derrumbes, deslizamientos e inundación como el último evento sucedido en el año 2009 asociadas a las fuertes precipitaciones.

### **1.3 Importancia de la Investigación**

El creciente impacto que tienen las inundaciones pluviales sobre las economías a nivel municipal, provincial y regional de nuestro país ha alcanzado un nivel tal que resulta imprescindible profundizar las acciones estructurales y no estructurales para manejar y controlar adecuadamente el efecto de las precipitaciones en un marco climático que tiende a incrementarlas. A los factores climáticos desfavorables debemos agregar el hecho que en Ayacucho, al igual en otras ciudades del Perú, se ha registrado en las últimas décadas un aumento sustancial de la población urbana. Esta tendencia se ha visto acentuada en los últimos tiempos como consecuencia de las dificultades por las que atraviesan las economías regionales, que ha movilizó grandes cantidades de población hacia las ciudades provinciales y de la urbe ayacuchana en especial.

Como consecuencia de este proceso socio-económico, el crecimiento de las ciudades ha sido aún más desordenado, produciendo el crecimiento anárquico de las superficies impermeables y la consecuente falta de espacio para el manejo de los escurrimientos superficiales. Es entonces que las dificultades de lograr un drenaje eficiente de las lluvias se multiplican.

A la suma de cuestiones topográficas, hidrológicas, hidráulicas, de densidad y distribución poblacional, de emplazamiento de la capacidad industrial y de la infraestructura de transporte así como también los usos y costumbres de la gente, se suma cada vez con mayor intensidad el efecto negativo multiplicador provocado por el mal manejo (o falta del servicio en la mayoría de las localidades) de la recolección de los residuos sólidos urbanos, que frecuentemente provocan el atascamiento de los canales naturales y/o artificiales de drenaje pluvial, alcantarillas urbanas y también conductos.

Para determinar el riesgo al que está expuesta una población, se deben tomar en cuenta dos aspectos: la vulnerabilidad que viene dada por el grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos bajo riesgo, resultado de la probable ocurrencia de un evento, expresada a una escala determinada; y la amenaza o peligro, que es la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio determinado (INDECI, 2004).

El riesgo está altamente influenciado por la vulnerabilidad y ésta a su vez viene dada por las condiciones en la que se encuentra una población. En este caso específico, la región de Ayacucho presenta una vulnerabilidad generada principalmente por sus características naturales, antrópicas y las interacciones entre éstas. Los eventos que allí se han presentado han llegado a la denominación de desastres por las cuantiosas pérdidas que han ocasionado. Así mismo, dichas pérdidas han sido generadas por la inexistencia de un plan de mitigación y prevención, así como el desconocimiento por parte de los pobladores de cuáles son las principales causas que pueden originar un desastre y la forma de prepararse para enfrentar estos eventos.

Otro aspecto importante de considerar es el manejo que se ha dado a las cuencas de la zona, ya que las cuencas hidrográficas por ser las unidades físicas donde convergen actividades antrópicas con fenómenos naturales y donde interactúan los sistemas biofísico y socioeconómico, deben ser constituidas como unidades integrales de manejo, donde se desarrollen y planifiquen acciones sostenibles que permitan la reducción de la vulnerabilidad a los diferentes riesgos y amenazas presentes.

El distrito de Ayacucho debido a los antecedentes de huaycos que presenta, requiere con premura un proceso de planificación, organización y acción para enfrentar tales amenazas, bien sea antes de que estos ocurran, a través de planes de mitigación y prevención, como un sistema de alerta temprana, o a través de un buen mecanismo de evacuación, incluso después del evento, mediante adecuados planes de rehabilitación.

Otro aspecto que otorga importancia a esta investigación es la percepción de los habitantes de las zonas aledañas a las quebradas en el distrito de ayacucho sobre los eventos naturales de mayor peligrosidad para su comunidad, que la mayoría considera que son los deslizamientos. La presente investigación consiste en un análisis integral que permitirá conocer y ubicar las amenazas presentes en la zona, así como determinar la vía más expedita de prevenir el desarrollo de las mismas, por medio de la evaluación de la vulnerabilidad en la que se encuentran los pobladores de ésta y a través del planteamiento de lineamientos y estrategias de mitigación y reducción del riesgo.

Ante la reciente situación de desastres en la cuenca de la quebrada Arroyo Seco y la amenaza latente a la que están expuestos los habitantes de la zona, debido a la complejidad de los procesos geológicos y al comportamiento mecánico de los suelos y rocas, nace la iniciativa de realizar estudios que aporten información geotécnica que permita determinar las zonas de mayor vulnerabilidad con el fin de plantear soluciones de ingeniería que sirvan como aporte para programas de planificación urbana y prevención de situaciones de emergencia, así como estrategias de orientación a la población. Siendo la cuenca de la quebrada de arroyo seco y aportantes uno de los torrentes de mayor descarga de sedimentos al río Alameda, el tesista consideró que debía comenzarse con un estudio detallado de la misma y que posteriormente se realizaran los estudios de los otros torrentes comprendidos entre las poblaciones de los Olivos y aportantes de la ciudad de Ayacucho.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Analizar de manera integral la vulnerabilidad a huaycos en la zona de estudio, zonas aledañas al área de interés quebradas aportantes a Arroyo Seco en la ciudad de Ayacucho como base para un proceso de planificación y gestión del riesgo en la zona.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Identificar y describir las principales amenazas a eventos geodinámicas presentes en el distrito de Ayacucho.
- Estimar la vulnerabilidad a huaycos, inundaciones, derrumbes y deslizamientos en la zona de estudio.
- Efectuar un análisis de las laderas en el área, para determinar las zonas inestables que pueden aportar la mayor parte de sedimento al torrente por efectos de la erosión.
- Confeccionar mapas de zonificación en los que se reflejará la calidad de los afloramientos y las zonas que pueden o no presentar problemas geotécnicos, tomando en cuenta los parámetros geológicos geomorfológicos y geotécnicos.
- Determinar zonas críticas a fenómenos geodinámicos en la zona de estudio
- Determinar la participación de actores locales y externos en la problemática de desastres en la zona de estudio
- Plantear lineamientos, estrategias y acciones para el manejo y mitigación del riesgo a fenómenos de geodinámica externas en la zona de estudio.

## **CAPÍTULO II**

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Fenómeno o evento natural

Es toda manifestación de la naturaleza, se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. Los fenómenos naturales de extraordinaria ocurrencia pueden ser previsibles o imprevisibles dependiendo del grado de conocimiento que los hombres tengan acerca del funcionamiento de la naturaleza. La ocurrencia de un fenómeno natural sea ordinario o incluso extraordinario no necesariamente provoca un desastre natural (Marskey, 1993). Entendiendo que la tierra está en actividad, puesto que no ha terminado su proceso de formación y que su funcionamiento da lugar a cambios en su faz exterior, los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre. Todo lo anterior indica que los efectos de ciertos fenómenos naturales no son necesariamente desastrosos, pero si lo son cuando los cambios producidos afectan una fuente de vida con la cual el hombre contaba o un modo de vida realizado en función de una determinada geografía. Los fenómenos naturales no se caracterizan por ser insólitos, más bien forman conjuntos que presentan regularidades y están asociados unos con otros.

Alrededor del mundo, los valles presentes en regiones agrestes han experimentado un desarrollo económico acelerado como respuesta del crecimiento de la población y demanda asociada por el aumento de actividades como minería, forestal y agrícola. Este crecimiento económico ha demandado la expansión de facilidades de transporte y telecomunicación. La breve historia de este desarrollo humano extensivo en algunos países, hace muy difícil la evaluación de amenazas de fenómenos geodinámicos potenciales y contramedidas apropiadas. En muchas regiones huaycos de gran magnitud e inundaciones extraordinarias son eventos poco frecuentes. En comparación con el período de vida del ser humano, su ocurrencia es tan lenta como para calmar a muchos y llevarlos a un falso estado de seguridad respecto a amenazas a estos fenómenos, especialmente en zonas con bajo relieve. Descripciones históricas de deslizamientos a menudo proveen una visión en cuanto a otros aspectos del desarrollo de los conocimientos científico y de ingeniería (Turner y Schuster, 1996).

### 2.2 Deslizamientos

Los deslizamientos (figura 1) se definen como el movimiento lento o rápido, pendiente abajo, de la parte superficial de la corteza terrestre (suelos o rocas). Estos deslizamientos se producen en laderas que poseen características favorables para su desarrollo como relieves fuertes, rocas y/o suelos de baja resistencia, estructuras adversas (inclinaciones de los materiales, fracturas a favor de la pendiente). A estas condiciones propias del terreno se le deben sumar factores externos como la

sismicidad, el vulcanismo y las precipitaciones. En un segundo plano se deben considerar la deforestación, las aguas subterráneas, la presencia de arcilla entre los estratos y fisuras.

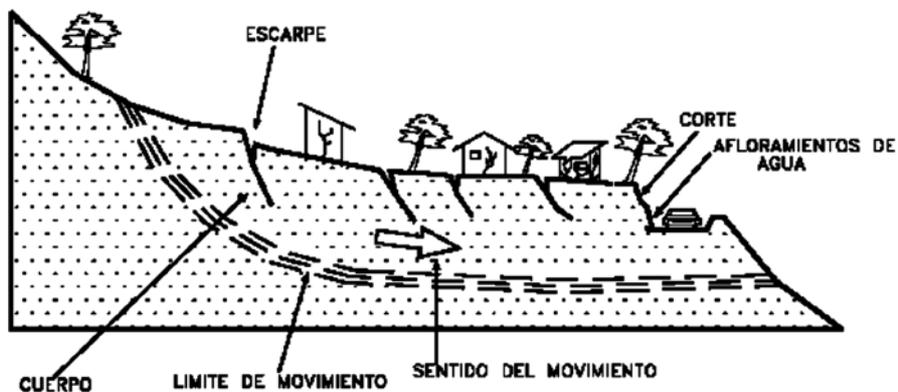


Figura 1. Representación esquemática de un deslizamiento

Los daños que causan los deslizamientos se dan tanto sobre la cobertura vegetal como en las obras de infraestructura ubicadas en el área de influencia del fenómeno, que pueden incluir áreas topográficamente inferiores y superiores al fenómeno. La figura 2 señala algunos indicadores de movimientos lentos de suelo.

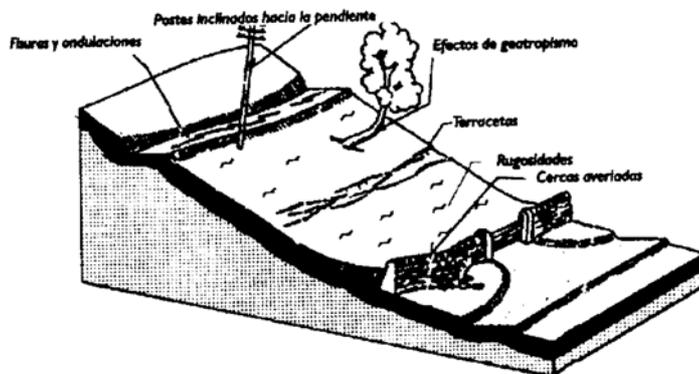


Figura 2. Evidencia de movimiento lento durante los deslizamientos

Los deslizamientos son frecuentemente provocados por terremotos. Sin embargo, en muchos casos son causados por erupciones volcánicas, fuertes precipitaciones, crecimiento de aguas subterráneas, socavamiento de ríos y otros mecanismos (OEA, 1991). Algunos de los factores que determinan el proceso de deslizamientos son:

- Clima: de acuerdo a las características que presenta puede favorecer la inestabilidad del subsuelo al aportar una suficiente cantidad de agua, que llegue a superar la capacidad de infiltración del mismo.
- Relieve: presencia de laderas con pendientes pronunciadas que incrementan el riesgo a los deslizamientos.
- Geología: aporta un número de parámetros importantes para comprender la desestabilización de las laderas, algunos de los cuales se mencionan a continuación: a) Litología: los tipos de rocas y la calidad de los suelos determinan en muchos casos la facilidad con la que la superficie se degrada; b) estructura: determinan zonas de debilidad (fallas o plegamientos), o la colocación de los materiales en posición favorable a la inestabilidad; c) sismicidad: las vibraciones provocadas por sismos pueden ser lo suficientemente fuertes como para generar deslizamientos; d) vulcanismo: es un elemento disparador de inestabilidad tanto por la propia actividad volcánica, como por la acumulación progresiva de materiales fragmentarios.
- Factores antrópicos: la actividad constructiva y/o destructiva del hombre, contribuye a provocar o acelerar los fenómenos nombrados, cuando la actividad humana se realiza sin una adecuada planificación. Otros aspectos que influyen relevantemente son, en primer lugar la ausencia de capacitación de la población ante tales amenazas y en segundo lugar la inexistencia de medidas de control y mitigación.

### **2.3 Derrumbes.**

Los derrumbes pueden ser definidos como el desplazamiento caótico vertical de grandes masas de tierra, barro o piedra y generalmente sucede en zonas de suelos inestables, agudizándose la posibilidad de ocurrencia en épocas de lluvia. Los derrumbes tienen lugar en cortes de quebradas con taludes de fuerte inclinación, conformadas por suelos de estructura granular poco consolidada y por rocas de alto grado de fracturamiento capaces de liberar fragmentos de diferente tamaño por acción de la gravedad y otros factores como la lluvia y el viento.

Éste fenómeno tiene carácter localizado sin mayores consecuencias que el de acumular material al pie de taludes, contribuyendo al transporte de sólidos hacia las partes bajas por acción del agua. En consecuencia, se puede mencionar que los factores que inciden en la actividad de los fenómenos de origen geológico-climático son las condiciones geomecánicas de las rocas y suelos, la pendiente pronunciada de laderas y taludes de quebradas, erosión y transporte del agua y en menor grado, la acción del viento. Un factor que cabe mencionar es la actividad humana, es la ejecución de cortes en carreteras y la extracción de materiales mediante canteras, produciendo inestabilidad y remoción de masa detrítica, que en conjunto incrementan los fenómenos de origen geológico-climático.

## **2.4 Huaycos o Aluviones.**

Los huaycos o aluviones (o *llocllas* en el idioma quechua) son flujos de lodo y piedras con gran poder destructivo, muy comunes en el Perú. Se forman en las partes altas de las microcuencas debido a la existencia de capas de suelo deleznable en la superficie o depósitos inconsolidados de suelo, que son removidos por las lluvias. Los huaycos se producen en mayor medida en las cuencas de la vertiente occidental de la cordillera de los Andes. Las zonas afectadas por un huayco son espacios delimitados por una determinada quebrada, produciéndose las principales afectaciones en el delta o cono de depósito. Los daños que produce un huayco son considerables por su gran energía, destruyendo o arrasando todo a su paso, demoliendo incluso estructuras de concreto armado. Al igual que las inundaciones, los huaycos se producen durante la temporada de lluvias, entre diciembre y abril. En años de la corriente del Niño se incrementa el número y la magnitud de estos torrentes de lodo, debido a las lluvias intensas que caen sobre las cuencas costeñas poniendo en actividad a muchas quebradas y torrenteras, pudiendo en algunos casos represar el río hacia el cual descargan su flujo. Los huaycos arrasan viviendas y cultivos, destruyen tramos de carreteras y la infraestructura sanitaria. Los aluviones son ríos de rocas, tierra y otros elementos saturados de agua. Se desarrollan cuando el agua se acumula rápidamente en el suelo, a raíz de lluvia intensa o deshielos rápidos, convirtiendo el terreno en un río de barro. El barro puede fluir rápidamente por una ladera o quebradas y ataca con poco o sin aviso, a gran velocidad. El río de barro puede viajar muchos kilómetros desde su origen, aumentando de tamaño a medida que arrastra árboles, autos y otros elementos en el camino. Los aluviones generalmente se repiten en lugares donde ya han sucedido antes. Los derrumbes ocurren cuando rocas, tierra y otros elementos bajan por una ladera. Pueden ser pequeños o grandes y moverse a muy baja o muy alta velocidad. Los derrumbes se activan por tormentas, fuego o modificaciones que el ser humano efectúa en el terreno. También pueden producirse como resultados de terremotos o erupciones volcánicas. Los derrumbes y aluviones normalmente se presentan sin aviso. La fuerza de las rocas, tierra y otros elementos bajando puede destruir todo a su paso, y cortar tendidos eléctricos de agua y alcantarillado.

## **2.5 Inundaciones.**

Una Inundación es la ocupación por parte del agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, bien por desbordamiento de ríos y ramblas por lluvias torrenciales o deshielo, o mares por subida de las mareas por encima del nivel habitual o por avalanchas causadas por maremotos. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido la causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos, tierras fértiles donde tradicionalmente se ha desarrollado la agricultura en vegas y riberas.

## **2.6 Problemática de los desastres.**

Lavell en 1997, establece que se debe definir la problemática de los desastres como un problema no resuelto del desarrollo, bajo el precepto de que los desastres no son un problema de la naturaleza **per se** sino más bien un problema de la relación entre lo natural y la organización y estructura de la sociedad; así mismo determina que:

a) Los grandes eventos rara vez suceden en áreas o zonas que no hayan sido afectadas por repetidos fenómenos similares de menor escala.

b) Como consecuencia de lo anterior, los aprendizajes sobre las reacciones y las respuestas de los pobladores, los mecanismos de mitigación que se implementan, las percepciones existentes de amenaza y riesgo, los procesos que aumentan o disminuyen las amenazas y las vulnerabilidades sociales; y, por ende, las evidencias que estos conocimientos aportan para la implementación de esquemas de manejo de desastres, pueden generarse mejor en un contexto donde la investigación reconstruya históricamente los procesos de desarrollo de zonas o regiones, el significado de las amenazas y los desastres en estos procesos y las formas en que la experiencia histórica con eventos de menor escala condiciona las reacciones, vivencias y respuestas de los pobladores a posibles eventos de magnitud.

c) Los pequeños y medianos eventos constituyen antesalas de los grandes. El descuido de las condiciones ambientales o sociales que permiten la existencia de aquéllas, en muchos casos garantiza un paulatino o hasta abrupto incremento en la magnitud de los impactos en el futuro. Entonces, se puede afirmar que la mitigación y la prevención exitosa comienzan con una decidida atención a las condiciones que promueven desastres de menor escala, y en espacios menores. Dejar pasar por alto estas condiciones induce a su crecimiento y un aumento en la probabilidad de desastres mayores en el futuro. Esta atención debe darse dentro de un esquema de planificación participativa para el desarrollo a nivel nacional, pero particularmente a nivel regional, local y comunitario.

## **2.7 Situación vulnerable.**

Ser vulnerable a un fenómeno natural es ser susceptible de sufrir daño y tener dificultad de recuperarse de ello. No toda situación en que se halla el ser humano es vulnerable, ya que hay situaciones en las que la población sí está realmente expuesta a sufrir daño de ocurrir un evento natural peligroso (sismo, aluvión, huracán, tempestad eléctrica, etc.) sin embargo hay otras, en que la gente está rodeada de ciertas condiciones de seguridad, por lo cual puede considerarse protegida (Marskey, 1993).

La vulnerabilidad de los pueblos se da:

- 1) Cuando la gente ha ido poblando terrenos que no son buenos para vivienda, por el tipo de suelo, por su ubicación inconveniente.
- 2) Cuando ha construido casas muy precarias, sin buenas bases o cimientos, de material inapropiado para la zona, que no tienen la resistencia adecuada.
- 3) Cuando no existen condiciones económicas que permitan satisfacer las necesidades humanas (dentro de las cuales debe contemplarse la creación de un hábitat adecuado).

Esta falta de condiciones socioeconómicas puede resultar en desempleo o subempleo y, por consiguiente falta de ingreso, escasez de bienes, analfabetismo y bajo nivel de educación, formas de producción atrasadas, escasos recursos naturales, segregación social, concentración de la propiedad, entre otros.

Si los hombres no crean un ambiente seguro para vivir es por dos razones: la necesidad extrema y la ignorancia. Ambas razones a su vez tienen causas detectables y modificables, algunas de las cuales forman parte de la misma estructura social y económica de un país.

De otro lado, las precarias condiciones económicas son por sí mismas también condiciones de vulnerabilidad, ya que la magnitud de daño real es mayor si la población carece de los recursos a partir de los cuales pueda recuperarse.

Hay condiciones de vulnerabilidad física detrás de las cuales hay causas socioeconómicas. Ahora se puede entender la responsabilidad del hombre en la producción de los desastres naturales, sabiendo que los fenómenos naturales ningún daño causarían si se hubiera entendido cómo funciona la naturaleza y de ahí crear un ambiente acorde con dicho conocimiento.

## **2.8 La vulnerabilidad global**

Wilchex-Chaux en 1993 define la vulnerabilidad como el grado de pérdida (que puede ser medido de 0 a 100 por ciento) generado como resultado de la acción o presencia de un fenómeno potencialmente dañino en un lugar específico. El riesgo es directamente proporcional a la vulnerabilidad, esto es, cuanto mayor es la vulnerabilidad, mayor será el riesgo en el que se encuentra una región o población en particular. La vulnerabilidad global se divide en distintas vulnerabilidades que se encuentran interconectadas entre sí, pudiendo destacar que estas divisiones son sólo diferentes perspectivas que permiten evaluar la vulnerabilidad como un fenómeno global y entre éstas están:

### **2.8.1 La vulnerabilidad natural.**

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

### **2.8.2 La vulnerabilidad física.**

Está referido directamente a la ubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo, y las deficiencias de sus infraestructuras para absorber los efectos de dichos riesgos.

### **2.8.3 La vulnerabilidad Social.**

Se refiere al nivel de cohesión interna que posee una comunidad. Cuanto mejor y mayor se desarrollen las interrelaciones dentro de una comunidad, es decir sus miembros entre sí y a su vez con el conjunto social, menor será la vulnerabilidad presente en la misma. La diversificación y fortalecimiento de organizaciones de manera cuantitativa y cualitativa encargadas de representar los intereses del colectivo, pueden considerarse como un buen indicador de vulnerabilidad social, así como mitigadores de la misma.

### **2.8.4 La Vulnerabilidad Política.**

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

### **2.8.5 La vulnerabilidad Técnica.**

Viene dada por la presencia y/o ausencia de infraestructuras o diseños de edificaciones resistentes o adaptables a la diversidad de eventos o amenazas a la cual está una comunidad expuesta.

### **2.8.6 La vulnerabilidad educativa.**

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

### **2.8.7 La vulnerabilidad ecológica.**

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

### **2.8.8 Vulnerabilidad económica.**

Viene dada directamente por los indicadores de desarrollo económico presente en una población, pudiéndose incluso afirmar que cuanto más deprimido es un sector, mayor es la vulnerabilidad a la que se encuentra ante los desastres, es importante acotar que al inicio los desastres viene dado directamente por la presencia de un fenómeno natural, pero es la vulnerabilidad humana, la degradación ambiental, el crecimiento demográfico y la falta de preparación y educación ante los mismos, los factores que dominan los procesos de desastres, llegándolos a convertir en catastróficos.

### **2.8.9 Vulnerabilidad institucional**

Viene representada por la presencia o ausencia de organizaciones o comités encargados de velar por el adecuado manejo y coordinación de las situaciones de emergencias presentes, como consecuencias de un fenómeno o desastre, esto se traduce en la capacidad de respuesta ante tales situaciones de emergencia.

## **2.9 Evaluación de vulnerabilidad**

Los estudios de vulnerabilidad estiman el grado de pérdida o daño que pueda causar la ocurrencia de un evento o fenómeno natural de determinada severidad. Los elementos analizados incluyen poblaciones, instalaciones y recursos físicos tales como centros de producción, lugares de reunión pública y patrimonio cultural y actividades económicas y funcionamiento normal de la población (OEA, 1991).

La vulnerabilidad de áreas geográficas seleccionadas, como por ejemplo las de mayor potencial de desarrollo o las ya desarrolladas que estén ubicadas en zonas peligrosas, pueden estimarse.

## **2.10 El Riesgo: riesgo total**

El riesgo puede entenderse como el resultado de relacionar la amenaza o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno y la vulnerabilidad de los elementos expuestos. Para que exista un riesgo, debe haber tanto una amenaza, como una población vulnerable a sus impactos (Lavell, 1996).

Para controlar el riesgo de forma eficiente, se requiere información sobre la magnitud del riesgo enfrentado (evaluación del riesgo) y la importancia que la sociedad le da a la reducción de ese riesgo (valoración del riesgo). Existen tres componentes esenciales en la cuantificación del riesgo:

- Probabilidad de que ocurra la amenaza: la probabilidad de que ocurra una amenaza natural específica a un nivel de gravedad en un período específico en el futuro.
- Elementos en riesgo: un inventario de aquellas personas o cosas (en su sentido más amplio) que están expuestas a la amenaza.
- Vulnerabilidad: el grado de pérdida de cada elemento si ocurriese una amenaza de una gravedad determinada.
- El riesgo puede calcularse mediante la fórmula:  
$$\text{Riesgo} = \text{vulnerabilidad} * \text{amenaza}.$$

Lo que se busca para disminuir el riesgo a desastre, es reducir la vulnerabilidad en la que se encuentra una comunidad, mediante medidas de prevención y mitigación, ya que la amenaza por ser un elemento específicamente natural no es controlable por el ser humano.

### **2.10.1 Enfoques del riesgo**

El análisis del riesgo ha sido enfocado a través del tiempo de distintas maneras, apoyándose en las ciencias que contribuyen a explicar y entender los fenómenos involucrados en la presencia del mismo. En un principio las ciencias naturales enfocaron al riesgo y los desastres como sinónimos de eventos físicos extremos, los que se denominaron desastres naturales. En este sentido eventos como un terremoto, erupción volcánica, huracán, inundación u otro fenómeno era considerado un desastre. En consecuencia el estudio de esta área se concentró en procesos geológicos, meteorológicos, hidrológicos y otros procesos naturales que generan amenazas naturales, identificando ubicación, frecuencia, magnitud e intensidad y distribución espacial de las amenazas de dichos fenómenos. (Wilches-Chaux, 1998).

Así mismo, han ido conjugándose las visiones de otra ciencias acerca del riesgo, tal es el caso de las ciencias aplicadas como la ingeniería, cuyo enfoque ha permitido diseñar obras estructurales que permiten reducir el impacto de eventos como sismos o inundaciones. Las ciencias sociales han contribuido de manera importante al conocimiento de la percepción de las amenazas, y cómo tal percepción influye en las decisiones que toma una población respecto al uso de los recursos

naturales. También aportaron un elemento fundamental al indicar que los desastres tienen causas humanas (la vulnerabilidad) y no solo naturales, y que las sociedades y comunidades expuestas a determinadas amenazas son homogéneas.

El enfoque holístico del riesgo ha tenido por objetivo crear un modelo de trabajo que integre los aportes del enfoque social y natural, así como las pérdidas y daños y las estrategias de mitigación de las mismas; esto permite que la percepción y valoración del riesgo por las comunidades y las estrategias de gestión que adopten frente al riesgo, determinan el valor social del mismo.

#### **2.10.1.1 Riesgo específico**

El grado de pérdidas esperadas debido a la ocurrencia de un fenómeno particular y como una función de la amenaza y la vulnerabilidad (Sarmiento 1996).

#### **2.10.1.2 Riesgo ambiental**

Este tipo de riesgo busca estudiar el impacto de los desastres naturales sobre el ambiente e identificar los principales riesgos ambientales, así como las consecuencias que eventos como sismos, inundaciones, deslizamientos y huracanes, pueden tener sobre el ambiente en el corto, mediano y largo plazo. Esto incluye también los principales riesgos industriales y las consecuencias sociales y económicas de los accidentes industriales (Sarmiento 1996).

#### **2.10.1.3 Riesgo industrial**

Estudia las características y consecuencias que pueden causar los accidentes industriales al ambiente. Evalúa las pérdidas sociales y económicas que pueden ocurrir por el manejo inadecuado de los riesgos industriales (Sarmiento 1996)

#### **2.10.1.4 Riesgo Antrópico**

Evalúa los desastres ocasionados por elementos y actividades producidas por el hombre, así como manejo de desechos y aguas negras.

### **2.11 Desastre y Desarrollo**

Millones de personas de bajos recursos que habitan en países del tercer mundo, son permanentemente afectados por los procesos de desastres y un porcentaje significativo de éstos, son

altamente vulnerables a eventos como inundaciones y sequías y a escasez de alimentos, de agua y de madera como combustible (Wijkman -Timberlake, 1988).

Como los desastres y la escasez de recursos van en constante aumento, es obvio que los actuales esfuerzos de desarrollo han tenido muy poco efecto en estas áreas; la razón de esto puede ser que raramente el desarrollo rural es la prioridad dentro de los planes de desarrollo, tal como debería ser. Se puede afirmar que la prevención de los desastres en los países del tercer mundo es posible, necesaria y urgente. Sería posible, debido a que las causas y efectos de los desastres dependen directamente del grado y magnitud de las actividades humanas. Así cómo es posible, también es necesario. El daño innecesario que se ha ocasionado no solo a los humanos sino también al ambiente ha alcanzado enormes proporciones y la asistencia en emergencias no puede conocer adecuadamente las necesidades de las víctimas. La prevención se hace cada vez más apremiante, antes de que la frecuencia y severidad de los desastres lleguen a ser inmanejables. La prevención y mitigación de desastres es así, un aspecto principal del desarrollo. En algunas regiones, la prevención del desastre debe ser la principal meta de los países desarrollados que aportan asistencia de desarrollo. Así mismo, las intervenciones de ayuda, de ser posible, deben estar relacionadas directamente con los programas de desarrollo. La vulnerabilidad ambiental y la pobreza están mutuamente reforzándose: 80% de habitantes de escasos recursos en Latinoamérica, 60% en Asia y 50% en África, viven en tierras marginales que se caracterizan por su baja productividad y alta vulnerabilidad a la degradación ambiental y a los desastres naturales. Los países en desarrollo, los cuales otorgan alta prioridad a la producción de alimentos, tienen muy pocos recursos que le permiten reducir el riesgo a desastres. Las crecientes pérdidas económicas en los países industrializados, presentan un panorama similar, ya que los esfuerzos de mitigación no mantienen la misma velocidad que los factores que aumentan la vulnerabilidad (IDNDR and World Bank, 1995).

## **2.12.-Manejo de cuencas hidrográficas en la prevención de desastres**

En años recientes se ha comenzado a estudiar la cuenca con un nuevo enfoque, donde no solo se entiende la misma como el territorio limitado por cerros y partes elevadas de montañas, de los cuales se configura una red de drenaje superficial que en presencia de precipitación, forma escurrimiento para llevar esta agua a un río más grande o incluso al mar, sino que busca entender y estudiar la cuenca como la unidad donde no solo se presentan dichos elementos biofísicos sino, donde convergen una serie de factores como son los biológicos y los antrópicos. El nuevo enfoque de cuencas la considera como una unidad integral, donde se conjugan una serie de elementos y factores que interactúan dentro de la misma y donde, principalmente por acción del hombre, se generan cambios y modificaciones en la misma de tal magnitud, que en algunos casos pueden llegar a ser irreversibles, e incluso generadoras de desastres. Para lograr un manejo adecuado de las

cuencas es necesario realizarlo de manera integral, tomando en cuenta que como sistema, todos sus elementos se interrelacionan, tal es el caso de las partes altas y bajas de la cuenca, ya que las actividades que se llevan a cabo en la parte alta de la misma, repercuten significativamente en las partes bajas de la cuenca., es por ello que se debe considerar la cuenca como un sistema. Entonces el manejo integrado de una cuenca es dar uso racional y sostenido de los recursos que en ella están, con el objetivo principal de mantener los elementos biofísicos y biológicos de la misma en completa armonía, así como asegurar que la misma siga proporcionando bienes y servicios al hombre que finalmente se traducirá como desarrollo sostenible .Así mismo, está evidenciado que cuanto más degradación exista en las cuencas, mayor será su vulnerabilidad ante eventos naturales sea cual sea su magnitud. Tal es el caso del distrito de Orosi, donde aun cuando predominan las pendientes empinadas, la actividad principal es la agrícola y para llevar a cabo tal actividad, el hombre ha desprovisto de gran parte de la cobertura vegetal que ahí existía, quedando el suelo descubierto y altamente vulnerable, ya que es menor su capacidad de soportar las grandes cantidades de agua que precipita, causando en muchos casos, deslizamientos.

### **2.13.- La Mitigación como un proceso**

Marskey en 1993, distingue dos tipos de mitigación, la popular, que va a favor del cambio y la oficial, que va en contra del cambio, establece que la mitigación popular tiene dos objetivos diferentes pero a la vez interrelacionados:

- Mitigar el riesgo presentado por elementos vulnerables a una determinada amenaza en un momento dado, para resolver problemas inmediatos enfrentados por la población.
- Progresivamente reducir la vulnerabilidad de la población mediante la transformación de las relaciones de producción (económicas, territoriales, ecológicas, sociales, culturales y políticas) que la condicionan. Entonces la mitigación popular podría verse como una actividad con dos ejes: un eje que consiste en la implementación de medidas específicas de mitigación y otro que consiste en la profundización de la conciencia de la vulnerabilidad y de la organización social necesaria para reducirla, entonces, la mitigación popular consiste en lograr un equilibrio entre ambos ejes.
- Para lograr una efectiva implementación de programas es necesario partir de la dimensión micro, ya que es normalmente el punto de entrada más accesible para acceder a la dimensión macro. En el caso de la mitigación popular es la mitigación de riesgos locales específicos la que sirve como ventana para acceder a la transformación de los procesos que condicionan la vulnerabilidad en términos más amplios. La característica principal de la mitigación popular entonces es que mientras puede incorporar acciones de mitigación a muchos diferentes niveles, siempre tiene su base firmemente enraizada en la comunidad, a

nivel local, ya que normalmente significa algún nivel compartido de organización social y que esta organización normalmente tiene su base en un área geográfica limitada. En la mayoría de los contextos y frente a diferentes amenazas, la mitigación normalmente incluye medidas en distintos niveles de acción, los cuales se encuentran superimpuestos y coexisten simultáneamente, por ejemplo, se pueden identificar algunos niveles de intervención:

Mejoramiento de las construcciones nuevas y existentes, correspondiendo al nivel de intervención de familias individuales y en otros casos a organizaciones comunales.

- Construcción de diques y otras formas de defensa ribereña, correspondientes al nivel de intervención de organizaciones comunales y en ocasiones a gobiernos locales.
- Implementación de obras a gran escala como la canalización de ríos, el manejo de cuencas hidrográficas y la reforestación cuyo nivel de intervención corresponde a la corporación regional de desarrollo del conjunto de gobiernos locales o a sectores del gobierno central.
- Implementación de políticas y normas de planificación urbana y regional, políticas económicas y agrarias y otras que evitan el deterioro de las cuencas hidrográficas y la urbanización descontrolada de terrenos inhabitables, que corresponde al nivel de gobierno central, representados por diversos Ministerios.

Muchas comunidades deciden implementar sus propias medidas de mitigación a nivel local. A través de sus propias organizaciones demandan los recursos necesarios de los organismos nacionales y regionales del gobierno central. Sólo cuando las decisiones se toman a nivel comunal y filtran para arriba es posible evitar las ineficacias que resultan cuando se implementan acciones locales en base a decisiones centralizadas

Para plantear lineamientos y acciones para el manejo y mitigación del riesgo a fenómenos geodinámicos, es necesario tener una concepción clara acerca de lo que es prevención. En un sentido común, prevenir significa actuar con anticipación para evitar que algo ocurra.

En el caso específico de los desastres, lo más deseable es evitar que ocurra el desastre. Sin embargo, una vez que se presenta el desastre sigue siendo totalmente viable la idea de continuar previniendo. El cuadro a continuación muestra y describe brevemente las diferentes fases de un desastre.

Cuadro 1. Fases en los Ciclos de Desastre

Fase	Descripción
Antes	Equivale a lo que podríamos llamar situación inicial de riesgo
Durante	Concreción del riesgo en el desastre propiamente como tal. Predominan acciones de respuesta y rehabilitación.
Después	Fase en que la población aplica la capacidad de acción recuperada para hacer frente a las “secuelas” del desastre. Predominan objetivos de reconstrucción.

Se establece que en todas las fases del desastre se puede y se debe hacer prevención, ya que situarla en sólo una se necesitaría poner fronteras fijas entre las mismas, es decir, desconocer que forman parte integral de un mismo proceso, así: el durante no podría verse desligado de las condiciones de vida existentes antes y las secuelas identificadas en el después por lo general no serán más que la revelación o profundización de problemas ya existentes en el antes. La prevención es una intencionalidad práctica que atraviesa todo el proceso de desastre y que da lugar a diferentes objetivos y acciones en cada una de ellas. El cuadro 2 presenta ciertas acciones típicamente relacionadas con los desastres de acuerdo al nivel preventivo en que se sitúan.

Cuadro 2. Objetivos de la prevención en la fase de un desastre

Fase/ Desastre	Niveles de Prevención		
	Primario	Secundario	Terciario
	Antes	Durante	Después
Objetivos Básicos	Transformar situación de riesgo para impedir su concepción	Mitigar efectos sobre: personas, hábitat, recursos productivos e Infraestructura.	Superar secuelas del desastre
Acciones específicas y (ejemplos)	<p><b>Relacionadas con las amenazas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Detección y Evaluación de las amenazas presentes.</li> <li>• Eliminación/control de amenazas naturales y antrópicas.</li> <li>• Regulación del uso del suelo.</li> <li>• Implementación de sistemas de alerta temprana en las comunidades donde no las hay.</li> </ul> <p><b>Relacionadas con la vulnerabilidad:</b> Eliminación, reducción, control de factores de vulnerabilidad</p>	<p><b>Evacuación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Atención de personas damnificadas o en peligro.</li> <li>• Atención médica y psicológica de urgencia.</li> </ul> <p><b>Rehabilitación</b> Actividades destinadas a reducir los efectos destructores del evento, especialmente en los servicios básicos, producción y transportes. Otras formas de respuesta organizada</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programas de salud mental</li> <li>• Reorganización del sector socio productivo.</li> <li>• Reconstrucción de infraestructuras.</li> </ul>

Así como las fases diferenciadas en el proceso de desastre son indisolubles, también lo son las acciones preventivas, es por ello que la prevención primaria incide directamente sobre el riesgo, es decir, constituye un intento de evitar la producción y encadenamiento de amenazas y factores de vulnerabilidad; por otra parte, la extensión e intensidad de las demandas que se generen en el nivel

preventivo terciario dependerán de la eficacia lograda en el nivel secundario y éstos últimos de los avances conseguidos a nivel primario. Es por ello que, algunas estrategias para mitigar los fenómenos geodinámicas son evitar la construcción en áreas peligrosas y ciertos usos del suelo que puedan provocar movimientos masivos. A fin de incluir estas estrategias en la planificación del desarrollo se requiere información sobre la posibilidad de ocurrencia de un deslizamiento, dicha información solo debe compilarse para aquellas áreas donde el uso de la tierra presente o futuro sea intenso, ya que la mitigación no es necesaria en usos no intensivos, tales como tierras destinadas a pastoreo o forestación (OEA, 1991)

La rehabilitación y la reconstrucción deben ser asumidas como oportunidades de desarrollo es decir evitar que el desastre genere nuevos obstáculos para el desarrollo de la población afectada o agrave los ya existentes y aprovechar las diversas opciones de cambio sociopolítico y económico que dichas acciones albergan. En lo que respecta a las emergencias y los desastres, una determinada acción tendrá contenido preventivo cuando de cualquier forma esté encaminada a evitar daños y trastornos mayores y, así como favorecer condiciones para la recuperación material y psicosocial de los afectados (Marskey 1998).

#### **2.14 La comunidad y la gestión de riesgo**

Para el año 1999, luego de ocurrido el huracán Mitch, se llevó a cabo en Estocolmo la reunión del Grupo Consultivo y una de las principales conclusiones que de allí surgieron, fue declarar que las acciones destinadas a la transformación y reconstrucción deben ser altamente incluyentes y que la sociedad civil, los gobiernos locales y las comunidades deben jugar un papel estratégico en el diseño, ejecución e implementación de las mismas (EIRD, 2000).

Así mismo, se plantea que las comunidades y principalmente las más pobres, deben ser el principio y el fin de las actividades destinadas a promover el desarrollo integral de los países de la región, aun cuando la realidad actual es muy distinta de tales postulados, ya que no solo a nivel mundial y más específicamente a nivel de América del Sur es conocido que la mayoría de su población y de las organizaciones comunitarias han estado al margen de los procesos destinados a la prevención, mitigación y preparación ante posibles desastres.

Sin embargo, con los antecedentes de desastres que existen en América del Sur, una gran parte de la población de varios países de la región, han tomado conciencia de que los eventos destructores pueden ser combatidos mediante una serie de acciones que se pueden llevar a cabo antes, durante y después del mismo para combatir su potencial fuerza destructora. Para ello se considera como el primer paso la toma de conciencia y el segundo es la capacidad de transformarla en conocimiento, acciones y recursos.

Para la gestión del riesgo, es esencial lograr reducir la vulnerabilidad y para ello es necesario, entre otras acciones, planificar y gestionar el uso del suelo, alcanzar un manejo integrado de los recursos

naturales dentro de las cuencas hidrográficas, la educación ambiental, la participación comunitaria, todo lo anterior unido a un marco institucional bien estructurado, no solo bajo una planificación de políticas, programas y proyectos de desarrollo coherentes al ámbito local, sino también bajo la posibilidad de poner en práctica las medidas de reducción de la vulnerabilidad. (Lavell 1997), afirma que son las comunidades urbanas y rurales las que en primera instancia deben responder a las necesidades de autoprotección, frente al impacto de los eventos, y guiar sus propios procesos de rehabilitación y reconstrucción, frente a la ausencia en gran medida de los estados nacionales o de las instancias menores de gobierno en estos procesos. El desafío de la participación comunitaria en el manejo de los desastres y de la habilitación comunitaria para la autodeterminación (empowerment), asume características importantes durante la década de los noventa. Este reto, representado en la llamada corriente de pensamiento a favor de la mitigación popular, asume una importancia creciente entre algunos círculos de académicos y practicantes en el manejo de desastres.

## **CAPÍTULO III**

### III METODOLOGIA APLICADA

#### 3.1. Descripción de la metodología

Para el modelamiento de la quebrada es necesario caracterizar y definir las propiedades más importantes que pueden intervenir en el análisis de los flujos de escombros y derrumbes. Para los cuales describiremos las características biofísicas que llevaron a formular la metodología para el desarrollo del presente estudio. La herramienta de análisis fundamental para esta investigación fueron los sistemas de información geográfica (SIG). Su utilización obedeció a las características fundamentalmente espaciales de la información empleada y a la gran capacidad de estos sistemas para almacenar y manejar los datos, así como para visualizar resultados.

El proceso de formación de una base de información espacial y no espacial fue el fundamento de los procesos de análisis.

Los principales datos y fuentes utilizados para la formación de esta base de información fueron:

- Información imágenes aereofotográficas.
- Información topográfica: curvas de nivel y derivación de modelos de elevación digital.
- Otra información: mapas temáticos, datos de campo, información hidrometeorológica.

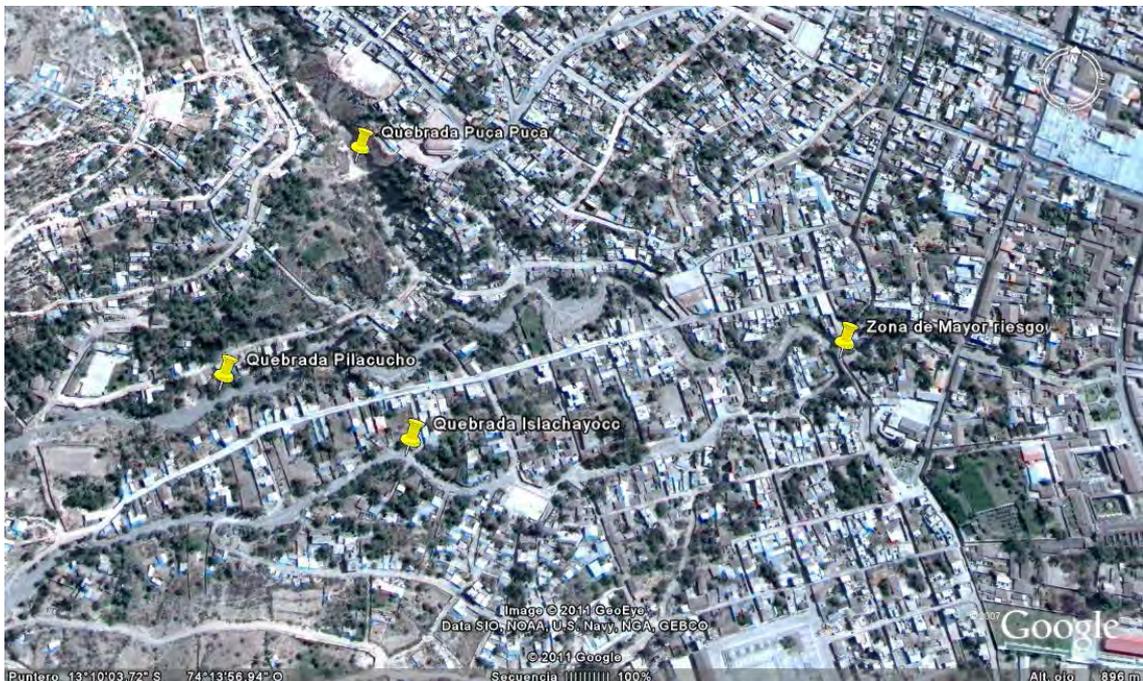


Figura 3; Imagen Satelital de la Zona de Estudio

Google Earth Pro

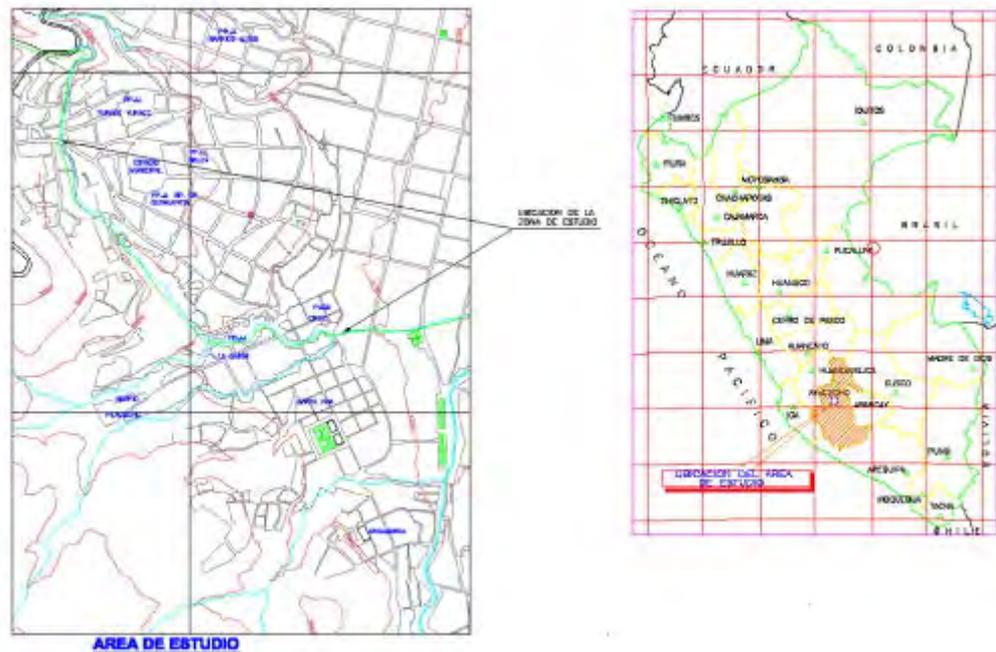
## 3.2 Características Biofísicas

### 3.2.1 Características Topográficas

#### 3.2.1.1 Ubicación

El Distrito de Ayacucho está ubicado en la Provincia de Huamanga del Departamento de Ayacucho, según la hoja 27 ñ escala 1:100000 específicamente en las coordenadas UTM N 8'544 000 y 8'548 000, E 581,800 y 585,800, a una altitud aproximada de 2,746 msnm (IGN, 1998). El ámbito de estudio comprende la jurisdicción del distrito de Ayacucho al sur oeste de la plaza de armas de la ciudad.(Figura 4); El Sector rio seco se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM N°8544964 y 8'543,484, E 582,192 y 584,008 sobre la cuenca del río Alameda, afluente del río Huatatas, presenta una altitud mínima de 2 758 m.s.n.m y una máxima de 3,234 m.s.n.m, la zona destructiva presenta en su medio físico una zona de baja pendiente y algunas zonas de pendiente regular, como resultado del proceso de crecimiento de los últimos 15 años llega a ocupar zonas de pendientes altas hasta de 75% aproximadamente.

La ciudad es atravesada por el río Alameda y las quebradas de Pilacucho, Islachayocc, Arroyo seco todas desembocan al río cumpliendo así una función muy importante en la época de lluvias que hacen de colectores naturales ya que dreña las aguas pluviales hacia el río, para dichos fines se realizaron planos a curvas de nivel a escala 1:2000.



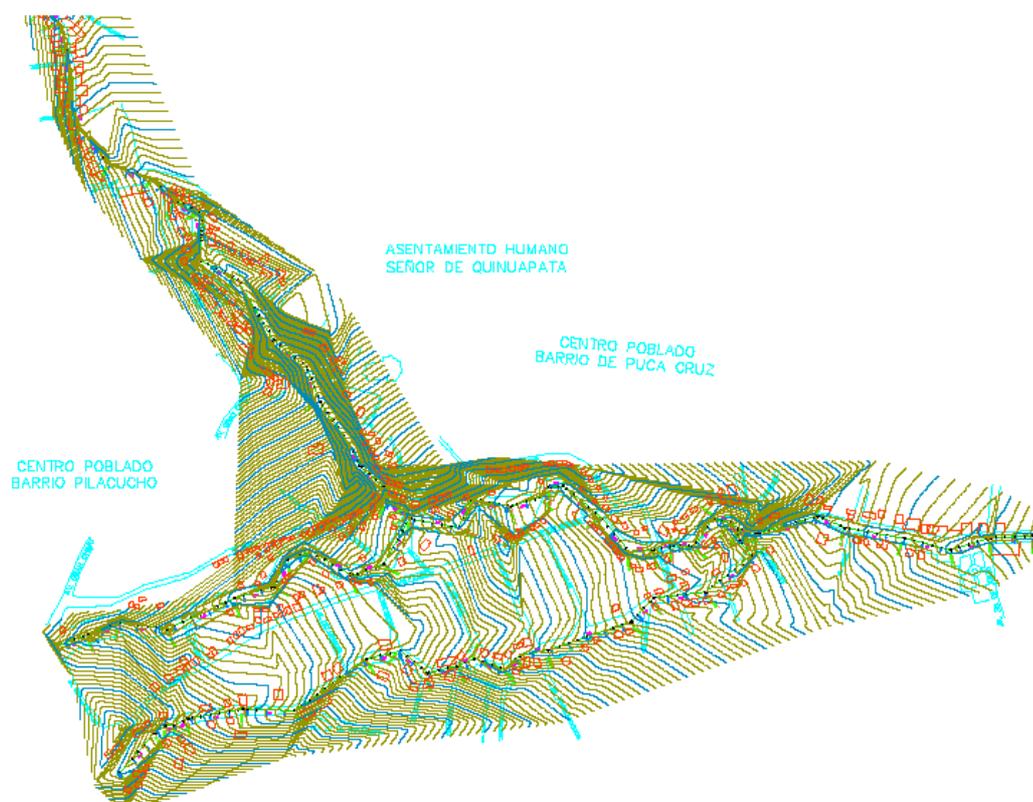
**Figura 4; Ubicación del Distrito de Ayacucho**

(Ver plano anexos)

### 3.2.2 Esquema de la Quebrada Arroyo Seco.

La microcuenca consta de tres partes que la distinguen: Una zona de recepción o recolección formada por las vertientes que se hallan por encima de los 3234 m.s.n.m., esta área funciona como un embudo que capta las lluvias veraniegas provenientes de los meses de diciembre a marzo. Luego aguas abajo se tiene un cauce definido de escurrimiento definido entre los 2958 m.s.n.m y los 2758 m.s.n.m. Este tramo colecta todas las aguas provenientes de las vertientes. Las quebradas tributarias tienen una fuerte pendiente, lo que provocan que posteriormente los materiales sean acarreados y conducidos por río seco, aumentando la capacidad de transporte de la quebrada. Por lo tanto en esta zona, el huayco toma su mayor fuerza y volumen.

Finalmente el canal de desagüe principal se abre en un plano de explayamiento conocido como cono de deyección; en la cual se depositan las acumulaciones de materiales transportados del resto de la cuenca, la quebrada y sus aportantes fueron modelados mediante levantamiento topográfico a escala 1:2000.(Figura 5).



**Figura 5. Esquema de la Quebrada (Esc 1:2000)**

**(Ver plano anexos)**

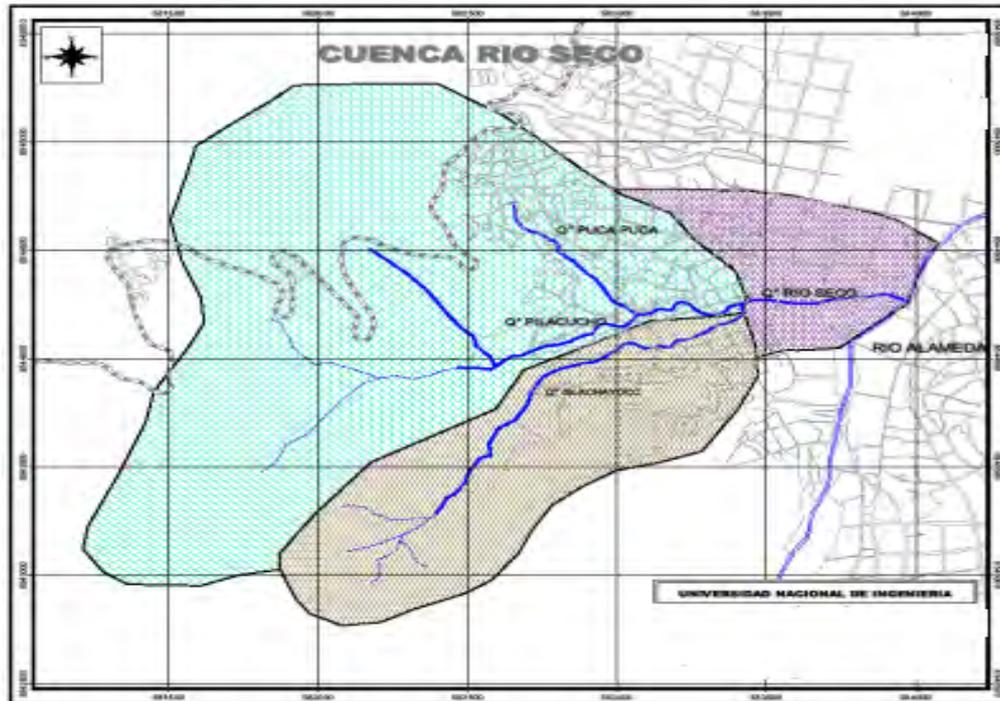
### **3.2.3. Descripción de las Vertientes y Afluentes.**

Según el estudio de drenaje de la ciudad de Ayacucho, en el sector de Arroyo Seco, se une con la vertiente de Buena Vista, dando origen a la quebrada del mismo nombre. Los afluentes que alimentan e incrementan el caudal de río seco, se ubican hacia la margen izquierda, siendo las principales, las quebradas de Puca Puca, Pilacucho y hacia la margen derecha la quebrada Islachayoc; todos ellos desembocan por encima de los 2900 m.s.n.m. Existe además una densa red de thalwegs secos (zona del cauce donde se verifican las mayores profundidades) que sólo funcionan cuando se producen grandes lluvias. Por lo tanto el thalweg de la quebrada de Arroyo Seco, considerando su origen en las nacientes de Buena Vista, tiene su nacimiento a 3300 m.s.n.m y su desembocadura en el río Alameda 2758 m.s.n.m

Las aguas que descienden desde las vertientes realizan intensa erosión lineal que han originado el entalle de numerosos thalwegs con profundidades de 1 a 2 m. Tienen regular ancho de hasta 10 metros, pero en el momento que las lluvias entran en funcionamiento, se cargan con derrubios incrementando la capacidad de las aguas, que pueden erosionar entonces violentamente el fondo areno limoso de las quebradas.

El eje principal o zona distal de la quebrada de Arroyo Seco tiene su inicio a las alturas del barrio Pilacucho, a la cota de 2958 m.s.n.m. aproximadamente. En este tramo el huayco toma importante carga con una pendiente de 24%, en una longitud de 1.54 Km hasta llegar a la desembocadura con el río Alameda. Según la geomorfología de la zona, en este tramo se produce un aporte de material de sedimentos, debido a que se trata de una zona de erosión de riberas (derrumbes).

Este tramo de la quebrada será simulado por el HEC RAS como un escenario, para posteriormente interpretar y analizar sus resultados.



**Figura 6 .Vertientes principales de la quebrada rio seco  
(Ver plano en anexos)**

Se cuenta con planos topográficos a curvas de nivel a escala 1:2000.0 de toda la quebrada de arroyo seco y aportantes. El presente documento nos permitió conocer el área de estudio y poder delimitar nuestra cuenca urbana para subdividirlas en subcuencas, así mismo nos facilita en la determinación del sentido de flujo de las aguas de lluvia que discurren aguas abajo

### **3.2.4 Características Hidrográficas**

La red hidrográfica del departamento de Ayacucho fluye a dos vertientes: la del Pacífico y la del Atlántico. La línea que divide las aguas de ambas vertientes (**divortium aquarium**), parte desde el este, casi en el límite de Parinacochas y Lucanas, en las cercanías de Urayhuma en la provincia de Lucanas, sigue por las lagunas de Parcco, Pucacocha y Sahuacocha, continua por Conyapampa en Lucanas dividiendo esta provincia, en dirección NO hasta encontrar en el oeste los límites entre Víctor Fajardo y Lucanas quedando hacia el sur la cumbre de Antacillo que está en esta última provincia. Esta línea de división de las aguas coincide con las cumbres más elevadas de los Andes Occidentales.

El río Alameda incrementa su caudal sólo en época de lluvias, observándose un bajo caudal el resto del año. El río Huatatas, que se ubica al extremo este de la ciudad, mantiene un volumen considerable de aguas, aún en épocas de estío. Se utiliza para el consumo de agua de la ciudad y para riego de terrenos de cultivo en las zonas rurales aledañas.

### 3.2.4.1 Parámetros geomorfológicos

En el Cuadro 3; se observan los parámetros geomorfológicos estimados para la quebrada de Arroyo Seco. Además en la Figura 7 se presentan los gráficos de la curva hipsométrica, del histograma de frecuencias y el perfil longitudinal.

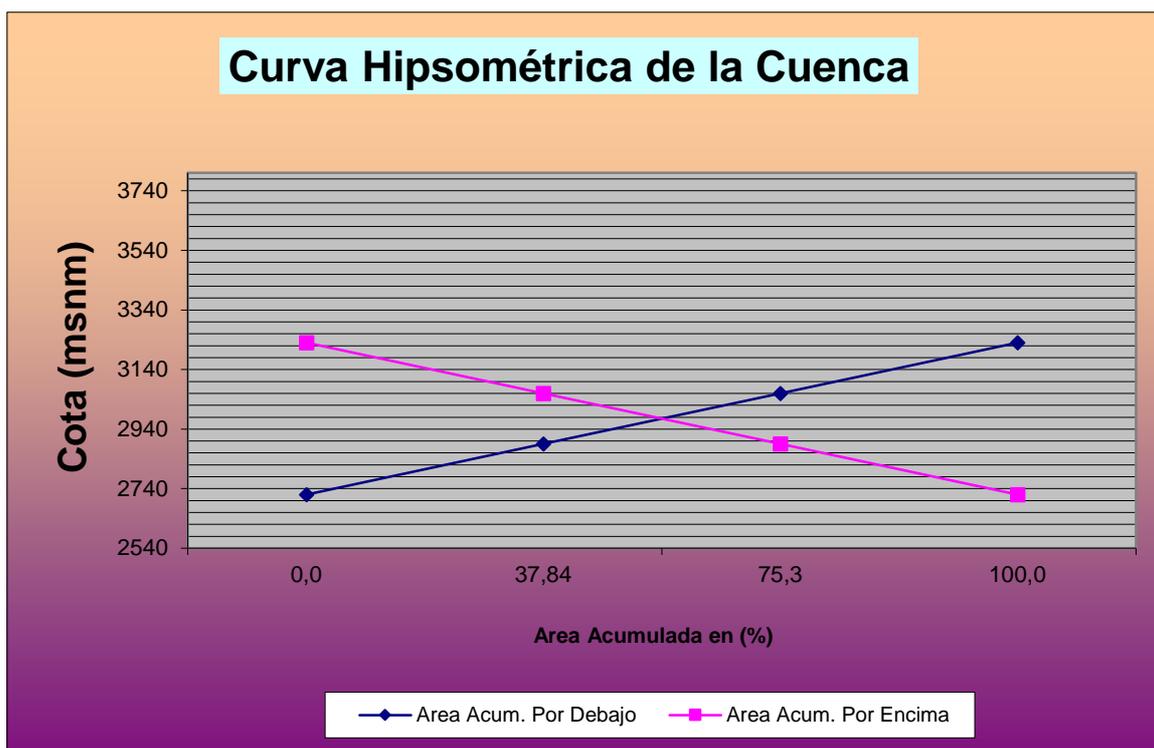


Figura 7.-Curva Hipsométrica de la Quebrada Arroyo Seco

**Cuadro 3. Resumen de las características geomorfológicas (Arroyo seco).**

PARAMETROS				UNIDAD	VALOR
AREA DE LA CUENCA				Km <sup>2</sup>	4.157
PERIMETRO				Km	18.5
TIEMPO DE CONCENTRACION (T <sub>c</sub> )				Horas	0.25
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA	Coeficiente de Compacidad (Gravelius)		1	1.21
		FACTOR DE FORMA	Longitud ( // al curso más largo)	Km	2.5
			Ancho Medio	Km	2.5
			Factor de Forma	1	0.44
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	3.5
			Lado Menor	Km	2.1
	PARAMETROS DE RELIEVE	Altitud Máxima de la Cuenca			m.s.n.m.
Altitud Mínima de la Cuenca			m.s.n.m.	2720	
Desnivel total de la Cuenca			Km	0.51	
Altitud Media de la Cuenca			m.s.n.m.	2975	
Altura más frecuente			m.s.n.m.	2700 a 3500	
Pendiente de la cuenca (sistema del rectángulo equivalente)				0.20	
Pendiente media del río principal			%	20.5	

### 3.2.4.2 Precipitación máxima en 24 Horas.

Para realizar este trabajo se dispone de datos de precipitación a nivel pluviométrico y pluviográfico de la Estación Huamanga, ubicada en los Módulos de la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Estos datos de precipitación permitirá en primer lugar generar el Hietograma de precipitación total de diseño para un determinado periodo de retorno, siguiendo una primera metodología, considerando las ecuaciones del IILA – SENAMHI – UNI y el método de bloques alternos para una determinación del Hietograma de precipitación total para una duración de la lluvia, teniendo en cuenta los antecedentes de lluvias de la estación Huamanga. Una segunda metodología considerando el Hietograma sintético del SCS tipo I, contando con una serie histórica de precipitación máxima de 24 horas de un periodo de 30 años de la Estación Huamanga, la misma que ajustada a una distribución probabilística tipo Gumbel, permita la obtención de la precipitación máxima de 24 horas de diseño para un determinado periodo de retorno y junto con el Hietograma sintético del SCS tipo I, nos permita la determinación del Hietograma de precipitación total de diseño.

Para la obtención de los Hietograma de precipitación de exceso, se utilizaron el método del número de curva que permita determinar las tasas de infiltración contando para ello con la variación espacial obtenida a partir de una fotografía aérea, a partir del cual se realizó un mejor acercamiento de los distintos tipos de terreno que existen en la cuenca de los colectores.

Contando con los Hietograma de precipitación de exceso, se determina el Hidrograma unitario mediante la metodología del SCS, y finalmente a partir de un proceso de convolución directa, determinar los Hidrogramas de máximas avenidas para el periodo de retorno de diseño que permita diseñar las estructuras hidráulicas para un correcto drenaje pluvial.

En resumen las precipitaciones máximas en 24 horas para tiempos de retorno de 20, 50 y 100 años correspondientes a la quebrada Arroyo Seco y Aportantes son:

**Tabla Precipitación máxima en 24 horas (Quebrada Pilacucho)**

<i>Tr</i> (Años)	<i>P(mm)</i> Gumbel	<i>P'</i> (mm)	<i>Pe</i> (mm)	<i>Qdiseño</i> (m <sup>3</sup> /s)
10	39.41	43.220	4.001	20.06
20	44.19	48.460	5.841	29.30
30	46.94	51.474	7.020	35.21
50	50.37	55.242	8.606	43.16
100	55.01	60.324	10.928	54.81

**Tabla Precipitación máxima en 24 horas (Quebrada Islachayocc)**

<i>Tr</i> (Años)	<i>P(mm)</i> Gumbel	<i>P'</i> (mm)	<i>Pe</i> (mm)	<i>Qdiseño</i> (m <sup>3</sup> /s)
10	39.41	44.881	3.573	5.47
20	44.19	50.321	5.340	8.17
30	46.94	53.451	6.481	9.92
50	50.37	57.364	8.026	12.28
100	55.01	62.642	10.300	15.76

**Tabla Precipitación máxima en 24 horas (Quebrada Arroyo Seco)**

<i>Tr</i> (Años)	<i>P(mm)</i> Gumbel	<i>P'</i> (mm)	<i>Pe</i> (mm)	<i>Qdiseño</i> (m <sup>3</sup> /s)
10	39.41	42.481	7.227	35.35
20	44.19	47.631	9.725	47.56
30	46.94	50.593	11.273	55.14
50	50.37	54.297	13.310	65.10
100	55.01	59.292	16.222	79.34

### 3.2.4.3 Celdas de precipitación concentrada.

Se llaman celdas de precipitación concentradas, a aquellas lluvias puntuales que caen localmente sobre una zona específica y producen huaycos. Esta lluvia no es registrada por las estaciones meteorológicas debido a que se trata de un fenómeno local e instantáneo. Para la modelación del flujo de escombros se tiene que estimar la celda de precipitación concentrada para el cual se produciría el huayco en la quebrada de arroyo seco. Esta precipitación se va a estimar por medio de

las precipitaciones máximas de los registros históricos de la cuenca del río Cachi. Estas precipitaciones máximas en 24 horas fluctúan desde los 80-90mm como se mencionó anteriormente para un tiempo de retorno de 100 años. Para el cálculo del Hidrograma de avenida, tomaremos como precipitación máxima en 24 horas (P24) la de 90 mm. Con este valor máximo nos estamos dando el factor de seguridad necesario para este tipo de análisis.

### 3.2.4.4 Calculo del tiempo de retardo.

Para el cálculo del tiempo de retardo tomaremos el método del Hidrograma Unitario que establece las siguientes relaciones:

$$q_p = 2.08 \frac{A}{T_p}$$

$$t_p = 0.60T_c$$

$$T_p = 0.50\Delta t + t_p$$

$$t_r = 1.67T_p$$

$$\Delta t = 0.20T_c$$

$$t_b = t_p + t_r$$

Dónde:

$T_c$  : Tiempo de concentración (hr.), obtenida según el criterio de California

$Dt$  : Duración de la precipitación efectiva unitaria (hr.)

$A$  : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

$t_p$  : Tiempo de retardo de la cuenca (hr.)

$T_p$  : Tiempo de ocurrencia del caudal pico (hr.)

$t_r$  : Tiempo de recesión (hr.)

$t_b$  : Tiempo de base del Hidrograma Unitario (hr.)

$q_p$  : Caudal pico (m<sup>3</sup>/s)

Datos de la cuenca:

$$A = 4.157 \text{ Km}^2$$

$$L = 2.555 \text{ Km}$$

$$S = 0.2 \text{ m/m}$$

Cálculo del Hidrograma Unitario:

$$T_c = 0.25 \text{ hr.}$$

$$Dt = 0.05 \text{ hr.}$$

$$t_p = 0.15 \text{ hr.}$$

$$T_p = 0.18 \text{ hr.}$$

$$t_r = 0.30 \text{ hr.}$$

$$t_b = 0.47 \text{ hr.}$$

$$q_p = 4.89 \text{ m}^3/\text{s}$$

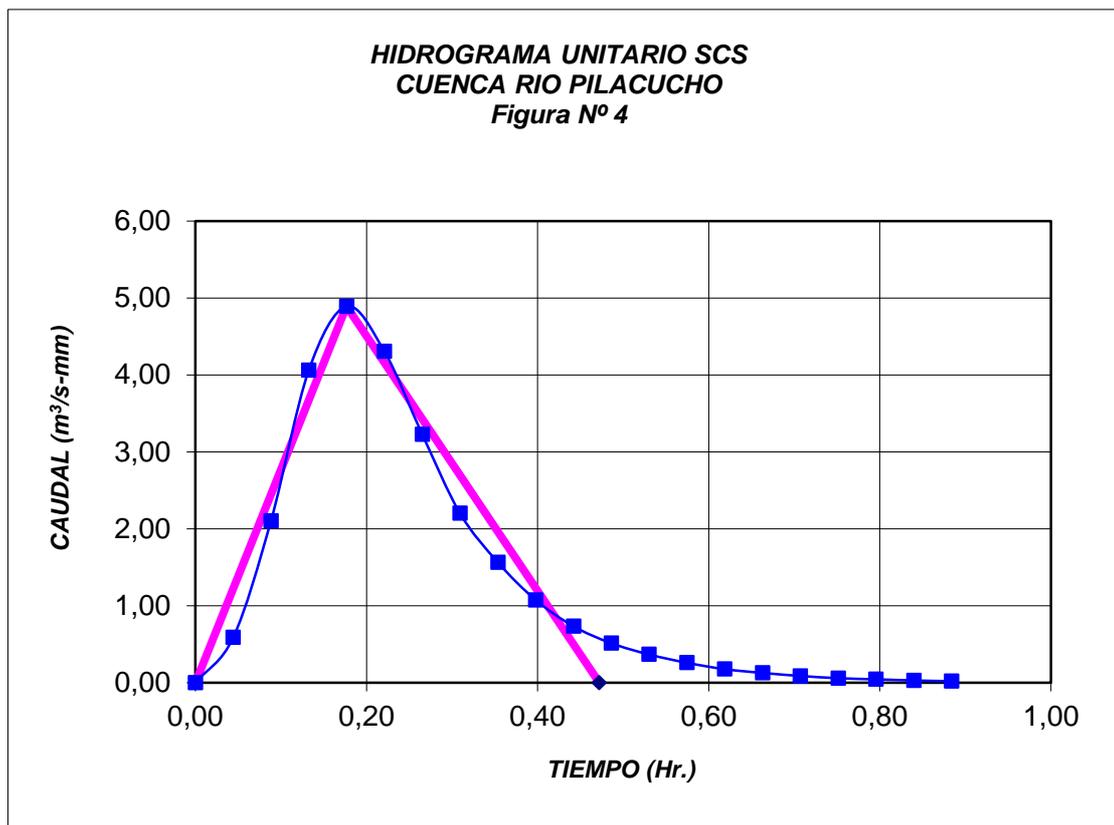


Figura 8.Hidrograma Unitario SCS de la Cuenca Pilacucho

### 3.2.4.5 Descripción del uso de tierras y Cálculo del Número de Curvas (CN)

Para este efecto se ha dividido la zona de estudio en 3 áreas, una comprendida entre el punto de estudio cuya cota es de 2720.00 hasta los 2890.00 m.s.n.m, la siguiente entre los 2890.00 hasta los 3060.00 m.s.n.m. y una tercera de los 3060.00 hasta los 3230.00 m.s.n.m.

<i>Espacio comprendido entre:</i>	<i>Condición Hidrológica</i>	<i>Grupo Hidrológico</i>	<i>Condición de Humedad</i>		
			<i>Seca</i>	<i>Normal</i>	<i>Húmeda</i>
Cota 2720@2890	Buena Residencial	C	55	74	79
Cota 2890@3060	Buena Calle Pavimentada	D	58	78	78
Cota 3060@3230	Deficiente Praderas o pastizal en fajas a nivel	D	72	82	86

#### *Cálculo de la Retención Potencial Máxima:*

<i>Alturas de la cuenca</i>	<i>Área parcial</i>	<i>CN Ponderado</i>		
		<i>Seca</i>	<i>Normal</i>	<i>Húmeda</i>
Cota 2720@2890	1.573	60.00	77.00	80.00
Cota 2890@3060	1.557			
Cota 3060@3230	1.027			
<b>TOTAL</b>	<b>4.157</b>			

Aplicando la ecuación para la retención potencial máxima tenemos:

<i>Unidad</i>	<i>S</i>		
	<i>Seca</i>	<i>Normal</i>	<i>Húmeda</i>
Pulg.	6.67	2.99	2.50
mm.	169.33	75.87	63.50
cm.	16.93	7.59	6.35

Para el cálculo de la precipitación efectiva se tomará el valor de la Retención Potencial Máxima (S) para la condición de humedad normal, la cual da un número de curva de 68 y un valor de S igual 11.95 cm., con lo cual finalmente obtenemos las precipitaciones efectivas previa corrección del valor de la precipitación obtenida según la Distribución de Gumbel.

### 3.2.4.6 Hidrograma de avenida líquido (Inflow).

Para la estimación del Hidrograma de avenida, utilizaremos como apoyo el modelo hidrológico HEC-HMS y HEC-RAS La razón por la cual hemos elegido este software es debido a que se trata de un programa de uso libre y reconocido en otras partes del mundo. Además el ingreso de datos es sencillo y muy fácil de interpretar.

Para el cálculo del Hidrograma de avenida se empleará la metodología del Soil Conservation Service (SCS) debido a que es uno de los métodos más sencillos para el cálculo de un Hidrograma de avenida. Además se utilizará tormentas hipotéticas para 24 horas provenientes de investigaciones en los Estados Unidos.

Para el inicio del modelamiento con el software mencionado se requiere la especificación de 3 conjuntos de datos:

- Modelo de Cuenca
- Modelo Meteorológico
- Especificaciones de Control

### 3.2.4.7. Análisis de Huaycos e Inundaciones

Una vez conocido las características principales de la quebrada y el tipo de flujo que discurre por ella, procedemos al ingreso de datos en el software HEC-RAS V.4.0 opciones de flujo no permanente y transporte de sedimentos (Huaycos) e Uniforme (Inundaciones) se ha seleccionado un tramo corto de 2.5 km.

### 3.2.5 Clasificación y Uso de Suelo

La zona del sector río seco está asentada sobre material coluvio-aluvial, éste ha sido depositado por las quebradas de arroyo seco y quebradas aledañas que se encuentran en una etapa de desarrollo antiguo (INDECI 2004), donde predominan mayormente los suelos arenosos de plasticidad media. Para este sector se encontraron suelos del tipo grava arena limosa de origen aluvial y/o fluvial de regulares condiciones geotécnicas en capacidad portante. Estos suelos se encuentran mayormente a lo largo del cauce y áreas adyacentes de las quebradas en estudio clasificando según el SUCS como SM y GP-GM y suelos aluviales transportados por las corrientes de los huaycos clasificándose como GP.

### 3.2.6 Características Geológicas

Las unidades estratigráficas que afloran en el sector río seco, están comprendidas entre el paleozoico y el cuaternario reciente. De la más antigua a la más reciente son como siguen:

#### 3.2.6.1 Depósitos Conglomeraticos:

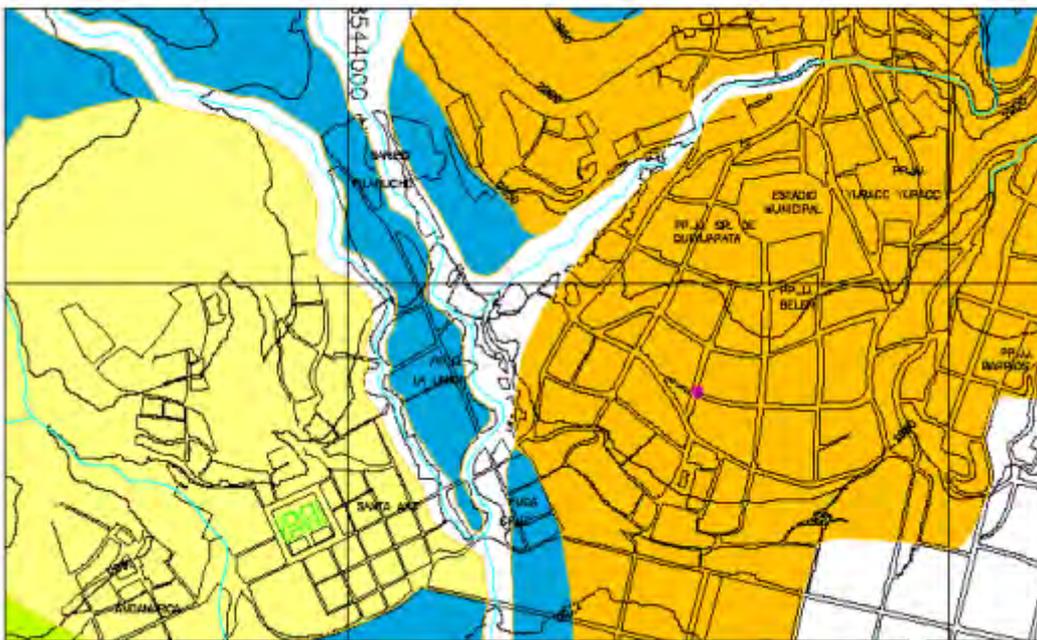
Están representados por conglomerados de considerable grosor depositados en parte como acumulaciones de materiales acarreados por corrientes fluviales en una época de intensas precipitaciones. Estos materiales se depositaron en las márgenes de una antigua laguna y en la actualidad se les observa adosados a las laderas que hoy bordean el sector oeste de la ciudad de Ayacucho. Están constituidos por cantos heterogéneos de formas angulosas a sub angulosas, con tamaños que varían, con tamaños entre 10 y 30 centímetros, provenientes de rocas volcánicas de naturaleza andesítica, riolítica, dacítica y granítica, englobados en una matriz arenosa de grano medio a grueso. En el sector nor-oeste de la ciudad de Ayacucho, se les explota como material de construcción.

#### 3.2.6.2 Depósitos Recientes.

Constituyen los últimos transportes de materiales de una edad reciente y se caracterizan por su escasa cohesión y ausencia de litificación y cementación de sus componentes. Se dividen en los siguientes:

**a) Depósitos Coluviales:** Se trata de sedimentos que generalmente se ubican en las partes bajas de laderas de alta pendiente. Están compuestos por material inconsolidados o débilmente consolidado, con bloques angulosos de diferente tamaño en una matriz arenosa limosa, acumulados principalmente por acción de la gravedad.

**b) Depósitos Aluviales:** Están constituidos por arenas y gravas de poco transporte, con clastos subangulosos de tamaño mediano, de naturaleza mayormente volcánica y con grosores estimados entre 20 a 30 metros. Estos depósitos constituyen los últimos transportes de materiales de una edad reciente, por tanto tienen poca cohesión y litificación y sin material cementante. Se hallan en el fondo de las quebradas de Pilacucho, Islachayoc y Río seco y en las quebradas adyacentes que cruzan la ciudad de Ayacucho.



**Figura 9: Mapa geológico de la zona de estudio**  
(Ver Plano en Anexos)

### 3.2.7 Características Climatológicas

Según estudios realizados en la estación meteorológica de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, resulta una temperatura media anual que clasifica o caracteriza el clima como una región latitudinal «Templada» y en el piso altitudinal «Montano Bajo», con una Temperatura Promedio Anual: 15.8°C.

Esta temperatura es también la biotemperatura media anual de Ayacucho. La ciudad de Ayacucho se caracteriza por tener lluvias en los meses de octubre a marzo, siendo de mayor intensidad los meses de diciembre a marzo del año siguiente. El promedio anual de las precipitaciones es de 539 mm. Los valores extremos promedios anuales son de 268 mm para el mínimo y 918 mm para el máximo.

Cuadro4. Precipitación promedio anual meteorológica presente en el distrito de Ayacucho

Estación	Periodo Estudiado	Ubicación	Precipitación Anual promedio para el periodo bajo estudio (mm)
Huamanga	1962-2009	Lat. 13°08'51''S Long. 74°13'06''W Alt. 2772 m.s.n.m	708.21

Fuente: Estación meteorológica de la UNSCH.

### 3.2.8 Características geomorfológicas

El área de estudio de la ciudad de Ayacucho, corresponde a nivel regional a la unidad geomorfológica denominada Penillanura Disectadas y a nivel local en unidades que se encuentran en función de las características predominantes de cada ubicación específica. Se encuentran en mayor proporción los depósitos sedimentarios de la formación Ayacucho y los depósitos aluviales recientes del Cuaternario y en menor proporción depósitos volcánicos de la formación Molinoyoc que subrayasen a los depósitos sedimentarios de la formación Ayacucho.

La presencia del sistema de quebradas ha originado la existencia de una cobertura de depósitos aluviales de potencia variable según el área de que se trate. La potencia del aluvial es mayor en el casco urbano de la ciudad de Ayacucho y es menor sobre las laderas de pendiente baja a pronunciada que se ubican sobre ambas márgenes del valle del río Alameda. Estos depósitos aluviales se encuentran sobreyaciendo básicamente a depósitos de origen sedimentario de la formación Ayacucho y su compacidad va desde suelta en las laderas hasta medianamente compactas en las zonas planas. Los procesos erosivos más intensos se presentan fundamentalmente en las áreas cubiertas por depósitos aluviales.

Se han identificado los siguientes fenómenos geomorfológicos:

#### 3.2.8.1.-Laderas de Pendiente Pronunciada.

Esta sub unidad se extiende desde la cota promedio 2,900 hasta los vértices de los cerros que rodean la ciudad, cuya altitud varía de 3,450 hasta 3,700 m.s.n.m. Esta sub unidad presenta un relieve bastante irregular, especialmente la zona ubicada al oeste de la ciudad, donde se halla bisectada por una serie de quebradas. La pendiente de las laderas altas varía de 25 a 75°, siendo en algunos tramos cercana a la vertical, especialmente las partes más elevadas. Las pendientes más pronunciadas generalmente corresponden a afloramientos de tobas rosadas competentes (Miembro 2 Formación Ayacucho), mientras que los taludes menos abruptos corresponden a material suelto de cobertera.

Las laderas de fuerte pendiente que ofrece esta sub unidad, no son convenientes para asentamientos urbanos, sin embargo algunos de ellos se ubican sobre ellas, especialmente en las laderas del cerro La Picota, con los riesgos que traen consigo.

### 3.2.8.2. Unidad de Ríos y/o Quebradas

Las quebradas que merecen atención especial, son las que cortan el cerro La Picota, que nacen en las partes altas y descienden aproximadamente hasta la cota 2,700 y se pierden prácticamente dentro del medio urbano de la ciudad de Ayacucho, depositando, sobre ella, material de arrastre en época de lluvias. Estas quebradas son en número de 9 y drenan del cerro La Picota hacia la ciudad, con un sistema sub paralelo de dirección Oeste-Este, cauce angosto, profundidad variable desde unos pocos metros hasta 40 metros, taludes laterales con alto grado de inclinación y con una pendiente de fondo que oscila entre 10 y 30°.

### 3.3 Características Demográficas

La población proyectada del distrito de: Ayacucho para el año 2007 bordeaban los 100,935 habitantes, que representa el 45.60 % de la población provincial, y proyectada al 2 010 es de 142 163 habitantes, con densidades que varían del 845.69 Hab./Km<sup>2</sup> a 893.49 Hab./Km<sup>2</sup> respectivamente.

Con respecto al crecimiento poblacional intercensal el distrito de Ayacucho en el período 1999-2000 su crecimiento es del 3.9% superior al 2.7% provincial, pero para el periodo 2002-2003 bajó a 1.9% ligeramente superior al crecimiento provincial (1.8%). (Cuadro 05)

**Cuadro 05. POBLACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO SECTOR RÍO SECO**

<i>Centro Poblado</i>	<i>Superficie Has</i>	<i>Población Hab</i>	<i>Viviendas N°</i>	<i>Densidad Hab/Ha</i>
<i>Islachayocc</i>	<i>14.05</i>	<i>1216</i>	<i>225</i>	<i>80</i>
<i>Pilacucho</i>	<i>14.38</i>	<i>1367</i>	<i>153</i>	<i>150</i>
<i>Puca Puca</i>	<i>8.1</i>	<i>782</i>	<i>102</i>	<i>80</i>

**FUENTE PROPIA-09/2011**

**FUENTE: INEI – Censo de Población y Vivienda de 2007. Ayacucho.**

### **3.3.1 Muestra**

Para la aplicación de las encuestas, se seleccionó una muestra totalmente al azar de ciento treinta y uno; se determinó dicha cantidad debido a la capacidad operativa de tiempo, dinero y mano de obra para el desarrollo de las mismas. Se determinó la muestra por quebrada a través del muestreo estratificado proporcional al tamaño de cada una, de ahí se obtuvo que en arroyo seco se aplicaron un total de 18 encuestas, en Puca Puca 38, en Pilacucho 43, en Islachayocc 32. Para seleccionar las viviendas donde se aplicarían las encuestas, se dividió el total de las viviendas habitadas entre el número de encuestas a ser aplicadas, el resultado obtenido de esa división indicaba cada cuantas casas sería aplicada la encuesta, por ejemplo si en Islachayocc hay un total de 190 casas habitadas y el total de encuestas a aplicar sería de 43, el resultado fue que cada 3 casas se aplica la encuesta. El mismo procedimiento se aplicó para los demás tributarios. La unidad muestral fue la familia; después de ubicada la vivienda se aplicó la encuesta a la que ahí habitaba.

### **3.3.2 Características Económicas**

La principal actividad económica a la que se dedica la mayor parte de la población de la ciudad de Ayacucho es el comercio y los servicios. Otras actividades son: la producción artesanal, la industria y el turismo (INEI)

En la ciudad tenemos que más de la mitad de la población económicamente activa de 6 años y más (58.6%) se dedican al Comercio y los Servicios, el 16.7% a actividades del sector secundario y 8.7% a actividades extractivas.

El mayor porcentaje de los establecimientos (89.7%) pertenecen a personas naturales y empresas unipersonales, lo cual es un indicador de la poca concentración de capital y el bajo nivel de comercialización y servicios que se producen en la ciudad. Respecto al número de establecimientos según actividad económica observamos que la mayoría de éstos se dedican a la actividad de Comercio y Reparación de vehículos automotores y efectos personales (70.6%); el 8.1% se dedica a la actividad de Industria Manufacturera y; el 8% a Restaurantes y Hoteles.

### **3.4 Metodología para el Desarrollo de los Objetivos**

La metodología utilizada para dar cumplimiento a los objetivos propuestos, consistió en el desarrollo de dos etapas: la primera de ellas fue la recopilación de información de fuentes secundarias; la segunda etapa consistió en la recolección de información de fuente primaria. Recopilación de la información secundaria la misma se obtuvo a través de visitas a instituciones involucradas como son la Municipalidad Provincial de Huamanga, el Instituto Nacional de Defensa Civil, el Comité Local de Emergencias, el Presidente de la Comunidad y autoridades competentes

de la zona.

### **Recopilación de la información primaria**

Esta etapa se desarrolló a través de la técnica de encuestas mediante cuestionarios de preguntas abiertas y cerradas; un formato se utilizó para miembros de la población habitante en el sector y otro fue aplicado a las instituciones involucradas con la población.

#### **3.4.1 Identificación y descripción de las amenazas**

##### **Identificación participativa de las amenazas.**

Para el desarrollo de este aspecto particular se realizó la revisión de información secundaria donde fue posible conocer los tipos de eventos naturales que han ocurrido, así como cuáles han sido las causas y consecuencias de éstos en la zona.

##### **Identificación institucional de las amenazas.**

Se realizaron visitas a instituciones involucradas con la zona evaluada, en éstas también se obtuvo información secundaria, algunas de las instituciones visitadas fueron INDECI y la Municipalidad Provincial de Huamanga; dichas instituciones han llevado a cabo una serie de informes con el fin de conocer las zonas afectadas, así como las amenazas a futuras avenidas y características biofísicas presentes en el barrio de Pilacucho e Islachayocc.

#### **3.4.2 Estimación de la vulnerabilidad en las comunidades de la zona de estudio.**

La vulnerabilidad en sí misma constituye un sistema, compuesto por la presencia de una serie de diversos elementos, factores y características que se dan de manera específica en una determinada comunidad. La interacción de éstos influye en una alta o baja vulnerabilidad en la comunidad frente a los eventos geodinámicos, y se representa directamente en la capacidad o incapacidad de la misma, de asumir un comportamiento adecuado antes, durante o después del evento, o de absorber los impactos que estos acarrearán consigo, así como la recuperación de la misma. Para lograr la medición de la vulnerabilidad de río seco se trabajó por sectores, es decir, de lo más específico para luego extrapolar a través de promedios a lo general.

Primero que nada se determinaron algunas variables e indicadores y los rangos cuantificables (porcentajes) de éstos; luego se usaron dichos indicadores en las encuestas, y para medir la vulnerabilidad se tomó en cuenta el resultado acorde con las respuestas obtenidas en éstas y se ubicaron en los rangos de porcentajes usados en los cuadros, un ejemplo sería conocer el porcentaje

de personas que han recibido capacitación en materia de desastres, se preguntó a las personas en las encuestas si habían recibido capacitación; se establecieron rangos de porcentajes así, de “0 a 2” de personas capacitadas, la vulnerabilidad resulta baja, debido a que es un grupo poco representativo de la comunidad que está capacitado, de “2 a 10” resultaría en vulnerabilidad media y de “10 a 100” en vulnerabilidad alta, ya que representa casi la totalidad de una comunidad no capacitada en ese particular.

Así se usaron diferentes rangos de porcentaje, dependiendo de la variable evaluada. Los resultados obtenidos por vulnerabilidad en cada sector muestran los diferentes niveles de aquella, entonces para determinar la vulnerabilidad global en cada sector se promediaron los valores obtenidos en cada una, esto es, por ejemplo para determinar la vulnerabilidad global en río seco, se suman los valores obtenidos para cada indicador en cada una de las vulnerabilidades y se promedian, y el resultado final viene a ser la vulnerabilidad global ante la cual se encuentra dicha población.

### **3.4.3 Variables e indicadores de la vulnerabilidad**

Un indicador es una expresión sintética y específica, que señala una condición característica o valor determinado en el tiempo, a su vez, los indicadores pueden ser cualitativos y cuantitativos, deben ser mesurables y verificables y deben permitir el conocimiento del éxito, fracaso o avance de la intervención. Así mismo los indicadores deben reunir una serie de características para que cumplan de manera efectiva con el fin para el que son utilizados. Para efectos de la presente investigación y tomando en cuenta las condiciones y antecedentes presentes en la zona objeto del estudio, se consideraron aquellos indicadores que permitieron evaluar efectivamente la vulnerabilidad a eventos geodinámicos, como por ejemplo número de personas que habitan la vivienda, ubicación de la vivienda, estado de la vivienda son algunos de los indicadores para medir la vulnerabilidad física.

El cuadro 5 muestra las variables e indicadores usados para medir la vulnerabilidad en las diferentes quebradas del sector río seco, donde se tomaron en cuenta características de tipo social, económico, técnico, físico e institucional que permiten a través del porcentaje obtenido, determinar el nivel de vulnerabilidad presente en cada una de las comunidades.

Cuadro 6. Variables e Indicadores usados para medir las distintas vulnerabilidades

Tipo de Vulnerabilidad	Variables respuesta	Indicador
Física	Habitantes por vivienda	Viviendas con 7 o más habitantes (%)
	Condición de la vivienda	Viviendas en mal estado (%)
	Ubicación de las viviendas	Viviendas ubicadas en las laderas o cerca de cauces de ríos (%)
	Distancia de río o quebrada	Viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada más cercana
	Infraestructuras destinadas a emergencias	Población que conoce la existencia de las infraestructuras para atender emergencias (%)
	Distancia al último Huayco	Vivienda ubicada a menos de 1 km del último Huayco
	Accesibilidad	Viviendas con difícil accesibilidad (%)
	Medios de transporte	Población que no dispone de transporte propio (%)
Social	Organización comunal	Población adulta que forma parte de organizaciones (%)
	Existencia de organismo a cargo de las emergencias	Población que conoce organismo encargado de atender emergencias (%)
	Realización de actividades por parte de la organización a cargo de atender las emergencias	Población que conoce la realización de actividades de prevención a desastres (%)
	Participación en actividades ante emergencias	Población que participa en las actividades de prevención a desastres (%)
	Efectividad del liderazgo comunitario	Población que reconoce líderes comunales (%)
	Planes personales o familiares de emergencia	Población que cuenta con un plan (personal o familiar) de emergencia (%)
Económica	Población desempleada actualmente	Población actualmente desempleada (%)
Política	Atención del gobierno a la comunidad	Población que percibe mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres (%)
	Apoyo institucional en proyectos comunales de gestión del riesgo	Población que considera hay apoyo institucional a proyectos comunales de gestión del riesgo
	Papel de instituciones nacionales y locales	Población que considera deficiente el papel de las instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo (%)
Técnica	Preparación de la comunidad en cuanto a desastres	Población capacitada en materia de desastres (%)
	Disponibilidad de la población a participar en actividades de capacitación	Población dispuesta a participar en eventos de capacitación (%)

### 3.4.4 Valorización, estandarización y ponderación de los indicadores seleccionados

Para lograr uniformidad en el análisis de los diferentes indicadores, sabiendo que unos son medibles cuantitativamente y otros cualitativamente, se hizo necesario estandarizar las variables que miden a cada uno de los indicadores. Esta estandarización dentro de los indicadores partió del concepto de analizar el grado de influencia que los distintos valores (variable observada) tienen dentro del indicador para obtener un determinado nivel de severidad en la vulnerabilidad, es decir, entre mayor es el aporte del indicador a la vulnerabilidad, mayor valor estandarizado. Entonces, se asignaron valores porcentuales de acuerdo a la variable medida, el valor mínimo calificará como vulnerabilidad baja con una valoración de 1, seguido de vulnerabilidad media para los porcentajes intermedios con una valoración de 2 y por último el porcentaje más alto constituyó la vulnerabilidad alta y tendrá una valoración de 3.

Los valores porcentuales varían de acuerdo a la variable y a la realidad de la zona; por ejemplo para medir la cantidad de personas que forman parte de organizaciones comunales, se usaron escalas del 0 al 40%, ya que considerar valores que alcancen 100% para esa variable es algo ilógico puesto que no se adapta a la realidad. Sin embargo para otras variables como por ejemplo la población que reconoce a un líder dentro de su comunidad, sí fueron usadas escalas de 0 a 100% como valor mínimo y máximo, respectivamente, ya que en ese caso sí mide la realidad de la zona.

Aplicando esta escala, tanto a los indicadores cualitativos como a los cuantitativos se les asignó un valor numérico, lo cual facilitó la comprensión al tener una misma unidad de análisis.

En el cuadro 7 se muestra el valor otorgado a cada vulnerabilidad para lograr la estandarización y definir al final la ponderación para la medición de las vulnerabilidades en cada sector.

Cuadro 07 Valoración de la Vulnerabilidad

<b>Calificación de vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
Alta	3
Media	2
Baja	1

A continuación se muestran los indicadores utilizados para cada una de las variables dentro de cada tipo de vulnerabilidad. Además, se muestra la respectiva calificación para cada estado en el cual se presenta el indicador respectivo.

### 3.4.4.1 Vulnerabilidad Física

#### Ponderación de la variable: habitantes por vivienda

Es importante conocer el número de personas que habitan una vivienda, ya que al ser mayor éste, quiere decir que más dificultad habrá en caso de que sea necesaria la evacuación de los mismos por un aluvión, por ello se calificó como vulnerabilidad alta un grupo mayor de 40% de viviendas con más de 7 personas, vulnerabilidad media en un porcentaje entre 21 y 40% y con vulnerabilidad baja las vivienda que correspondan a un porcentaje comprendido entre 0 y 20% con más de 7 personas habitando la vivienda. (Cuadro 08)

Cuadro 08 .Habitantes por vivienda

Porcentaje de viviendas con 7 o más habitantes	Vulnerabilidad	Valoración
> 40	Alta	3
21 - 40	Media	2
0 - 20	Baja	1

#### Ponderación de la Variable: Condición de la vivienda

Condición de la vivienda es un indicador que permite conocer cuan preparada está la misma para recibir y soportar los movimientos generados por un evento geodinámica, para este particular se tomó en cuenta el mal estado en el que se encuentran las viviendas. Es de suponer que las viviendas con buen estado tienen mayor capacidad de absorber los daños causados por el huayco. (Cuadro 09)

Cuadro 09. Condicion de la vivienda

Porcentaje de viviendas en mal estado	Vulnerabilidad	Valoración
> 30	Alta	3
16 - 30	Media	2
1 - 15	Baja	1

#### Ponderación de la variable: Ubicación de las viviendas

La ubicación de las viviendas es determinante para conocer la vulnerabilidad ante la que se encuentran, es por ello que las viviendas ubicadas en zonas como laderas, riberas y cauces de los ríos son las que se toman en cuenta en este aspecto, debido a que estas zonas son las

más propensas a generar flujos de lodo o deslizamientos, generados entre otras por la pendiente y las condiciones del suelo cercano a los ríos. Dependiendo del porcentaje que habita en las zonas se calificará la vulnerabilidad. (Cuadro 10)

Cuadro N°10.Ubicacion de las Viviendas

Porcentaje de viviendas ubicadas en laderas o cerca de cauce de ríos	Vulnerabilidad	Valoración
> 20	Alta	3
11- 20	Media	2
1 - 10	Baja	1

**Ponderación de la Variable: Distancia de la quebrada o rio más cercano**

Por ser los cauces de los ríos los que canalizan el material que baja durante un deslizamiento, es por ello que las viviendas que se encuentran muy cercanas a éstos reciben una calificación de alta vulnerabilidad. (Cuadro 11)

Cuadro N°11.Distancia de la vivienda a la quebrada o rio más cercano

Porcentaje de viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada	Vulnerabilidad	Valoración
> 20	Alta	3
11 – 20	Media	2
1 – 10	Baja	1

**Ponderación de la variable: Infraestructura destinadas a emergencias**

Cuadro 12.-Existencia de infraestructuras destinadas a atender a la población en casos de emergencias

Porcentaje de población que conoce la infraestructura existente para atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
0 - 33	Alta	3
34 – 66	Media	2
67 – 100	Baja	1

**Ponderación de la variable: distancia del sitio del último huayco.**

En general los eventos naturales trabajan de manera cíclica e incluso repetida, es por ello que se busca conocer cuán cerca están las viviendas del último alud ocurrido en la zona, el cual fue en Arroyo Seco, con ello se puede determinar la posibilidad de ocurrencia de nuevos

Cuadro 13.Distancia entre la vivienda y el sitio del último Huayco

Porcentaje de la población ubicada a menos de 1 km del último deslizamiento	Vulnerabilidad	Valoración
> 40	Alta	3
21 - 40	Media	2
0 - 20	Baja	1

**Ponderación de la variable: accesibilidad**

Cuadro 14.Accesibilidad a la vivienda

Porcentaje de viviendas con difícil accesibilidad	Vulnerabilidad	Valoración
> 40	Alta	3
21 - 40	Media	2
0 - 20	Baja	1

**Ponderación de la variable: disposición de medio de transporte propio**

Conocer qué porcentaje de la población que no dispone de un medio de transporte propio permite saber que tan vulnerable será en caso de que ocurra un evento, ya que mejor y más rápida será la evacuación cuanto mayor sea el porcentaje de la población que haga uso de su vehículo. (Cuadro 15)

Cuadro 15.Disponibilidad de transporte

Porcentaje de la población que no dispone de transporte propio	Vulnerabilidad	Valoración
> 60	Alta	3
31 - 60	Media	2
0 a 30	Baja	1

**3.4.4.2 Vulnerabilidad Social**

**Ponderación de la variable: organización comunal**

Para una mejor y más eficiente toma de decisiones se requiere un nivel mínimo de organización, es por ello que cuando una comunidad se organiza, mucho más y mejor preparados estarán para actuar debidamente ante un evento como es un Huayco. (Cuadro 16)

Cuadro 16. Población adulta que forma parte de organización comunal

Porcentaje de población adulta que forma parte de organizaciones	Vulnerabilidad	Valoración
0 – 20	Alta	3
21 – 40	Media	2
> 40	Baja	1

**Ponderación de la variable: conocimiento sobre la existencia de organizaciones dedicada a atender emergencias.**

Para una comunidad es necesario conocer con qué recursos, entes o instituciones contar en casos de emergencias para un mejor y más efectivo manejo y control de éstas, y por ende un más bajo nivel de consecuencias ocasionadas por tales evento. (Cuadro 17)

Cuadro 17. Conocimiento de la existencia de organismo encargado de atender emergencias

Porcentaje de la población conoce la existencia de un organismo encargado de atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
0 – 33	Alta	3
34 – 66	Media	2
67 – 100	Baja	1

**Ponderación de la variable: realización de actividades por parten de la organización encargada de atender emergencias**

Para lograr un efectivo manejo de las amenazas presentes en una zona se requiere llevar a cabo labores antes de que ocurra el evento, durante la ocurrencia y luego de éste. Si únicamente se llevan a cabo actividades después de ocurrido el evento, es decir solo acciones de reconstrucción y rehabilitación, se está potencializando el efecto que puede causar un evento, ya que para disminuir los efectos deben implementarse acciones en las tres fases del mismo, es por ello que la medición se hizo tomando en cuenta que porcentaje de las actividades de prevención (antes) son llevadas a cabo por los organismos encargados de atender emergencias. (Cuadro 17)

Cuadro 18. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.

Porcentaje de la población que conoce la realización de actividades de prevención a desastres	Vulnerabilidad	Valoración
0 - 20	Alta	3
21 – 40	Media	2
> 40	Baja	1

### **Ponderación de la variable: Participación comunitaria ante un evento**

Existe una relación proporcional en cuanto a la participación de la comunidad y la preparación ante un huayco, ya que cuanto mayor es la participación de una comunidad en las acciones que se llevan a cabo, mejor será su preparación y su resiliencia en caso de repetirse un evento. (Cuadro 19)

Cuadro 19. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender emergencias.

<b>Porcentaje de la población que participa en actividades ejecutadas por el organismo que atiende emergencias</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
0 – 33	Alta	3
34 – 66	Media	2
67 – 100	Baja	1

### **Ponderación de la variable: efectividad del liderazgo comunitario**

Es importante que la comunidad sea dirigida en la toma de decisiones a través de un liderazgo efectivo, ya que mejor será su organización en los problemas que se presenten. (Cuadro 20)

Cuadro 20. Reconocimiento del líder Comunal

<b>Porcentaje de la población que reconoce un líder en su comunidad</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
0 – 33	Alta	3
34 – 66	Media	2
67 – 100	Baja	1

### **Ponderación de la variable: planes personales de emergencia**

Si se trabaja en niveles micro (o locales), al momento de ejecutarse una decisión más efectiva será la respuesta al desarrollarla en un nivel macro (o nacionales), es por ello que una familia que tiene desarrollado un plan de emergencia, tendrá una mejor respuesta a nivel de comunidad en caso de una emergencia, que la respuesta que tienen aquellos sin un plan de emergencia. (Cuadro 21)

Cuadro 21. Planes familiares o personales de emergencia

<b>Porcentaje de la población que cuenta con un plan (personal o familiar) de emergencia</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
0 – 33	Alta	3
34 – 66	Media	2
67 – 100	Baja	1

### 3.4.4.3. Vulnerabilidad Económica

#### **Ponderación de la variable: población desempleada actualmente**

Para conocer y medir indicadores sociales es necesario entre otros aspectos, conocer cuál es el porcentaje de habitantes que actualmente están desempleados, ya que permite desarrollar de acuerdo a ello los respectivos planes y conocer además su capacidad para enfrentar eventos como son los deslizamientos. (Cuadro 22).

Cuadro 22. Población actualmente desempleada

<b>Porcentaje de la población actualmente desempleada</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
67 – 100	Alta	3
34 – 66	Media	2
0 – 33	Baja	1

### 3.4.4.4 Vulnerabilidad Política

Ponderación de la variable: atención del gobierno a la sociedad es importante conocer el nivel de aceptación y conocimiento de las autoridades gubernamentales por parte de la comunidad, para determinar si los programas ejecutados en las mismas son efectivos o no. (Cuadro 23)

Cuadro 23. Percepción de la comunidad sobre mala atención del gobierno central y local

<b>Porcentaje de la población que considera mala la atención del gobierno al problema de riesgo a desastres en la zona</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
> 40	Alta	3
21 – 40	Media	2
1 – 20	Baja	1

#### **Ponderación de la variable: apoyo gubernamental a los proyectos comunales gestión del riesgo**

El apoyo gubernamental en proyectos y programas comunitarios es básico, debido a que por un lado, la receptividad por parte de la comunidad es mucho mejor hacia sus gobernantes y por otro el gobierno está al tanto de las verdaderas necesidades presentes en las comunidades y dando prioridad a aquellas que realmente requieren atención. (Cuadro 24)

Cuadro 24. Percepción en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo.

Porcentaje de la población que considera que hay apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
0 - 33	Alta	3
34 - 66	Media	2
67 - 100	Baja	1

#### **Ponderación de la variable: actuación de instituciones nacionales y locales**

Relacionada con la anterior, en esta ponderación se pretende conocer que tal percibe la comunidad la actuación de los entes en la misma, cuanto menor sea el porcentaje que represente la insatisfacción de la comunidad ante la actuación de éstos, menor será la vulnerabilidad. (Cuadro 25)

Cuadro 25. Percepción de la población de papel de las instituciones nacionales y locales

Porcentaje de la población que considera deficiente el papel de las instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
> 40	Alta	3
21 a 40	Media	2
1 a 20	Baja	1

#### **3.4.4.5 Vulnerabilidad Técnica**

Ponderación de la variable: preparación de la comunidad en cuanto a desastres para que los habitantes de una comunidad estén mejor preparados en cuanto a actuar debidamente ante una emergencia como es un deslizamiento, es necesario que reciban capacitación, es por ello que a medida que hay más habitantes preparados para ello, se puede decir que menor será el efecto que cause en la comunidad un desastre, debido a que la comunidad está preparada para absorber los impactos del mismo. (Cuadro 26)

Cuadro 26. Población capacitada en materia de desastres

Porcentaje de la población que ha recibido capacitación sobre desastres	Vulnerabilidad	Valoración
0 - 33	Alta	3
34 - 66	Media	2
67 - 100	Baja	1

### **Ponderación de la variable: disponibilidad por parte de la población a participar en talleres de capacitación**

Conocer la disposición que tiene la población a participar en actividades de capacitación muestra el interés de la comunidad de asumir con responsabilidad el hecho de que viven en zonas de alto riesgo y de conocer la manera adecuada de controlar y manejar las amenazas, para de este modo disminuir los efectos a los cuales están expuestos. (Cuadro 27)

Cuadro 27. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación

<b>Porcentaje de la población dispuesta a participar en eventos de capacitación</b>	<b>Vulnerabilidad</b>	<b>Valoración</b>
0 – 33	Alta	3
34 – 66	Media	2
67 – 100	Baja	1

### **3.5 Ejemplo de aplicación de la metodología de evaluación de la vulnerabilidad.**

Para ilustrar la aplicabilidad de esta metodología, se tomará como referencia los resultados obtenidos en el indicador número de habitantes por vivienda, de la vulnerabilidad física correspondiente al sector de Arroyo Seco.

De acuerdo al porcentaje obtenido en cada variable, se ubicó la calificación de vulnerabilidad, es por ello que se establecieron ciertos rangos dependiendo de la realidad de la zona y la variable ponderada para cada vulnerabilidad.

Para calcular el promedio se tomará como ejemplo la variable número de habitantes por casa, donde se realizaron un total de 131 entrevistas en el sector río seco (Pilacucho, Islachayoc, Puca Puca), los resultados mostraron que existen viviendas donde habitan 7 o más personas y de acuerdo al porcentaje obtenido se le califica con vulnerabilidad alta, media o baja. Entonces, los rangos de porcentajes medidos están “0 – 20%” vulnerabilidad baja, “21 – 40%” la vulnerabilidad es media y porcentaje mayor de 40 es vulnerabilidad alta. El mismo procedimiento se aplicó a todas las variables.

### **3.6 Vulnerabilidad a Huaycos en el sector Arroyo Seco ponderada por criticidad de indicadores.**

Se tomaron para la valoración de la vulnerabilidad un total de 20 indicadores, a cada uno de los cuales se le dio un valor arbitrario, basado en el conocimiento de la zona de estudio considerando la

criticidad que implica cada indicador en la vulnerabilidad global a los fenómenos geodinámicos.

El total de la suma de ellos es 100, por ello corresponde a cada uno un valor de 5, pero tomando en cuenta que unos son más relevantes que otros para fines del estudio, se procedió a dar menor valor a los menos relevantes y otorgárselo a los de mayor significación. Luego de otorgar estas ponderaciones de acuerdo a la criticidad, se procedió a multiplicar el resultado en cada uno de los indicadores en la estimación de la vulnerabilidad y luego se dividió ese resultado en 100 que es el valor total considerado para cada peso relativo de cada indicador; luego se hizo una comparación con los promedios obtenidos anteriormente y se cotejó el resultado registrado con valores ponderados o sin ponderar. En el cuadro 28, se muestra el valor arbitrario de ponderación otorgado a cada indicador de acuerdo a su nivel de criticidad.

Cuadro N°28.Ponderacion de indicadores por nivel de criticidad

Indicadores de Criticidad Baja		Indicadores de Criticidad Media		Indicadores de Criticidad Alta	
Número de habitantes por vivienda	2	Infraestructura para atender emergencias	5	Distancia de la vivienda a la quebrada más cercana	9
Condición de la vivienda	2	Distancia de la vivienda al sitio del último deslizamiento	5	Ubicación de las viviendas	9
Accesibilidad a la vivienda	1	Actividades de prevención realizadas por organismo encargado de atender las emergencias	5	Participación de la población en actividades ejecutadas por el organismo	9
Disponibilidad de transporte propio	1	Población desempleada	5	Plan personal y/o familiar de emergencia	8
Población que forma parte de organización comunal	2	Papel de instituciones locales y nacionales en la gestión del riesgo	5	Atención del gobierno a la comunidad	8
Conocimiento de organismo encargado de atender emergencias	2	Disposición de la población a recibir capacitación	5	Apoyo de instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo	8
Reconocimiento de líder	1			Población capacitada	8

### 3.7 Metodología para determinar zonas críticas

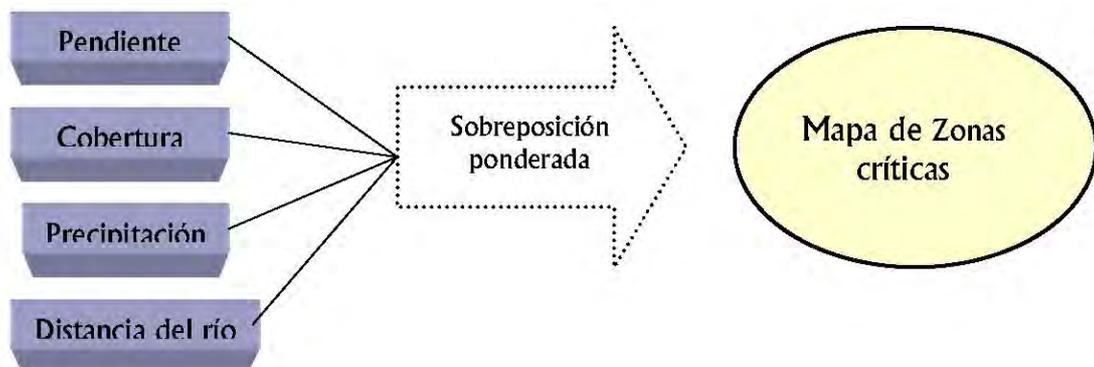
#### 3.7.1 Determinación y especialización de zonas críticas

Para determinar las áreas críticas a la que están expuestos los habitantes del sector río seco primero se tomaron en cuenta cuatro factores que afectan directamente la vulnerabilidad en esta zona, estos factores son:

- La cobertura del suelo: solo se consideraron uno ya que es la que más predominan en el área de estudio pasto (arbustos).
- La pendiente: luego de evaluar la vulnerabilidad fue posible percibir que los sectores habitaciones están asentadas en zonas de ladera.
- La precipitación debido a que este es el principal detonador de los huaycos y derrumbes en esta zona.
- Por último se consideró el factor distancia a las quebradas, ya que siempre que se ha presentado derrumbes en las parte altas, es por el cauce de los flujos de lodos por donde se desplaza el material que se desprende a causa de un huayco.

El siguiente paso consistió en la elaboración de los mapas de cada uno de estos factores utilizando el programa Arc View y GIS. Luego de realizados estos mapas, se procedió a la integración (o sobre posición) de los mismos usando la extensión Model Builder. Para lograr una conjunción de estos mapas, se otorga a cada uno de los factores un porcentaje de acuerdo a su aporte a la criticidad, así pendiente 30%, cobertura 25%, precipitación 25% y por último distancia a las quebradas con un 20%.

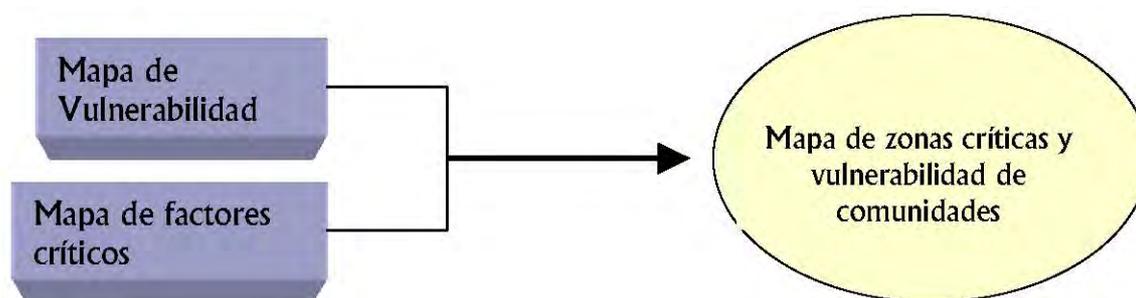
A modo de ejemplo de muestra en la figura 10 un diagrama para representar el proceso explicado anteriormente.



**Figura 10. Diagrama de Zonas Críticas**

### 3.7.2 Especialización de zonas críticas y ubicación de vulnerabilidad de comunidades

La determinación de las zonas críticas fue el resultado de la unión de los dos procesos anteriores, a saber la estimación de la vulnerabilidad y los factores críticos, es decir luego de elaborar el mapa de vulnerabilidad y el mapa de factores críticos y por medio de una sobre posición de ambos mapas y usando el programa Arc View y GIS, se logró la elaboración de un tercer mapa denominado mapa de zonas críticas. Para ejemplificar la metodología para determinar y ubicar espacialmente las zonas críticas, se muestra el diagrama de zonas críticas y vulnerabilidad de comunidades (figura 11).



**Figura 11. Diagrama de zonas críticas y vulnerabilidad comunidades**

### 3.8 Metodología para determinar la participación local y externa

La Participación tanto de entes locales como externos, es en algunos casos necesaria para lograr el mejor desarrollo de las actividades que se llevan a cabo en una población. En el caso del Sector Rio Seco por ser una zona donde han ocurrido una serie de eventos que han causado innumerables pérdidas, es preciso conocer cuán participativa ha sido la acción de los actores involucrados, bien sea por que habitan la zona bajo estudio, representado directamente por la sociedad civil o bien sea porque son entes obligados o comprometidos con los sectores habitacionales; tal es el caso de la Municipalidad Provincial de Huamanga, la Cruz Roja, INDECI, los bomberos, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga.

Para medir la participación local y externa se desarrollaron dos fases, la primera fue la búsqueda de información secundaria en cada una de las instituciones consideradas, la segunda consistió en desarrollo de entrevistas no estructuradas a dichas instituciones así como a los habitantes del sector Arroyo Seco, para conocer la percepción que éstos tienen de la participación de los diferentes organismos, esta última parte fue complementada con un taller donde a través de la técnica de lluvia de ideas para identificar los problemas y sus posibles soluciones y luego por medio de la

matriz de toma de responsabilidades, se logró conocer la percepción de los asistentes en cuanto a la participación y si dichas instituciones están o no involucradas con los problemas por ellos identificados.

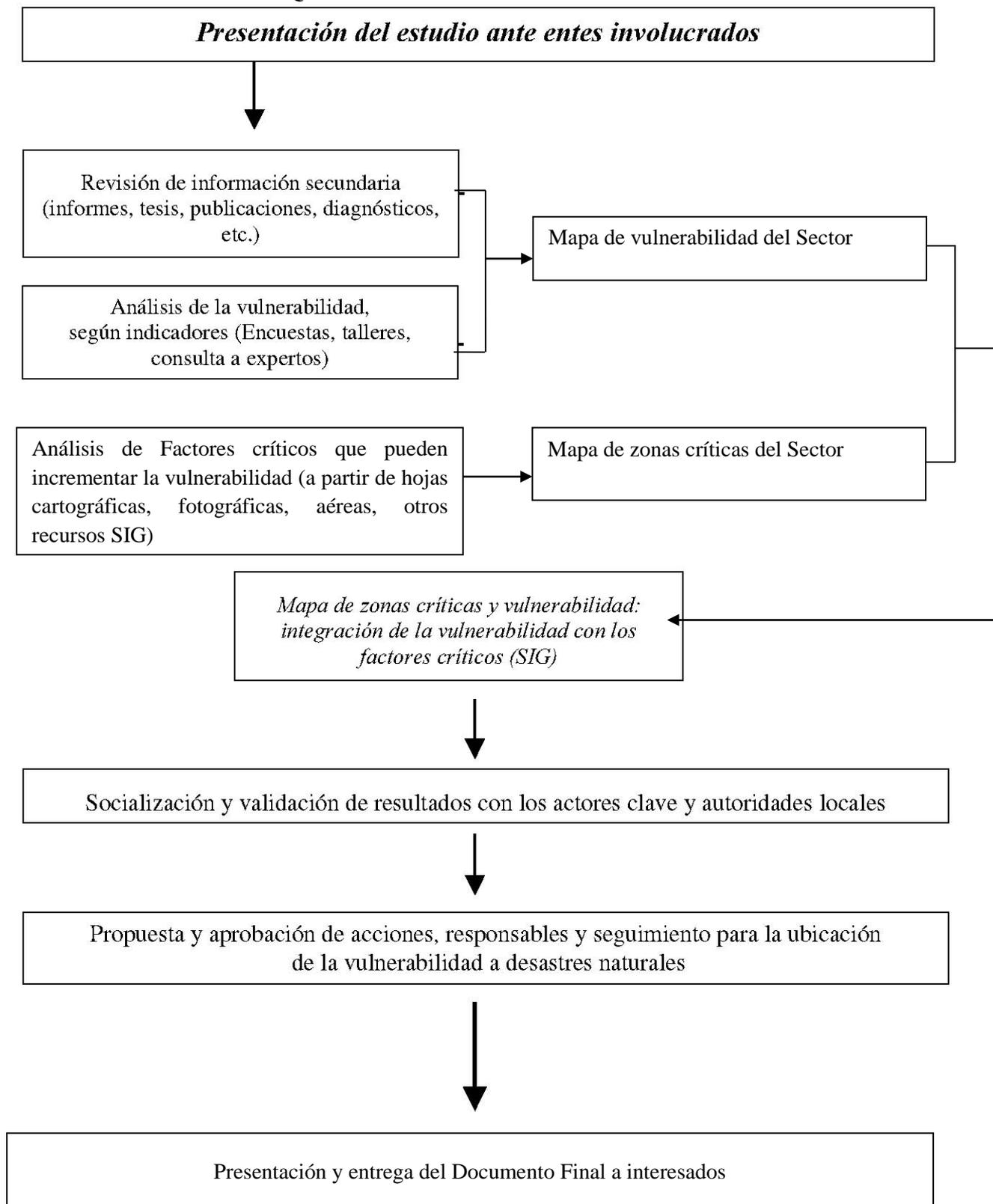
### **3.9 Metodología para plantear lineamientos y acciones para el manejo y mitigación del riesgo a Huaycos.**

Existen un conjunto de medidas o acciones que permiten atenuar los efectos de un alud, tales acciones se deben llevar a cabo antes de que ocurra el mismo, para minimizar los efectos que puedan presentarse durante y después de ocurrido el mismo. Para determinar tales acciones fue necesario tomar en cuenta dos aspectos determinantes, uno de ellos la participación de la comunidad, ya que son los principales afectados, y el segundo pero igual de importante fue la identificación y ubicación de las amenazas existentes en la zona, para implementar las acciones y medidas que permitan mitigar el riesgo a deslizamientos.

En el caso del sector Arroyo Seco, ya conocidos los antecedentes, la ubicación de las amenazas (a través de la participación de la población) y el reconocimiento del área, así como revisión bibliográfica, se logró determinar algunas acciones necesarias de llevar a cabo en la zona; las mismas se deben implementar antes de la ocurrencia de un deslizamiento con el fin de disminuir el efecto que cause a la población y a los bienes.

Tales lineamientos de mitigación de riesgo pueden abarcar acciones y actividades, desde el ámbito educativo, de organización civil, de participación comunitaria y gubernamental, divulgación de información, mecanismos de alerta temprana, manejo integrado de cuencas hidrográficas, mejoramiento de uso de las tierras, es decir uso de las tierras acorde a su capacidad, entre otras, así como construcción de infraestructuras, acondicionamiento de sitios como albergues en casos de contingencia incluso en casos determinados, reubicación de la población.

## ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN



## **CAPÍTULO IV**

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Identificación y ubicación de las amenazas y zonas de riesgo a Huaycos

#### 4.1.1 Identificación participativa de las amenazas

La identificación de las amenazas y zonas de riesgo se llevó a cabo dos etapas, la primera de ellas consistió en el desarrollo de un taller con habitantes de la comunidad del sector río seco; la segunda etapa consistió en revisión de información secundaria. El primer paso en la realización del taller fue familiarizar a los participantes con términos como son: deslizamiento, vulnerabilidad, desastres, riesgo y amenazas.

Durante la realización del taller y gracias a la aplicación de las técnicas de línea del tiempo y gráfico histórico de la comunidad, los participantes tuvieron la oportunidad de reconocer e identificar algunos de los eventos de desastres acaecidos en el sector río seco y su ubicación de donde se obtuvo que los mismo han ocurrido en el Jr. San Martín del Casco Histórico de la Ciudad de Huamanga, las crecidas de las quebradas, así como las pérdidas ocurridas como consecuencia de estos eventos, también resultó del taller que, de acuerdo a la percepción de los participantes, en las comunidades de Puca Puca, Pilacucho, Islachayocc, es donde están las áreas más propensas a presentar fenómenos geodinámicos.

Con la ayuda de un mapa del sector río seco, los participantes pudieron ubicar los lugares donde consideran existen más peligro de que ocurran problemas de derrumbes , huaycos e inundaciones y otros eventos que afecten a la población y al ambiente, sin embargo por haberse realizado de manera empírica con el mapa realizado por la comunidad resulta similar a las áreas determinadas mediante estudios técnicos realizados por el Instituto Nacional de Defensa Civil , de donde se pudo conocer que las zonas reconocidas por dichas instituciones como amenazas a aluviones, coinciden completamente con las identificadas por la comunidad.

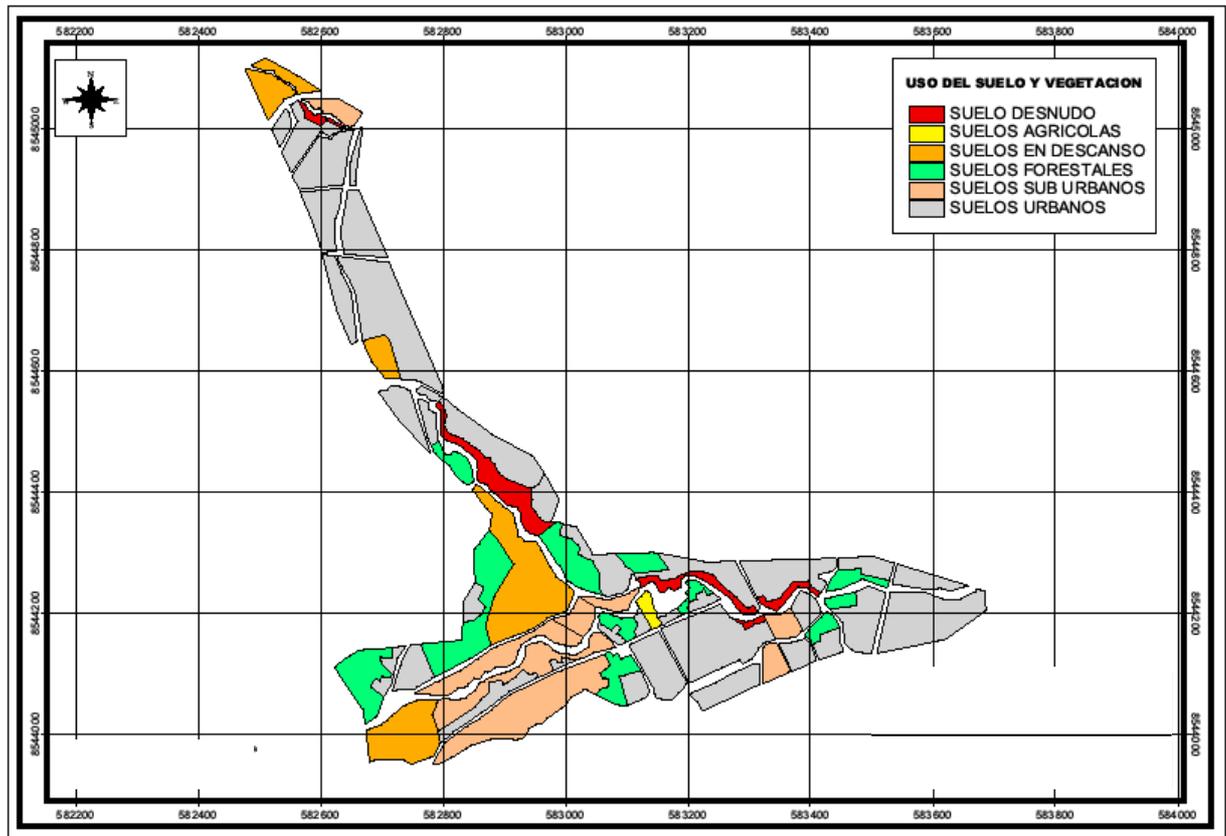
#### **4.1.2 Identificación institucional de amenazas y factores coadyuvantes y zonas de riesgo**

Es necesario considerar que las características naturales o biofísicas como tal no generan ningún tipo de amenaza, más la conjugación de éstas pueden resultar en alguna amenaza, de ahí que se consideren aspectos por separado como geología, suelos y su cobertura, precipitación y pendientes. Así mismo es necesario tomar en cuenta la influencia antrópica, ya que ésta incrementa el accionar de las mismas.

Existen en río seco características particulares como son la geología, las precipitaciones, las características de sus suelos así como los usos que éstos han recibido (específicamente de tipo habitacional), que han colocado a varias de sus comunidades en situaciones de riesgo ante las amenazas a aluviones presentes; hay evidencia de zonas vulnerables, así como presencia de fallas y escasa cobertura vegetal. Así también el hecho de que la población de Puca Puca esté asentada sobre abanicos coluviales, como indicadores de deslizamientos previos, indican que esta zona está expuesta a una serie de amenazas naturales principalmente deslizamientos. A continuación se presentan las amenazas identificadas por las instituciones que han desarrollado estudios e informes técnicos en ayacucho.

#### **B) Cobertura vegetal**

Se señala que la cobertura vegetal presente en esa zona de estudio está representada por suelos urbanos en un (50%), Suelos sub urbanos en un (25%) y Suelos forestales en un (20%); un bajo porcentaje del suelo está descubierto de vegetación (5%), sumando los porcentajes de suelos urbanos y sub urbanos, resulta en un (75%) porcentaje elevado que indica el alto grado de deforestación existente en la zona bajo estudio. El mapa de cobertura muestra con detalle el tipo de cobertura existente en el área de estudio (figura 12).



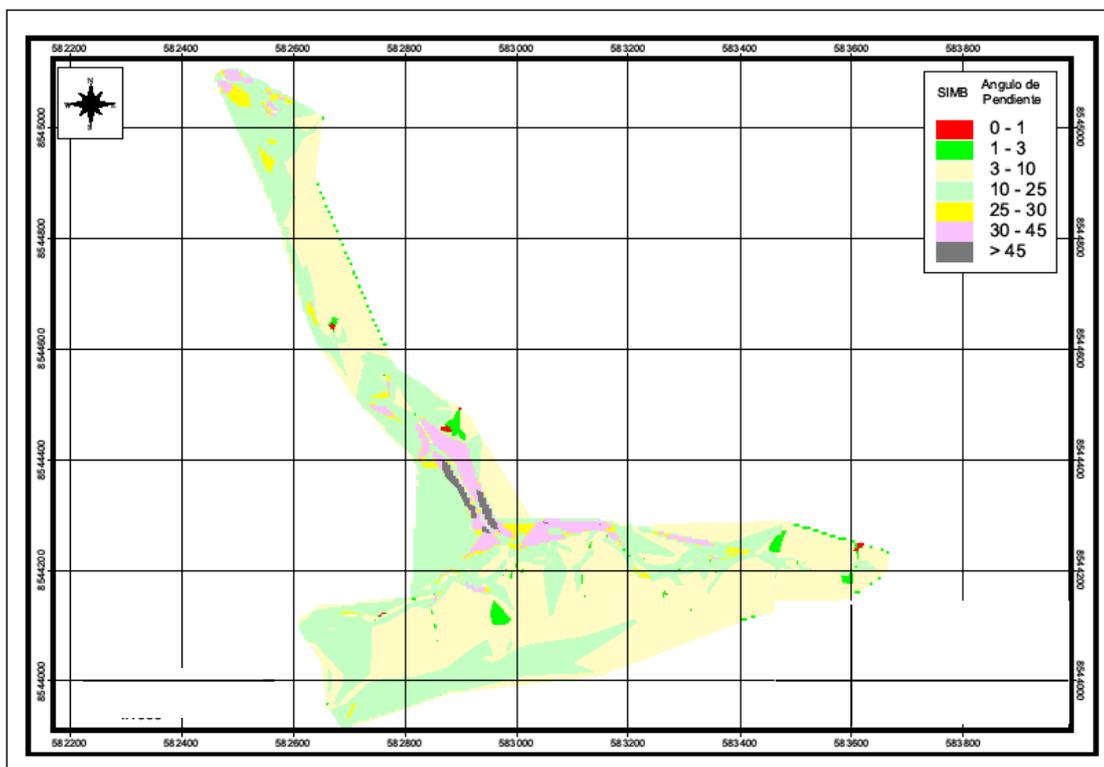
**Figura 12. Mapa de cobertura vegetal en el sector río seco  
(Ver plano en anexos)**

En la Quebrada Arroyo Seco, se ha venido eliminando aceleradamente la cobertura vegetal de las microcuencas, causando una disminución de las aguas en la zonas de recarga acuífera y aumentando la escorrentía superficial, provocando procesos de erosión, terracetos, zanjas cárcavas y deslizamientos de tierra (INDECI, 2004).

Es importante tomar en consideración el cambio de cobertura en las cuencas, si se establece una correlación en las cuencas presentes en el sector río seco, entre las que todavía están cubiertas de bosque o reforestadas, con las que están altamente intervenidas (deforestadas), ya que aun cuando presentan características similares como pendientes, patrones de drenaje y el clima, las más intervenidas resultaron afectadas ante una modificación de los niveles de precipitación, mientras que las que presentan cobertura boscosa no sufrió deterioro o desprendimientos.

### **C) Pendiente**

En las laderas adenañas al caserío de quebrada de río seco predominan pendientes sumamente fuertes y cauces encañonados, los que a su vez, y en caso de un deslizamiento, podrían encausar avalanchas de lodo, escombros y rocas afectando parte de los poblados, principalmente en las inmediaciones del cauce, (Quebrada Puca Puca y Pilacucho), aunque dependiendo de la intensidad de la avenida podría afectar un sector mucho más amplio.



**Figura 13. Mapa de pendientes (%) del área de estudio  
(Ver plano en anexos)**

El mapa de pendientes muestra que en la zona bajo estudio, hay un alto porcentaje de pendientes entre los rangos 10 al 25% y 30 al 45%; en las partes más bajas (3 al 10%) se encuentran ubicadas las comunidades de Islachayocc, mientras que las comunidades de Puca Puca, Pilacucho están asentadas en zonas de ladera con fuertes pendientes comprendidas entre 30 y 45% (figura 16).

#### **D. Manejo de las cuencas**

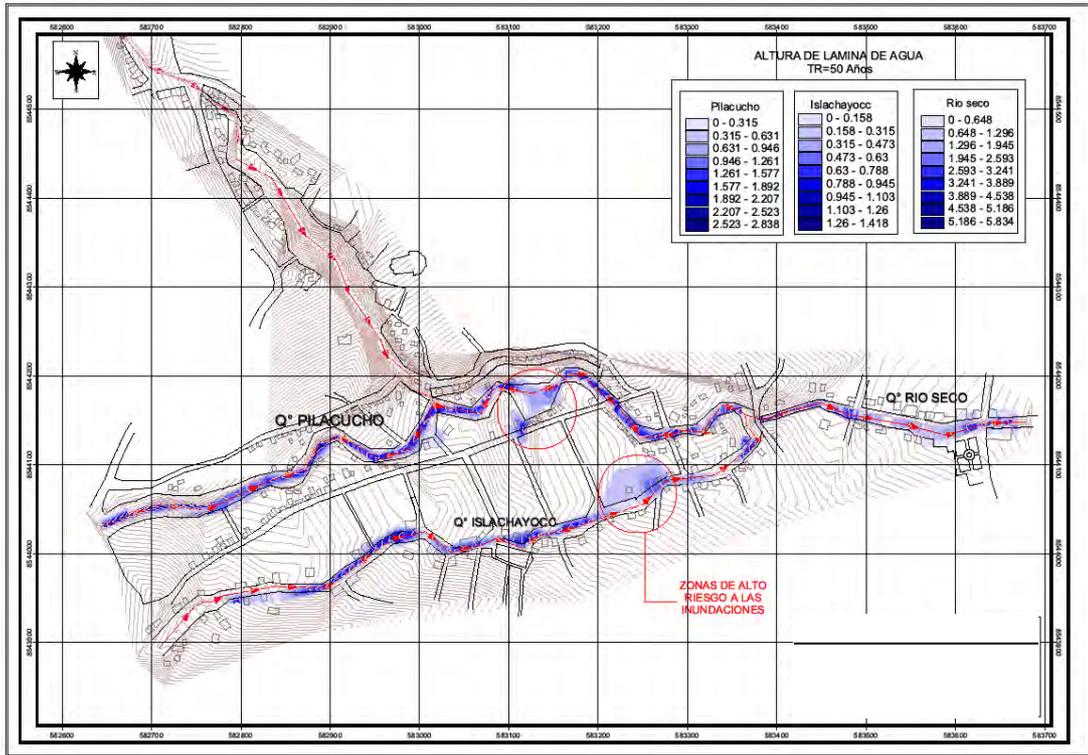
El inexistente manejo de las cuencas, conjuntamente con la degradación por la acción antrópica, como por ejemplo la deforestación, han generado una modificación en los patrones de infiltración y de escorrentía superficial, causando pérdida de la adherencia de la capa superficial de los terrenos. Así mismo, se han evidenciado en el Arroyo Seco, específicamente en sus confluencias con la cuenca de la Quebrada Pilacucho la existencia de abanicos coluviales generados por la deposición de sedimentos y materiales arrastrados por dichas quebradas; dichos abanicos son muestra de

anteriores deslizamientos.

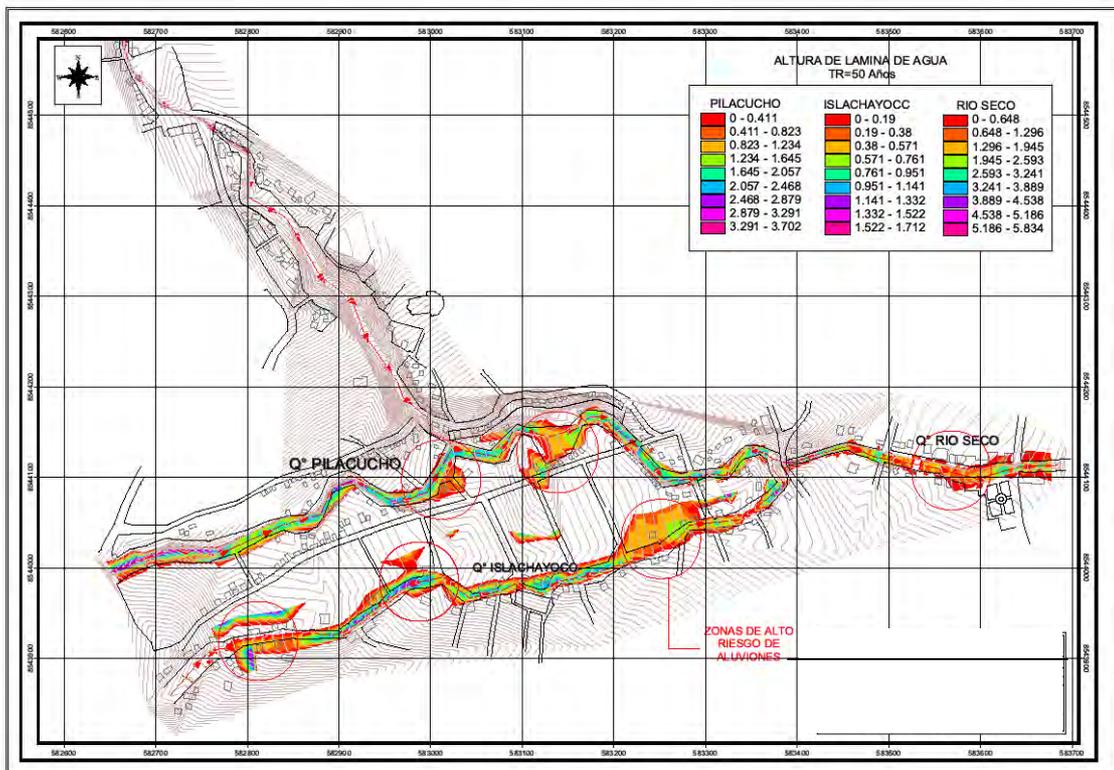
La divisoria de aguas entre la Quebrada Puca Puca y el Pilacucho es un punto altamente inestable se indica que uno de los problemas más serios viene dado por el material removido durante la construcción del proyecto de carreteras y eliminación de desmonte orgánico y de relleno no compactado, que fue depositado en las laderas con pendientes pronunciadas; esto aunado al mal manejo de los suelos, a las medidas de control de aguas superficiales y la inestabilidad de las laderas hicieron que las quebradas entraran en una nueva etapa de erosión, profundizando sus cauces y arrastrando gran cantidad de material regolítico y escombros a través de éstos. La parte alta de la cuenca de la quebrada Puca Puca y el sector Arroyo Seco, están afectados por derrumbes activos, condición que sumada al mal uso de las tierra, las cuales han sido deforestadas para dar paso a la actividad de uso urbano, hace a estas zonas sectores altamente vulnerables y que con solo un detonante ambiental como por ejemplo una precipitación intensa, desencadenaría una serie de eventos de gran magnitud que afectarían de forma directa a Rio Seco y las poblaciones aledañas.

#### **E. Mapa de ubicación de las amenazas y zonas de riesgo de Huaycos e Inundaciones del sector Arroyo Seco.**

Tomando en cuenta que el resultado de las visitas al sector Arroyo Seco, fue la obtención del mapa de amenazas que coincide completamente con las ya ubicadas por la población que participó en el taller e instituciones como el INDECI, se decidió usar el mismo debido a que está técnicamente comprobado y elaborado por especialistas en desastres que laboran en el INDECI, en el mapa se muestran con exactitud las amenazas naturales que existen en el distrito y la ubicación de éstas. Se puede observar con detalle las zonas propensas a inundaciones y deslizamientos, debido a las características presentes. También es posible identificar que las coronas de deslizamientos están ubicadas específicamente a un lado de la línea principal del sistema de drenaje construido provisionalmente. Se distinguen zonas con alta propensión a tránsito de flujos de lodo, como el sector de la quebrada Puca Puca; también se puede observar en el mapa, la ubicación de los sectores que han sido afectados con sucesos de flujos de lodo, específicamente el sector de rio seco (figura 17).



**Figura 14. Mapa ubicación de amenazas y riesgos a Inundaciones**



**Figura 15. Mapa ubicación de amenazas y riesgos a Huaycos (Ver plano en anexos)**

#### **4.1.2.1 Sectores que presentan problemas de inestabilidad de laderas**

El tramo empinado con mayores problemas de inestabilidad de laderas y de taludes de corte más crítico se ubica desde embalse de Puca Puca hasta la intersección de la quebrada con Pilacucho, donde se observan problemas de erosión intensa, socavación de lechos de corrientes y deslizamientos. Las condiciones de pluviosidad, percolación, recarga y mal drenaje son tales que se pueden llegar a establecer un flujo de agua paralelo al talud desde muy cerca de la superficie del terreno por un tiempo prolongado, las laderas con pendientes mayores de 25° son totalmente inestables. Además, de presentarse un sismo fuerte de Intensidad de Grado VI cuando el talud está en condición de saturación casi total, se producirán deslizamientos o flujos de tierra o de lodos de grandes proporciones y graves consecuencias para la conducción en laderas con pendientes mayores de 25-28°.

#### **4.1.2.2 Reflexión sobre las amenazas y factores coadyuvantes de riesgo en el sector**

De acuerdo a la información recabada por parte de las personas que participaron en el taller así como de las instituciones visitadas, se tiene que en Arroyo Seco existen sectores con amenazas a aluviones evidentes que no han recibido la atención necesaria para la disminución del riesgo que éstas generan. Las zonas en las cuales se han detectado y ubicado las amenazas son, en primer lugar aquellas con antecedentes a deslizamientos, como son Puca Puca, donde la existencia de abanicos coluvio-aluvionales, señalan la historia de deslizamientos de la zona, dichos antecedentes son los que catalogan a estas zonas como un área con amenazas. Así mismo, el hecho de que la población de Yuraq Yuraq está ubicada en material coluvio-aluvional, es también indicador de que alguna vez hubo deslizamientos en la zona y el material acarreado por las quebradas y ríos fue depositándose en lo que hoy forma parte de las bases de este poblado, si se considera para este punto que en la mayoría de los casos los desastres actúan de manera cíclica, entonces se puede afirmar que en un futuro lejano o cercano, Arroyo Seco será protagonista de un nuevo Huayco.

Las condiciones anteriores: características de suelo, presenta un agravante que viene dado por el uso del suelo, particularmente la deforestación del vegetal para la apertura de la actividad urbana. Es conocido que la cobertura sirve de protección al suelo y en Arroyo Seco existen zonas que, por el cambio de uso del suelo, no presentan una cobertura diversificada en cuanto a doseles, por ello son vulnerables ante un evento atípico de precipitación, esto es, si se llega a presentar una precipitación extrema, dichos suelos no cuentan con la cobertura vegetal necesaria para atenuar el impacto del agua en éstos, por lo tanto los niveles de escorrentía así como la erosión tienden a

aumentar y con ello el arrastre de material edáfico, provocando así flujos de lodo o deslizamientos, que no solo afectan pendiente abajo durante el recorrido, sino que también afectan las partes más bajas, precisamente donde se encuentran algunos poblados como por ejemplo Pilacucho y Santa Teresa, que es donde termina depositándose el material arrastrado. Se puede afirmar que aun cuando existen zonas con alto riesgo a Huaycos e Inundaciones (por la presencia de amenazas), no ha sido implementado un plan de zonificación urbanística para Arroyo Seco, ya que es posible detectar áreas destinadas a construcción de viviendas y asentamientos poblacionales sin tomar en cuenta la existencia de dichas amenazas y el riesgo ante el cual está expuesta la población. A continuación se presenta el cuadro resumen de las amenazas identificadas en río seco, así como la ubicación de las mismas. (Cuadro 29)

**Cuadro 29. Resumen de factores coadyuvantes del riesgo presentes en Arroyo Seco**

Amenaza	Descripción
Cobertura Vegetal	Escasa cobertura boscosa en las áreas vulnerables: Puca Puca, Islachayocc, Pilacucho.
Suelos	Alto porcentaje de material coluvio-aluvional reciente.
Cuencas	Inexistente manejo de las cuencas, variación en patrones de drenaje
Pendientes	Existen sectores con pendientes por encima de 30%

#### 4.2 Estimación de la vulnerabilidad en las quebradas encontradas

A continuación se presentan los resultados de estimación de la vulnerabilidad a Huaycos en cada una de las comunidades y de manera integral para la zona bajo estudio (Arroyo Seco).

##### 4.2.1 QUEBRADA DE PUCA PUCA

Puca Puca pertenece a la comunidad de Yuraq Yuraq con mayor número de habitantes (782), que equivale al 29% de la población total del sector Arroyo Seco. (Cuadro 30 al 50)

#### *Vulnerabilidad Física*

**Cuadro 30. Número de habitantes por vivienda**

Porcentaje de viviendas con 7 o más habitantes por vivienda	Vulnerabilidad	Valoración
45	Alta	3

**Cuadro 31. Condición de la vivienda**

Porcentaje de viviendas en mal estado	Vulnerabilidad	Valoración
60	Alta	3

**Cuadro 32. Ubicación de las viviendas**

Porcentaje de viviendas ubicadas en laderas y cerca de cauces de ríos	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 33. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano**

Porcentaje de viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 34. Infraestructura existente en la comunidad para atender las emergencias**

Porcentaje de la población que conoce infraestructura existente para atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
14	Alta	3

**Cuadro 35. Distancia de la vivienda al sitio del último evento**

Porcentaje de la población ubicada a menos de 1 km del último aluvión	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 36. Accesibilidad de la vivienda**

Porcentaje de la población que habita en zonas de difícil accesibilidad	Vulnerabilidad	Valoración
60	Alta	3

**Cuadro 37. Disponibilidad de transporte**

Porcentaje de la población que no dispone de transporte propio	Vulnerabilidad	Valoración
87	Alta	2

## ***Vulnerabilidad Social***

**Cuadro 38. Población adulta que forma parte de organización comunal**

Porcentaje de población adulta que forma parte de organizaciones	Vulnerabilidad	Valoración
15	Alta	3

**Cuadro 39. Conocimiento de organismo encargado de atender emergencias**

Porcentaje de la población que conoce la existencia de organismo encargado de atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
25	Alta	3

**Cuadro 40. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.**

Porcentaje de la población que conoce la realización de actividades de prevención a desastres	Vulnerabilidad	Valoración
14	Alta	3

**Cuadro 41. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender las emergencias**

Porcentaje de la población que participa en las actividades ejecutadas por el organismo que atiende las emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
02	Alta	3

**Cuadro 42. Reconocimiento de líder en la comunidad**

Porcentaje de la población que reconoce líder en su comunidad	Vulnerabilidad	Valoración
23	Alta	3

**Cuadro 43. Planes personales o familiares de emergencia**

Porcentaje de la población que cuenta con un plan (personal o familiar) de emergencia	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

***Vulnerabilidad Económica***

**Cuadro 44. Población actualmente desempleada**

Porcentaje de la población actualmente desempleada	Vulnerabilidad	Valoración
47	Media	2

***Vulnerabilidad política*** Cuadro 45. **Apreciación de la comunidad sobre mala atención del gobierno central y local**

Porcentaje de la población que percibe mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres en la zona	Vulnerabilidad	Valoración
80	Alta	3

**Cuadro 46. Percepción en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo**

Porcentaje de la población que considera que hay apoyo de instituciones a proyectos comunales en la gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

**Cuadro 47. Percepción de la población del papel de instituciones locales y nacionales**

Porcentaje de la población que considera deficiente el papel de instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

***Vulnerabilidad Técnica***

**Cuadro 48. Población capacitada en materia de desastres**

Porcentaje de la población que ha recibido capacitación en cuanto a emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

**Cuadro 49. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación**

Porcentaje de la población dispuesta a participar en eventos de capacitación	Vulnerabilidad	Valoración
100	Baja	1

**Cuadro 50. Resumen de resultados de vulnerabilidad en la comunidad de Puca Puca Centro**

Tipo de Vulnerabilidad	Indicador	Resultado (%)	Vulnerabilidad	Valoración
FÍSICA	Viviendas con 7 ó más habitantes	45	Alta	3
	Viviendas en mal estado	60	Alta	3
	Viviendas ubicadas en laderas y cerca de cauces de ríos	100	Alta	3
	Viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada	100	Alta	3
	Población que conoce infraestructura para atender emergencias	14	Alta	3
	Viviendas ubicadas a menos de 1 km del último deslizamiento	100	Alta	3
	Población que habita en zonas de difícil accesibilidad	60	Alta	3
	Población que no dispone de vehículo propio	87	Alta	3
	Población adulta que forma parte de organizaciones comunales	15	Alta	3
	Población que conoce la existencia de organización dedicada a atender emergencias	25	Alta	3

SOCIAL	Población que conoce la realización de actividades de prevención de desastres	14	Alta	3
	Población que participa en las actividades ejecutadas por el organismo que atiende emergencias	2	Alta	3
	Reconocimiento de líder comunal	23	Alta	3
	Población que posee plan personal/familiar de emergencia	0	Alta	3

ECONÓMICA	Población actualmente desempleada	47	Media	2
POLÍTICA	Población que percibe mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres en la zona	80	Alta	3
	Población que considera que hay apoyo de instituciones en proyectos comunales	0	Alta	2
	Población que considera deficiente el papel de instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	100	Alta	2
TÉCNICA	Población que ha recibido capacitación en cuanto a emergencias	0	Alta	3
	Población dispuesta a participar en eventos de capacitación	100	Baja	1

#### 4.2.2 QUEBRADA PILACUCHO

La comunidad de Pilacucho es la tercera en población del Sector Arroyo Seco, ya que en ella habitan un total de 638 personas, correspondiendo al 24% de la población total del Arroyo Seco. (Cuadro 51 al 71)

##### *Vulnerabilidad Física*

**Cuadro 51. Número de habitantes por vivienda**

Porcentaje de viviendas con 7 o más habitantes por vivienda	Vulnerabilidad	Valoración
60	Alta	3

**Cuadro 52. Condición de la vivienda**

Porcentaje de viviendas en mal estado	Vulnerabilidad	Valoración
77	Alta	3

**Cuadro 53. Ubicación de las viviendas**

Porcentaje de viviendas ubicadas en laderas o cerca de cauces de ríos	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 54. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano**

Porcentaje de viviendas ubicadas entre 0 y 150 de un río o quebrada	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 55. Existencia de infraestructura destinada a atender a la población en casos de emergencias**

Porcentaje de la población que conoce infraestructura existente para atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
12	Alta	3

**Cuadro 56. Distancia entre la vivienda y el sitio del último Huayco.**

Porcentaje de la población ubicada a menos de 1 km del último alud	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 57. Accesibilidad a la vivienda**

Porcentaje de la población que habita en zonas de difícil accesibilidad	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 58. Disponibilidad de transporte**

Porcentaje de la población que no dispone de transporte propio	Vulnerabilidad	Valoración
80	Alta	3

***Vulnerabilidad Social***

**Cuadro 59. Población que forma parte de organización comunal**

Porcentaje de población adulta que forma parte de organizaciones	Vulnerabilidad	Valoración
60	Baja	1

**Cuadro 60. Conocimiento de la existencia de organismo encargado de atender emergencias**

Porcentaje de la población que conoce la existencia de un organismo encargado de atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
55	Media	2

**Cuadro 61. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.**

Porcentaje de la población que conoce la realización de actividades de prevención a desastres	Vulnerabilidad	Valoración
12	Alta	3

**Cuadro 62. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo**

**encargado de atender las emergencias**

Porcentaje de la población que participa en las actividades ejecutadas por el organismo que atiende las emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
2	Alta	3

**Cuadro 63. Reconocimiento de líder comunal**

Porcentaje de la población que reconoce líder en su comunidad	Vulnerabilidad	Valoración
75	Baja	1

**Cuadro 64. Planes familiares o personales de emergencia**

Porcentaje de la población que cuenta con un plan personal (o familiar) de emergencia	Vulnerabilidad	Valoración
2	Alta	3

***Vulnerabilidad Económica*****Cuadro 65. Población actualmente desempleada**

Porcentaje de la población actualmente desempleada	Vulnerabilidad	Valoración
40	Media	2

***Vulnerabilidad política* Cuadro 66. Apreciación de la comunidad sobre la mala atención del gobierno central y local**

Porcentaje de la población que considera mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres en la zona	Vulnerabilidad	Valoración
90	Alta	3

**Cuadro 67. Percepción en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo**

Porcentaje de la población que considera que hay apoyo de instituciones a proyectos comunales en la gestión del riesgo	Calificación	Vulnerabilidad
0	Alta	3

**Cuadro 68. Percepción de la población del papel de las instituciones nacionales y locales**

Porcentaje de la población que considera deficiente el papel de instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	2

***Vulnerabilidad Técnica*****Cuadro 69. Población capacitada en materia de desastres**

Porcentaje de la población que ha recibido capacitación cuanto a emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

**Cuadro 70. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación**

Porcentaje de la población tiene disposición a participar en eventos de capacitación	Vulnerabilidad	Valoración
98	Baja	1

**Cuadro 71. Resumen de resultados de vulnerabilidad en la comunidad de Pilacucho**

Tipo de Vulnerabilidad	Indicador	Resultado (%)	Vulnerabilidad	Valoración
FÍSICA	Viviendas con 7 ó más habitantes	60	Alta	3
	Viviendas en mal estado	77	Alta	3
	Viviendas ubicadas en laderas y cerca de cauces de ríos	100	Alta	3
	Viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada	100	Alta	3
	Población que conoce infraestructura para atender emergencias	12	Alta	3
	Viviendas ubicadas a menos de 1 km del último deslizamiento	100	Alta	3
	Población que habita en zonas de mala accesibilidad	100	Alta	3
	Población que no dispone de vehículo propio	80	Alta	3

SOCIAL	Población adulta que forma parte de organizaciones comunales	60	Baja	1
	Población que conoce la existencia de organización dedicada a atender emergencias	55	Media	2
	Población que conoce la realización de actividades de prevención de desastres	12	Alta	3
	Población que participa en las actividades ejecutadas por el organismo que atiende emergencias	2	Alta	3
	Reconocimiento de líder comunal	75	Baja	1
	Población que posee plan personal/familiar de emergencia	2	Alta	3
ECONÓMICA	Población actualmente desempleada	40	Media	2

POLÍTICA	Población que percibe mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres en la zona	90	Alta	3
	Población que considera que hay apoyo de instituciones en proyectos comunales	0	Alta	3
	Población que considera deficiente el papel de instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	100	Alta	3
TÉCNICA	Población que ha recibido capacitación en cuanto a emergencias	0	Alta	3
	población dispuesta a participar en eventos de capacitación	98	Baja	1

#### 4.2.3 QUEBRADA ISLACHAYOCC.

La quebrada de Islachayocc cuenta con la primera cantidad de habitantes un total de 1216 habitantes, correspondiendo al 47% de la población del Sector Arroyo Seco. (Cuadro 72 al 92)

## *Vulnerabilidad Física*

**Cuadro 72. Número de habitantes por vivienda**

Porcentaje de viviendas con 7 o más habitantes por vivienda	Vulnerabilidad	Valoración
53	Alta	3

**Cuadro 73. Condición de la vivienda**

Porcentaje de viviendas en mal estado	Vulnerabilidad	Valoración
90	Alta	3

**Cuadro 74. Ubicación de las viviendas**

Porcentaje de viviendas ubicadas en laderas o cerca de cauces de ríos	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 75. Distancia de la vivienda a la quebrada o río más cercano**

Porcentaje de viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 76. Existencia de infraestructura destinada a atender a la población en casos de emergencias**

Porcentaje de la población que conoce infraestructura existente para atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
10	Alta	3

**Cuadro 77. Distancia entre la vivienda y el sitio del último Huayco.**

Porcentaje de la población ubicada a menos de 1 km del último alud	Calificación	Vulnerabilidad
100	Alta	3

**Cuadro 78. Accesibilidad a las viviendas**

Porcentaje de la población que habita en zonas de difícil accesibilidad	Calificación	Vulnerabilidad
100	Alta	3

**Cuadro 79. Disponibilidad de transporte**

Porcentaje de la población que no dispone de transporte propio.	Vulnerabilidad	Valoración
80	Alta	3

***Vulnerabilidad Social***

**Cuadro 80. Población adulta que forma parte de organización comunal**

Porcentaje de población adulta que forma parte de organizaciones	Vulnerabilidad	Valoración
60	Baja	1

**Cuadro 81. Conocimiento de existencia de organismo encargado de atender emergencias**

Porcentaje de la población que conoce la existencia de organismo encargado de atender emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
40	Media	2

**Cuadro 82. Actividades de prevención realizadas por el organismo encargado de atender emergencias, antes de un Huayco.**

Porcentaje de la población que conoce la realización de actividades de prevención a desastres	Vulnerabilidad	Valoración
9	Alta	3

**Cuadro 83. Participación de la comunidad en las actividades realizadas por el organismo encargado de atender las emergencias**

Porcentaje de la población que participa en las actividades ejecutadas por el organismo que atiende las emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

**Cuadro 84. Reconocimiento de líder comunal**

Porcentaje de la población que reconoce líder en su comunidad	Vulnerabilidad	Valoración
53	Media	2

**Cuadro 85. Planes familiares o personales de emergencia**

Porcentaje de la población que cuenta con un plan (personal o familiar) de emergencia	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

***Vulnerabilidad Económica***

**Cuadro 86. Población actualmente desempleada**

Porcentaje de la población actualmente desempleada	Vulnerabilidad	Valoración
33	Baja	1

***Vulnerabilidad política* Cuadro 87** **Apreciación de la comunidad sobre mala atención del gobierno central y local**

Porcentaje de la población que considera mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres en la zona	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

**Cuadro 88. Percepción de la comunidad en cuanto al apoyo de las instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo.**

Porcentaje de la población que considera que hay apoyo de instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

**Cuadro 89. Percepción de la población del papel de instituciones locales y nacionales.**

Porcentaje de la población que considera deficiente el papel de instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	Vulnerabilidad	Valoración
100	Alta	3

***Vulnerabilidad Técnica***

**Cuadro 90. Población capacitada en materia de desastres**

Porcentaje de la población que ha recibido capacitación en cuanto a emergencias	Vulnerabilidad	Valoración
0	Alta	3

**Cuadro 91. Disposición de la población a participar en eventos de capacitación**

Porcentaje de la población tiene disposición a participar en eventos de capacitación	Vulnerabilidad	Valoración
94	Baja	1

**Cuadro 92. Resumen de resultados de la vulnerabilidad en la comunidad de Islachayoc**

Tipo de Vulnerabilidad	Indicador	Resultado (%)	Vulnerabilidad	Valoración
FÍSICA	Viviendas con 7 ó más habitantes	53	Alta	3
	Viviendas en mal estado	90	Alta	3
	Viviendas ubicadas en laderas y cerca de cauces de ríos	100	Alta	3
	Viviendas ubicadas entre 0 y 150 m de un río o quebrada	100	Alta	3
	Población que conoce infraestructura para atender emergencias	10	Alta	3
	Viviendas ubicadas a menos de 1 km del último deslizamiento	100	Alta	3
	Población que habita en zonas de difícil accesibilidad	100	Alta	3

	Población que no dispone de vehículo propio	80	Alta	3
SOCIAL	Población adulta que forma parte de organizaciones comunales	60	Baja	1
	Población que conoce la existencia de organización dedicada a atender emergencias	40	Media	2
	Población que conoce la realización de actividades de prevención de desastres	9	Media	2
	Población que participa en las actividades ejecutadas por el organismo que atiende emergencias	0	Alta	3
	Reconocimiento de líder comunal	53	Media	2
	Población que posee plan personal/familiar de emergencia	0	Alta	3

ECONÓMICA	Población actualmente desempleada	33	Baja	1
POLÍTICA	Población que percibe mala la atención del gobierno al problema de riesgos de desastres en la zona	100	Alta	3
	Población que considera que hay apoyo de instituciones en proyectos comunales	0	Alta	3
	Población que considera deficiente el papel de instituciones nacionales y locales en la gestión del riesgo	100	Alta	3
TÉCNICA	Población que ha recibido capacitación en cuanto a emergencias	0	Alta	3
	población dispuesta a participar en eventos de capacitación	94	Baja	1

#### **4.2.4 Vulnerabilidad al Huayco por comunidad en el sector Arroyo Seco.**

En el cuadro 93 se presentan los resultados correspondientes a la vulnerabilidad para cada quebrada en el sector río seco y los promedios por indicador.

La figura 18 muestra los valores promediados obtenidos en cada comunidad. Se consideraron los valores de 1 para vulnerabilidad baja, de 2 para vulnerabilidad media y de 3 para vulnerabilidad alta. Es de resaltar que las tres comunidades conformantes del sector Arroyo Seco obtuvieron la máxima valoración (3) lo que indica que son las más vulnerables.

De acuerdo a la estimación que se ha realizado de la vulnerabilidad se obtuvo que en estas tres comunidades, la vulnerabilidad social, específicamente en aspectos como la escasa participación de la población en las acciones que se llevan a cabo en la comunidad para el manejo y gestión del riesgo, el desconocimiento de la población de líderes y la inexistencia de planes personales y familiares de emergencia, fueron la que mostraron los más altos promedios, dichas características hacen a estas comunidades vulnerables socialmente hablando; también la comunidad de Pilacucho obtuvo resultados similares a las anteriores, relacionados con la vulnerabilidad social, ya que fue en ésta donde obtuvo los mayores resultados.

En la vulnerabilidad física específicamente la variable ubicación de la vivienda, Islachayocc y Pilacucho obtuvieron altos resultados, debido a que se encuentran asentadas en laderas de las quebradas por lo se pueden considerar inseguras en cuanto a deslizamientos se refiere.

Se puede afirmar específicamente para la vulnerabilidad física, que los indicadores ubicación de la vivienda y distancia del río (o quebrada) más cercano, fueron los que obtuvieron la más alta valoración en todas las comunidades. Pilacucho fue la comunidad que obtuvo la mayor valoración en cuanto a los indicadores número de habitantes por vivienda y distancia entre la vivienda y el último aluvión. También en Islachayocc, por ser una comunidad donde la mayoría de las viviendas están ubicadas en zonas de ladera y cerca de la quebrada, se obtuvo alta vulnerabilidad física.

Para la vulnerabilidad económica, los resultados fueron uniformes, ninguna comunidad obtuvo algún dato que resaltara en este particular.

Respecto a la vulnerabilidad política, las comunidades de pilacucho, Islachayocc y Puca Puca, alcanzaron los mismos valores y es específicamente en cuanto a la atención que el gobierno da a la comunidad en lo referente a gestión del riesgo en las mismas.

Lo más importante de resaltar en cuanto a la vulnerabilidad técnica es que aun cuando en la mayoría de las comunidades (Pilacucho, Islachayocc, Puca Puca) es bajo el porcentaje de habitantes capacitados en cuanto a desastres, existe total disposición por parte de la población de todas las comunidades en participar en las actividades de capacitación que se lleven a cabo en las mismas en cuanto a desastres y también mostraron total disposición a participar en las actividades que se desarrollen.

Respecto a la vulnerabilidad institucional, en el sector Arroyo Seco no existen comités de

autodefensa, por lo tanto cuentan únicamente con la gestión del Comité Local. Otras instituciones como el cuerpo de Bomberos y la Cruz Roja, que son quienes responden inmediatamente ante una emergencia, aun cuando se encuentran establecidos en la ciudad de Ayacucho.

Cabe resaltar el hecho de que, para disminuir el riesgo ante el cual está expuesta una comunidad, es importante manejar la vulnerabilidad, ya que la amenaza siempre existe, esto es, de acuerdo a la fórmula  $R = V \times A$ , donde, el riesgo (R) viene a ser el resultado del producto entre la vulnerabilidad (V) y la amenaza (A); hay que destacar que la amenaza natural siempre existirá, nunca el hombre podrá eliminarla o evitarla, aun cuando existan buenos métodos para predecirla, lo único que el ser humano puede y debe hacer es controlar y manejar la vulnerabilidad, para de este modo disminuir los efectos que cause un evento. En el caso particular de Arroyo Seco, para disminuir el riesgo a aluviones presentes es preciso reducir los niveles de vulnerabilidad obtenidos en las comunidades, específicamente Puca Puca, Islachayoc y Pilacucho en lo referente a la vulnerabilidad social, mientras que en las comunidades de Islachayoc se debe reducir la vulnerabilidad física. Si se logran alcanzar los más bajos niveles de vulnerabilidad, menor será el riesgo y con ello la capacidad de actuación y recuperación ante un aluvión, será la más eficiente. Las comunidades del sector Puca Puca aun cuando no obtuvieron la máxima vulnerabilidad, deben a través de medidas de mitigación y prevención, reducir los niveles de ésta (prioritariamente los más altos), para con ello estar preparados y vivir bajo un menor riesgo.

Se señalan a modo de ejemplificación algunos estudios realizados previamente en este particular para explicar que la evaluación de las vulnerabilidades hechas en Arroyo Seco, son viables y factibles de desarrollarse en diferentes lugares y situaciones, siempre y cuando las variables e indicadores usados para la medición de la misma se adapten a la realidad de cada contexto.

Se determinó metodologías para estimar degradación y vulnerabilidad a desastres naturales en la microcuenca de Arroyo Seco y los resultados mostraron que las vulnerabilidades física, social, ideológica y cultural se califican como baja, mientras que la educativa y la ecológica se califican en el nivel medio de vulnerabilidad; por último las vulnerabilidades económica, técnica, política e institucional obtuvieron calificación de vulnerabilidad alta. Todas estas mediciones mostraron que la vulnerabilidad global de la microcuenca en río seco en ayacucho, resultó alta.

El INDECI investigó sobre el uso de los recursos naturales y su relación con la vulnerabilidad a inundaciones y deslizamientos en la quebrada de río seco; las mediciones fueron realizadas por factores con las variables e indicadores correspondientes, de ahí se obtuvo que del factor ambiental, específicamente sus variables nivel de conservación de suelos, nivel de deforestación y degradación de áreas por sobreuso resultaron con vulnerabilidades muy alta, alta y moderada respectivamente; para el factor estructural, la vulnerabilidad fue alta; para el factor socioeconómico, específicamente sus variables tenencia de áreas cultivables, nivel de educación las vulnerabilidades resultaron muy altas, para la variable nivel de ingreso la vulnerabilidad fue alta, mientras que para servicios básicos y salud, las vulnerabilidades fueron muy baja y baja

respectivamente. Las dos variables del factor capacitación, resultaron con vulnerabilidades muy altas; para el factor institucional, la variable instituciones que prestan asistencia ante los eventos resultó con vulnerabilidad muy baja y la variable nivel de seguimiento y coordinación entre las instituciones y la población calificó con vulnerabilidad muy alta.

**Cuadro 93. Resultado de la valoración la vulnerabilidad por comunidad en el sector Arroyo Seco y promedios por indicador**

<b>Valoración por comunidad</b>					
<b>Tipo vulnerabilidad</b>	<b>Indicador</b>	<b>Puca Puca</b>	<b>Pilacucho</b>	<b>Islachayocc</b>	<b>Promedio / indicador</b>
<b>FÍSICA</b>	Número de habitantes por vivienda	3	3	3	<b>3</b>
	Condición de la vivienda	3	3	3	<b>3</b>
	Ubicación de las viviendas	3	3	3	<b>3</b>
	Distancia de la vivienda a la quebrada más cercana	3	3	3	<b>3</b>
	Infraestructura para atender emergencias	3	3	3	<b>3</b>
	Distancia de la vivienda al sitio del último deslizamiento	3	3	3	<b>3</b>
	Accesibilidad a la vivienda	3	3	3	<b>3</b>
	Disponibilidad de transporte propio	3	3	3	<b>3</b>
<b>SOCIAL</b>	Población que forma parte de organización comunal	3	1	1	<b>1.7</b>
	Conocimiento de organismo encargado de atender emergencias	3	2	2	<b>2.3</b>
	Actividades de prevención realizadas por organismo encargado de atender las emergencias	3	3	2	<b>2.7</b>
	Participación de la población en actividades ejecutadas por el organismo	3	3	3	<b>3</b>

	Reconocimiento de líder	3	1	2	<b>2</b>
	Plan personal y/o familiar de emergencia	3	3	3	<b>3</b>
<b>ECONÓMICA</b>	Población desempleada	2	2	1	<b>1.7</b>
<b>POLÍTICA</b>	Atención del gobierno a la comunidad	3	3	3	<b>3</b>
	Apoyo de instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo	2	3	3	<b>2.7</b>
	Papel de instituciones locales y nacionales en la gestión del riesgo	2	3	3	<b>2.7</b>
<b>TÉCNICA</b>	Población que ha recibido capacitación	3	3	3	<b>3.0</b>
	Disposición de la población a recibir capacitación	1	1	1	<b>1</b>
<b>Vulnerabilidad Global-Promedio</b>		<b>2.75</b>	<b>2.6</b>	<b>2.55</b>	<b>2.64</b>

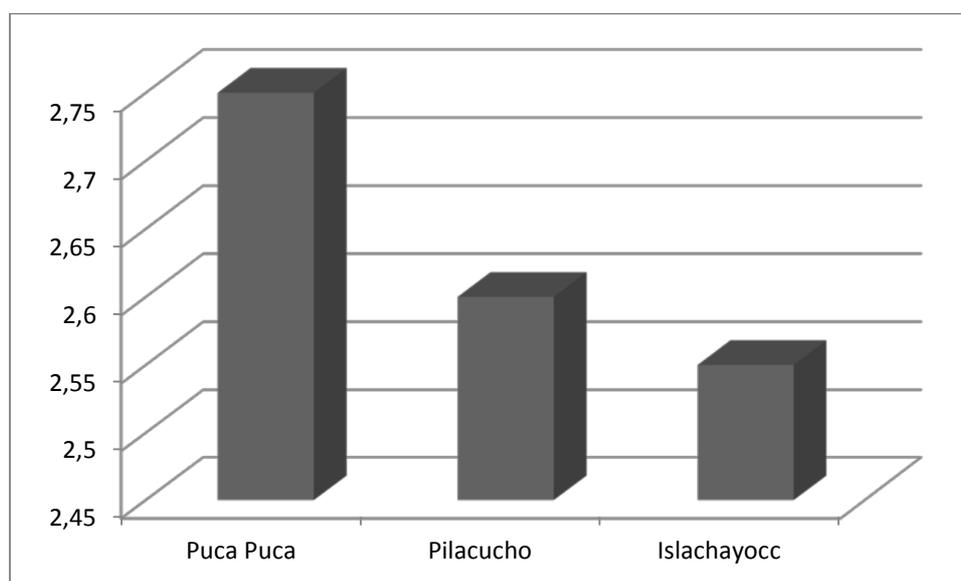


Figura 16 Promedios de Vulnerabilidad con indicadores sin ponderar

#### 4.2.5 Resultados de cada indicador ponderado de acuerdo al nivel de criticidad en cada comunidad

El cuadro 94 muestra los resultados obtenidos por medio de la ponderación de las vulnerabilidades registradas por cada indicador, según se describe en la metodología.

**Cuadro 94 Resultado de cada indicador ponderado por comunidad**

Indicador	Resultado de cada indicador por comunidades		
	Puca Puca	Pilacucho	Islachayocc
Número de habitantes por vivienda	0.06	0.06	0.06
Condición de la vivienda	0.06	0.06	0.06
Ubicación de las viviendas	0.03	0.03	0.03
Distancia de la vivienda a la quebrada más cercana	0.27	0.27	0.27
Infraestructura para atender emergencias	0.15	0.15	0.15
Distancia de la vivienda al sitio del último aluvión	0.15	0.15	0.15
Accesibilidad a la vivienda	0.03	0.03	0.03
Disponibilidad de transporte propio	0.03	0.03	0.03
Población que forma parte de organización comunal	0.06	0.02	0.02
Conocimiento de organismo encargado de atender emergencias	0.06	0.04	0.04
Actividades de prevención realizadas por organismo encargado de atender las emergencias	0.15	0.15	0.1
Participación de la población en actividades ejecutadas por el organismo	0.27	0.27	0.27
Reconocimiento de líderes	0.03	0.01	0.02
Plan personal y/o familiar	0.24	0.24	0.24

de emergencia			
Población desempleada	0.1	0.1	0.05
Atención del gobierno a la comunidad	0.24	0.24	0.24
Apoyo de instituciones a proyectos comunales de gestión del riesgo	0.16	0.24	0.24
Papel de instituciones locales y nacionales en la gestión del riesgo	0.1	0.15	0.15
Población que ha recibido capacitación	0.24	0.24	0.24
Disposición de la población a recibir capacitación	0.05	0.05	0.05
<b><i>Promedio Vulnerabilidad Global</i></b>	<b>2.48</b>	<b>2.53</b>	<b>2.44</b>

El cuadro 94 muestra el resultado para cada indicador de acuerdo al peso relativo de cada uno a través de la ponderación; dicha ponderación fue basada en la apreciación propia en cuanto a la influencia de cada uno de los indicadores en la vulnerabilidad global, por ejemplo indicadores de vulnerabilidad física como ubicación de la vivienda y distancia de la quebrada más cercano resulten con un alto promedio, es debido a que fueron considerados como indicadores de criticidad alta. También de la vulnerabilidad social, indicadores como participación de la población en las actividades de prevención llevadas a cabo así como la existencia de planes personales y/o familiares de emergencia fueron valorados se consideraron de alta criticidad, es por ello que resultaron con altos promedios en las tres zonas bajo estudio.

El hecho de que se valore cada indicador individualmente se acuerdo a su influencia en la vulnerabilidad global, permite obtener un promedio de la vulnerabilidad global más exacto en comparación con el promedio obtenido sin ponderarlos, ya que en este último se les otorga un valor neto a los mismos sin considerar su influencia en la vulnerabilidad global, aun cuando es evidente que unos son de más significación que otros.

También es fácil notar que sin la ponderación por criticidad algunos indicadores alcanzan el valor máximo considerado para la vulnerabilidad alta (3), mientras que ponderándolos es factible notar que no existe ningún indicador que alcance la máxima calificación de vulnerabilidad alta, ya que el más alto valor obtenido es de 0.27, al promediar todos los valores obtenidos, resulta que para todas las comunidades hay un incremento en la vulnerabilidad Alta.

Tomando en cuenta los valores obtenidos, se otorgó a la comunidad una calificación de vulnerabilidad por aproximación de los mismos de donde resulta que Pilacucho y Puca Puca califica con vulnerabilidad alta e Islachayocc como vulnerabilidad media

El mapa de vulnerabilidad muestra la categoría obtenida por cada una de las comunidades (figura 18), para la elaboración del mismo se tomaron en cuenta los valores de los indicadores ponderados por nivel de criticidad.

Se consideró otorgar la calificación de vulnerabilidad alta, media o baja de acuerdo a ciertas variantes, como son primero que todo considerar el valor obtenido en la estimación con indicadores ponderados, de donde se realizó una aproximación de acuerdo a propia apreciación basada en el reconocimiento de la zona bajo estudio y su realidad, con ello resulta que Pilacucho con un valor de 2.53 de promedio de vulnerabilidad usando indicadores ponderados obtuvo calificación de vulnerabilidad alta, ya que está aproximado a 3; Puca Puca con 2,48 obtuvo vulnerabilidad alta y Islachayocc con 2,44 obtuvieron vulnerabilidad media ya que resultaron con valores similares aproximados a 2.

### 4.3 Determinación de zonas críticas

#### 4.3.1 Determinación y especialización de zonas críticas

Se obtuvo a través de modelos de flujo gradualmente variado mediante la utilización del Programa HECRAS versión 4.01 donde se considera la sobre posición ponderada de los factores críticos considerados (precipitación, pendiente, cobertura y distancia a las quebradas), donde se obtiene lo siguiente.(Figura 17)

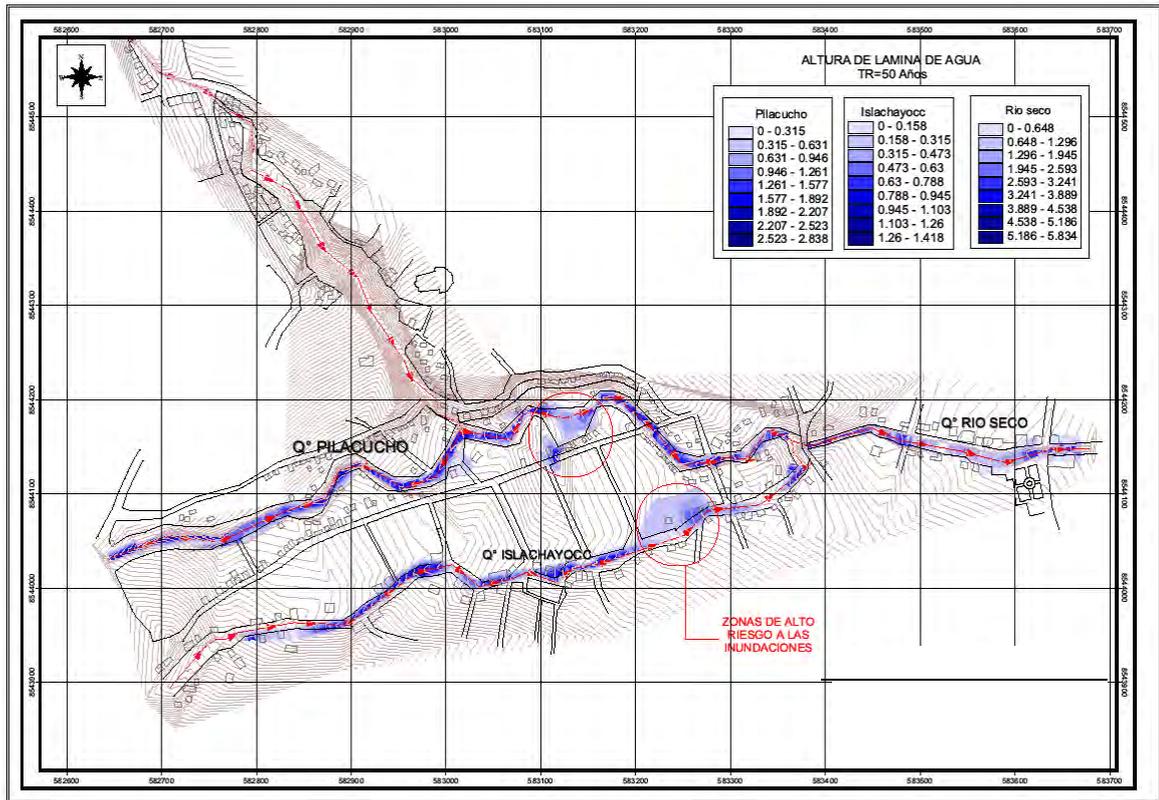


Figura 17. Mapa de zonas críticas a Inundaciones

De la sobreposición de estos factores con sus valores respectivos y por medio de la extensión “Model Builder” del programa Arc View, se obtuvo el mapa de zonas críticas, donde se muestran los sectores donde coinciden los valores más críticos de la sobreposición de factores previamente ponderados adquiriendo éstos calificación de zonas altamente críticas; similar ocurre con las zonas medianamente críticas, ya que el modelo toma en cuenta la valoración media de cada factor y el mismo proceso se cumple para las demás categorías hasta las de menos valor donde convergen las zonas mínimamente críticas.

### 4.3.2 Zonas críticas y ubicación de la vulnerabilidad de las quebradas

Se aplicó un procedimiento similar a los factores críticos, la diferencia radica en que la sobreposición no fue ponderada, se realizó con el mapa de factores críticos y el de vulnerabilidad.

El mapa que se presenta a continuación señala la sobreposición sin ponderar realizada entre el mapa de zonas críticas y el de vulnerabilidad de comunidades, de donde se puede destacar que Pilacucho e Islachayocc son las quebradas más vulnerable, debido a que además de calificar con vulnerabilidad alta, se localiza en una zona medianamente crítica, seguida por la quebrada de Islachayocc, que aun cuando obtuvo vulnerabilidad media, está asentada en zonas críticas. (Figura 18).

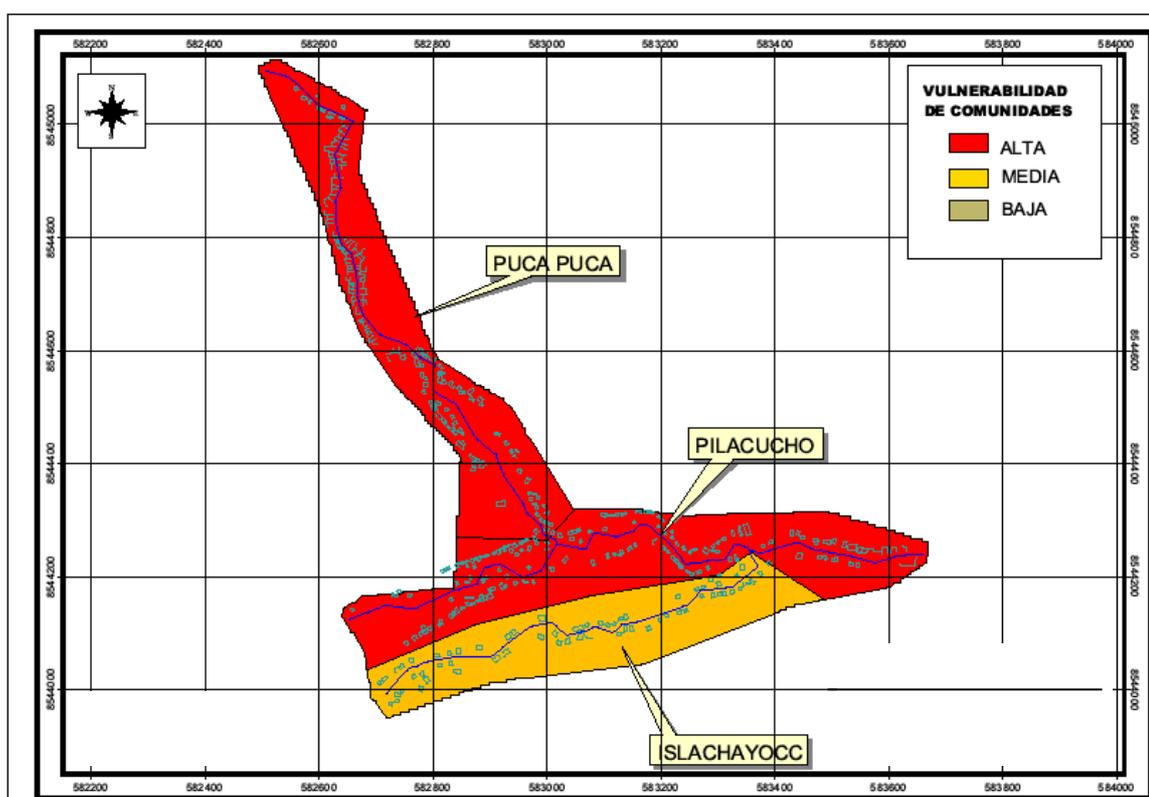


Figura 18: Vulnerabilidad de Comunidades

## 4.4 Participación local y externa en los problemas de riesgos a desastres

### 4.4.1 Percepción comunitaria sobre la participación local y externa

Existen en el Distrito de Ayacucho un grupo instituciones que cumplen funciones dentro y fuera de la comunidad. Dichas instituciones son de dos tipos, las nacionales y las locales; entre las nacionales están el Instituto Nacional de Defensa Civil, la Universidad Nacional de San

Cristóbal de Huamanga, en cuanto a las instituciones locales se tiene a la Municipalidad Provincial de Huamanga. Algunas de éstas se encuentran suficientemente involucradas con lo referente a la gestión del riesgo en Arroyo Seco, y han participado en actividades o han aportado alguna ayuda cuando ha sido necesario.

De acuerdo a la comunidad que participó en el taller, de todas estas instituciones, la que ofrece una deficiente atención en cuanto a los eventos de emergencia es la Municipalidad, ya que esta institución únicamente ejerce su labor cuando hay épocas electorales, debido a que es cuando tienen el interés de atender a las comunidades con el fin de obtener más votos. Los participantes de la comunidad indicaron que las demás instituciones como el INDECI, sí muestran interés por atender el problema que existe sobre los riesgos a aluviones, lo que indica que la percepción de la comunidad sobre los entes involucrados en tales situaciones es buena, se obtuvo que los problemas identificados fueron:

- La falta de comunicación.
- Las promesas no cumplidas por entes gubernamentales.
- Inexistencia de un plan de emergencia.
- Actitudes de histeria colectiva nerviosismo y pánico.
- Radio de la Cruz Roja no está.
- No hay lugar seguro en caso de una emergencia.

Cuando se les pidió que decidieran por tres que consideren prioritarios, resultaron: La falta de comunicación en primer lugar, en segundo resultó el hecho de que no tienen un lugar seguro en el cual refugiarse en caso de una emergencia y por último la inexistencia de un plan de emergencia. En la aplicación de la técnica de lluvia de ideas para la búsqueda de soluciones a los problemas prioritarios resultaron únicamente tres soluciones, es decir una para cada uno de los problemas.

<b>Problemas</b>	<b>Soluciones</b>
Falta de comunicación	Prestar atención cuando el llamado de alerta sea dado por alguien realmente serio y de confiar en la comunidad.
No hay lugar seguro en caso de emergencia	Realizar un croquis de la comunidad donde se pueda visualizar diferentes zonas que puedan servir de refugio en caso de emergencias
No existe un plan de emergencia	Realizar un plan de emergencia

En la técnica de Matriz de toma de responsabilidades, se llegó a la conclusión siguiente:

<b>¿QUIEN PUEDE HACERLO?</b>					
<b>ACTORES SOLUCIONES</b>	Nosotros solos (comunidad)	Nosotros con ayuda	Comité local	MPH	Estado
Hacer caso cuando el llamado de alerta provenga de alguien serio y de fiar	<b>XXX</b>				
Hacer el croquis de la comunidad		<b>XXX</b>	<b>XX</b>		
Hacer el plan de Emergencia		<b>XXX</b>	<b>XX</b>		<b>X</b>

XXX: Mayor participación; XX: Mediana Participación; X: Poca Participación

MPH: Municipalidad Provincial de Huamanga.

Es importante destacar que los participantes del taller consideran que de las tres soluciones para los problemas priorizados dentro de la comunidad en lo que respecta a riesgo a Huaycos y emergencias, del primero que consiste en hacer caso del llamado de alerta cuando provenga de alguien serio y de fiar, son ellos quienes tienen en sus manos la ejecución de la solución; mientras que de las otras dos, la solución la tienen ellos con ayuda de instituciones, en el caso del segundo la solución la tienen ellos con la colaboración de los comités de emergencias y la tercera respecto a la realización del plan de emergencia, la comunidad conjuntamente con el estado y los comités de emergencias serían quienes tendrían la responsabilidad de llevarla a cabo.

#### **4.4.1.1 Municipalidad Provincial de Huamanga (MPH)**

Como ente gubernamental, la Municipalidad se ha encargado principalmente de coordinar acciones con otras instituciones como el INDECI, así como la inclusión, dentro de sus requisitos para el otorgamiento de servicios en toda la región de las certificaciones municipales donde se avalen las construcciones que se realicen en la zona. También ha acordado solicitar cualquier informe realizado por el INDECI con el fin de tener mejor conocimiento de la situación que ahí se vive, comunica en un informe que existe total disposición de apoyar en el aspecto logístico, financiero y humano con el fin de mejorar las condiciones previas y prepararse en caso de que se presente un desastre en el distrito.

La municipalidad de Provincial de Huamanga también ha llevado a cabo labores de coordinación y apoyo antes y después de ocurridos los eventos y un porcentaje que no supera el 25% de los empleados han recibido capacitación en aspectos relacionados con desastres y mitigación de éstos. Como institución la Municipalidad no ha elaborado

planes de mitigación para el sector Arroyo Seco.

#### **4.4.1.2 Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI)**

El INDECI, por ser el ente rector en cuanto al manejo y control de las amenazas de desastres, se ha dedicado a llevar a cabo en Río Seco una serie de actividades de monitoreo de las áreas afectadas, tal como en Pilacucho y Puca Puca. Así mismo han elaborado, gracias a la participación de equipos multidisciplinarios, informes técnicos para la ciudad de Ayacucho, donde presentan datos referentes a identificación de las amenazas, monitoreo de zonas vulnerables y afectadas por huaycos e inundaciones, las causas de los aludes ocurridos y las acciones de prevención y mitigación, así como de recuperación que han llevado a cabo en las zonas afectadas.

#### **4.4.1.3 Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.**

La participación de la Universidad ha consistido principalmente en el aporte ofrecido por la Escuela de Ingeniería Civil. La Escuela de Ingeniería ha desarrollado estudios de tipo geológicos, geotécnicos y amenazas de la zona, también ha llevado a cabo inspecciones y labores de monitoreo en los sectores más vulnerables, es decir aquellos con antecedentes de aluviones y amenazas presentes, así mismo existen tesis sobre el Drenaje Pluvial de la Ciudad de Ayacucho con aportes de Construcción de Sistema de Alcantarillados.

#### **4.4.1.4 Bomberos y la Cruz Roja.**

El cuerpo de Bomberos y la Cruz Roja por ser organismos dedicados a labores de rescate son los que en su totalidad de empleados están capacitados para actuar en eventos de emergencias, y es por ello que han sido los primeros en actuar en casos de emergencias, principalmente en atención a la población afectada y evacuación de aquellas personas en alto riesgo. En el caso de los Bomberos, se pudo conocer que han desarrollado actividades de prevención y mitigación, así como la elaboración de un plan de mitigación para el sector de Río seco, el cual ha sido efectuado en su totalidad.

### **Reflexión**

De acuerdo a la información recolectada, se puede percibir por parte de algunas instituciones un alto grado de participación dentro del Distrito de Ayacucho. Gracias a algunas de éstas, por ejemplo INDECI existe de alguna información relacionada con los problemas de desastres que existen en esta zona, ya que éstas han desarrollado informes técnicos con la finalidad específica

de conocer más a fondo sobre las condiciones en las que se encuentran las infraestructuras con la que cuentan y el nivel de vulnerabilidad que tienen ante las amenazas; así mismo han desarrollado una serie de estudios más detallados acerca de las condiciones biofísicas que generan las amenazas a inundaciones en la ciudad.

También la Municipalidad Provincial ha colaborado en la recuperación de infraestructuras, ya que como consecuencia de los últimos huaycos ocurridos, han aportado la maquinaria necesaria para realizar el dragado de las quebradas

Es posible percibir por parte de las instituciones presentes en ayacucho que tienen el propósito firme de ofrecer la ayuda requerida a las comunidades en caso de que resulten afectadas por un aluvión, así como lo han venido haciendo.

## **CAPÍTULO V**

## V.ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

### 5.1 Lineamientos y acciones para el manejo y mitigación del riesgo a Huaycos

#### 5.1.1 Medidas de mitigación

Es necesario realizar un seguimiento permanente y riguroso del comportamiento de las laderas en el tramo de estudio hasta el sector de Arroyo Seco y especial los sectores más críticos. Efectuar controles frecuentes de la instrumentación y los datos obtenidos para ser interpretados oportunamente con el fin de tomar decisiones a tiempo cuando las circunstancias lo requieran. Realizar un reconocimiento frecuente de este tramo, evaluando el comportamiento de cada ladera, el estado de las obras de drenaje y de manejo de escorrentía, las entregas de agua, la condición de los cauces de las quebradas y de los taludes de sus cañones, el estado de la vegetación, erosión, la aparición de procesos de agrietamiento y cualquier anomalía que debe ser reportada para su corrección oportuna. Establecer una vigilancia constante por medio de sistemas complejos (como Inclinómetros) en algunos sitios estratégicos. Trabajos de dragados y limpieza de los cauces de las quebradas Pilacucho, Islachayoc y Puca Puca Que la municipalidad de Huamanga aporte el avance del Plan Regulador para el Distrito de Ayacucho a la comunidad.

También se considera necesaria la realización de un plan dirigido a lograr un manejo adecuado del riesgo que se vive en la zona, así como la realización de talleres de capacitación, dictados por entes competentes para ello, tal como Cruz Roja, Instituto Nacional de Defensa Civil, Cuerpo de Bomberos, que tendrán el fin último de preparar a los habitantes y capacitarlos para que a través de las herramientas adecuadas, sepan cómo actuar antes, durante y después, con el objetivo de mitigar el riesgo a Huaycos del que son objeto.

Las medidas de mitigación se relacionan básicamente al uso del suelo, si bien las formaciones superficiales dañadas ya lo están irreparablemente, las que aún no se han fracturado pueden ser protegidas a un nivel aceptable cultivando árboles mediante un plan de reforestación utilizando las especies apropiadas. Las principales áreas a considerar en la reforestación deberían ser los potreros, También debería desestimularse la construcción de viviendas en las zonas afectadas.

Así mismo, se requiere el compromiso por parte de las autoridades municipales, principalmente, por ser su ámbito de funciones más localizada a darle un seguimiento a dichas actividades de mitigación de riesgo, para así lograr en un futuro a corto, mediano y/o largo plazo un adecuado cumplimiento de las mismas, hecho que a su vez se traducirá en una eficiente reducción y mitigación de la vulnerabilidad y por consiguiente del riesgo a fenómenos climáticos.

El INDECI, mediante informes técnicos, propone contemplar la zonificación de amenaza, donde se delimite e identifique el cono de deyección, con el fin de evitar construcciones en esas zonas, también propone llevar a cabo el encauzamiento adecuado del agua de escorrentía superficial

incluyendo la red primaria de drenaje, sobre todo en la parte baja o abanico de depositación de los Huaycos, además promueve la reforestación planificada, de las zonas bajo amenaza, con el fin de mejorar la estabilidad de las laderas.

Como resultado de las informaciones primaria y secundaria recabadas para la elaboración de esta investigación, se proponen acciones de prevención que conlleven no solo a reducir la vulnerabilidad a desastres de la zona sino que también contribuyan a lograr un mejor bienestar y un desarrollo integral de sus habitantes.

Para lograr efectividad en tales acciones propuestas, es básico que exista participación, no solo a nivel de la comunidad y de la población en general, sino que también se requiere la participación de toda institución a nivel nacional, local o comunal que de alguna manera pueda colaborar en la consecución del bienestar integral y la mejora la calidad de vida de las comunidades. Es por ello que se proponen como medidas de mitigación:

## **A NIVEL SOCIAL**

### ***Comunidad***

Los líderes de cada comunidad reconocidos, deben promover la elaboración de planes de emergencias, a nivel comunal y si es posible a nivel de cada familia, solicitando para ello, el apoyo de instituciones como la Comisión Nacional de Emergencias, el Comité Local de Emergencia y el Comité Comunal de Emergencia.

Es necesario implementar en las comunidades más vulnerables un sistema de alerta temprana, que funcione eficazmente y capacitar a los habitantes para el uso adecuado del mismo. En el caso de la comunidad de Jucó, existe tal sistema, sin embargo no hay total conocimiento del adecuado funcionamiento de éste.

Desarrollar la autogestión, de manera que la comunidad sea independiente en el proceso de toma de decisiones, ya que muchas de las comunidades en el Sector Arroyo Seco, se acostumbran esperar por las decisiones que tomen los entes gubernamentales. Mantener a la comunidad informada ante los problemas y las posibles soluciones a éstos es la mejor manera de implementar una buena autogestión, ya que los habitantes se sienten involucrados en el proceso.

Promover la instalación y creación de comités comunales de emergencias en las comunidades Puca Puca, Islachayocc y Pilacucho ya que aún no existen.

Solicitar información ante los entes encargados de crearla y manejarla (Municipalidad, INDECI a través de los comités locales y comunales) y manifestar interés ante los mismos, para tener un amplio conocimiento en el acontecer del Distrito de Ayacucho, como por ejemplo: conocer qué proyectos están en planes de desarrollar, en qué sector se ha incrementado la amenaza, etc.

Fomentar la organización comunal, así como la participación de los habitantes en todo tipo de proyecto que se ejecute especialmente en las comunidades de Orosi Centro, Alto Araya y Palomo donde la vulnerabilidad social resultó con lo más altos promedios.

Es muy importante tomar en cuenta el enfoque de género en cualquier actividad que se desarrolle en todas las comunidades del Distrito de Orosi, ya que son las mujeres quienes en muchos casos, participan en las actividades que se llevan a cabo en las mismas.

## **A NIVEL INSTITUCIONAL**

### ***La municipalidad:***

Realizar un estudio de zonificación para urbanismo, y así destinar para la construcción de viviendas únicamente las áreas adecuadas para ello así como impedir la construcción en las zonas no aptas para dicho uso.

Establecer convenios y acuerdos con instituciones nacionales e internacionales a fin de desarrollar e implementar un plan de manejo integrado de las cuencas, ya que es necesario en esta zona.

Conjuntamente con otras instituciones, se deben elaborar planes de reforestación en aquellos sectores donde es evidente un alto grado de deforestación, ya que está comprobado que las zonas donde existe cobertura boscosa o están reforestadas, han tenido mejor capacidad de amortiguamiento ante los eventos extremos de precipitación. Por ejemplo, un sector que debe considerarse para reforestar, es la parte alta de la cuenca de la quebrada Puca Puca, ya que es evidente el alto grado de deforestación y acumulación de desmonte.

Generalmente no es una solución para los entes gubernamentales e incluso para las comunidades mismas, pero la reubicación de las familias que habitan en zonas críticas debido al alto riesgo ante el cual se encuentran, tal es el caso de las que habitan el sector de Pilacucho y algunas familias de la comunidad de Islachayocc, puesto que es preciso reubicarlas.

### ***Instituciones nacionales y locales***

Por parte de la Comunidad y el INDECI, la ejecución de actividades de capacitación, donde se logre la participación de la mayoría de la población, incluso los niños, mediante planes destinados para ellos en las escuelas y colegios.

Constantemente, es necesario realizar dragados y limpiezas en las quebradas por ejemplo, ya que con frecuencia acarrear gran cantidad de materiales que tienden a obstruirlos y evitan el paso de material en caso de un Huayco.

Por parte de las instituciones que han llevado a cabo monitoreos en las diversas zonas afectadas (INDECI), es necesario por parte de éstos, divulgar ante las comunidades, la información referente a las amenazas que existen en todo el distrito, con el fin de alertar a la

población y estén preparados ante cualquier eventualidad.

De ser posible, la construcción de cualquier estructura con técnicas de ingeniería que toleren o retengan un posible movimiento del suelo así como de ladera. También, específicamente en el Sector Río Seco, es precisa la construcción de estructuras para disminuir el caudal del mismo.

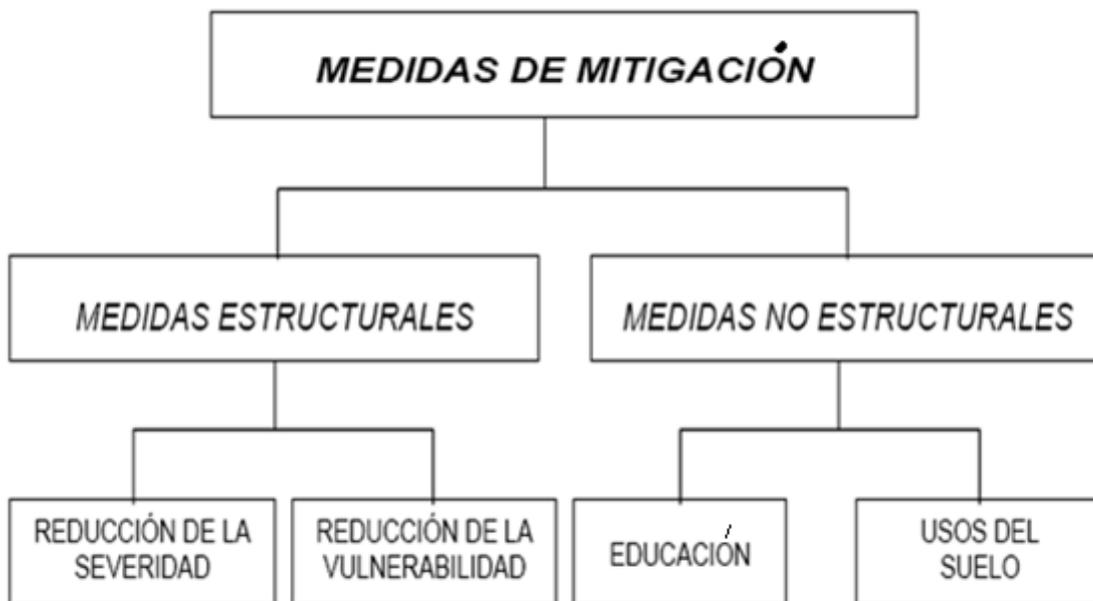
Promover y desarrollar proyectos de manejo integral de los recursos naturales así como transferir el uso de tecnologías de conservación de suelos, aguas y bosque que sean sostenibles.

## 5.2 Tipificación de soluciones alternativas

Definen las alternativas del sistema urbano de drenaje sostenible como:

### 5.2.1 Acciones de mitigación

Se han identificado dos tipos de acciones de intervención para el área urbana consolidada de Ayacucho y su entorno; están relacionadas con las Medidas: Estructurales y no Estructurales, de acuerdo al esquema siguiente:



### **5.2.1.1 Medidas Estructurales**

Las medidas estructurales están referidas a la reducción de los efectos de los peligros naturales en las instalaciones existentes o en la construcción de dispositivos de protección, las que comprenden:

#### **a. Reducción de la Severidad.**

En el área de estudio, la reducción de la severidad está referida a mitigar los efectos de fenómenos climáticos y geológicos - climático: especialmente inundaciones y desbordes ocasionados por las crecidas de la quebrada Arroyo Seco y sus aportantes que atraviesan la ciudad. Las acciones planteadas para la reducción de la severidad son:

- Sistema integral de drenaje pluvial
- Limpieza y mantenimiento del drenaje de encausamiento sobre el río Alameda.
- Reforestación en laderas de áreas de inundación, de las quebradas, Puca Puca, Islachayoc
- Reforzamiento de laderas y las obras de defensa de quebradas
- Control de erosión en las laderas
- Recolección adecuada de residuos sólidos en las quebradas, cauces, para evitar la colmatación y contaminación.

#### **b. Reducción de la Vulnerabilidad.**

La reducción de la vulnerabilidad de la ciudad de Ayacucho y su entorno inmediato, está relacionada con las Pautas Técnicas y la zonificación de los peligros (Mapa de Peligros Múltiples), en donde se han considerado las siguientes zonas de peligro: Muy Alto, Alto, Peligro Medio, Medio bajo y Bajo.

### **5.2.1.2 Medidas no Estructurales.**

Las medidas no estructurales constituyen un conjunto de acciones orientadas a Programas de **Educación** para la prevención ante fenómenos naturales y elaboración del **Plan de Usos del Suelo** para orientar el crecimiento de la ciudad hacia zonas seguras, y fuera del alcance de los eventos peligrosos. Las medidas no estructurales más importantes son:

### **a. Programas de Educación.**

A través de **Programas de Educación** para la Prevención y Mitigación ante Desastres; comprende un conjunto de acciones que involucran y preparan a la población para afrontar y superar situaciones de emergencia o desastres, a través de la formación de actitudes preventivas orientadas a cubrir los objetivos siguientes:

- Fortalecer una cultura de prevención ante desastres.
- Planificación de las actividades educativas para la prevención y mitigación ante desastres.

### **b. Plan de Usos del Suelo**

La propuesta del **Plan de Usos del Suelo**, es una herramienta para ordenamiento físico espacial del conglomerado urbano del área de estudio; busca viabilizar el logro de la **imagen – objetivo**, articulando las premisas de ocupación del suelo en sectores menos peligrosos, el cual se detalla en el acápite siguiente:

- Clasificar el suelo del área de estudio según sus condiciones generales: suelo urbano, suelo urbanizable y suelo no urbanizable, como Marco Normativo para la identificación de zonas de expansión urbana, protección ecológica ambiental (incrementando áreas verdes en la ciudad) y teniendo como premisa fundamental la seguridad física de la ciudad y sus áreas de expansión.
- Promover y reorientar el crecimiento urbano de la ciudad de Ayacucho sobre las zonas que presentan los mejores niveles de aptitud y seguridad física
- Establecer las pautas técnicas y normativas para el racional uso del suelo urbano considerando factores de seguridad urbana ante fenómenos naturales.

### **5.2.2 Medidas Preventivas**

La principal regla de buena práctica en el drenaje urbano sostenible es reducir la escorrentía superficial minimizando las superficies impermeables de la ciudad y dividiendo las cuencas vertientes para evitar la concentración de grandes volúmenes de agua en un punto. Con este objetivo se debe procurar drenar hacia zonas verdes, parques y espacios abiertos. También es recomendable recoger en lo posible las aguas pluviales y reutilizarlas para el riego o el lavado de calles, obteniendo de este modo un doble beneficio al disminuir la cantidad de escorrentía superficial y al mismo tiempo ahorrar un consumo de agua potable.

La educación y la concienciación de los ciudadanos en el tema de la limpieza de la ciudad son de suma importancia a la hora de reducir la carga contaminante de la escorrentía. Desde las autoridades municipales, con un correcto plan de limpieza de calles, hasta las escuelas y los

hogares, con campañas sobre la utilización de las papeleras y contenedores, la sociedad completa debe implicarse en la solución de un problema que es de todos.

## SISTEMA INTEGRAL DE DRENAJE PLUVIAL

<b>UBICACIÓN</b>	
Sector Río Seco	
<b>OBJETIVOS</b>	
reducir la vulnerabilidad de la quebrada de arroyo seco y sus aportantes , para disminuir el riesgo por inundaciones, erosiones y sedimentación, implementando un sistema integral de drenaje pluvial como parte de la planificación urbana; coherente con las condiciones climáticas propias de la ciudad y con las obras de Drenaje ya existentes	
<b>TEMPORALIDAD:</b>	<b>PRIORIDAD:</b>
CORTO PLAZO	PRIMERA



Edificaciones construidas sobre cauce de la quebrada Islachayoc

**DESCRIPCION**

Desarrollo de un adecuado sistema de drenaje pluvial debe estar considerado como parte integral de la planificación territorial, tanto en el área urbana de la ciudad , como en el área de expansión. Deberá de tomar como base los estudios antecedentes, las obras ya construidas , la topografía de cotas y rasantes, la dirección de los flujos de agua y las características geotécnicas del suelo, aprovechando las pendientes naturales del terreno. El diseño de este sistema debe desarrollarse en forma independiente del sistema de desagüe de la ciudad. Las nuevas habilitaciones ubicadas en el área de expansión urbana deberá contemplar la instalación del sistema de drenaje , para evitar la ocupación de las áreas que deberían de mantenerse libres para la escorrentía superficial. Se debe asegurar el mantenimiento periódico del sistema de drenaje , especialmente antes de las temporadas de lluvia, a fin de asegurar su adecuado funcionamiento. Adicionalmente debe preverse el uso de las aguas de lluvia para fines de forestación y/o el mantenimiento de drenaje.



Arroyo seco en tramo encauzado, antes de su entrega al río Alameda , en el puente Jr Raymondi de Puca Cruz. Esta obra de drenaje ya construida , debe de integrarse y complementarse con el sistema integral de Drenaje Pluvial a ser proyectado y construido para la ciudad de Ayacucho y quebradas.

<b>BENEFICIARIOS</b>	
Toda la población de la ciudad de Ayacucho que incluye el sector río seco	
<b>ENTIDAD PROMOTORA</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Gobierno regional de Ayacucho, Municipalidad Provincial de Huamanga	Estructurador
<b>ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS</b>
Tesoro Público y Cooperación Internacional	Alto

**MANTENIMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE DRENAJE PLUVIAL EXISTENTE**

<b>UBICACIÓN</b>	
Sector Río Seco	
<b>OBJETIVOS</b>	
Contribuir con el adecuado funcionamiento de las obras de drenaje pluvial ya construidas en el sector rio seco,especialmente durante las temporadas de lluvia, con la finalidad de disminuir el riesgo de inundacion erosion y sedimentacion en las areas de servicio.	
<b>TEMPORALIDAD:</b>	<b>PRIORIDAD:</b>
CORTO	PRIMERA



Encausamiento de drenaje que lleva aguas de la quebrada Puca Puca, en estado colmatado.

**DESCRIPCION**

Esta referido a las acciones de limpieza de materiales colmatados en los canales de drenaje existentes,encimado de muros de canales en tramos criticos y mejoramiento de la infraestructura de drenaje pluvial existente en el area urbana del pilacucho,el proyecto debe incluir el diseño adecuado con especial énfasis en épocas de avenidas ; otorgando prioridad a aquellos puntos y tramos criticos de alto peligro y riesgo como son: Pilacucho,Islachayocc y Puca Puca.



Quebrada Puca Puca que requiere limpieza urgentemente



Quebrada Pilacucho , colmatada

<b>BENEFICIARIOS</b>	
Toda la poblacion de la ciudad de ayacucho que incluye el sector rio seco	
<b>ENTIDAD PROMOTORA</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Gobierno regional de Ayacucho, Municipalidad Provincial de Huamanga	Estructurador y Dinamizador
<b>ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS</b>
Tesoro Publico y Cooperacion Internacional	Alto

## REFORESTACION EN LADERAS

<b>UBICACIÓN</b>		
Laderas de Puca Puca y Pilacucho (Margenes altas a medias de las quebradas)		
<b>OBJETIVOS</b>		
Estabilizar las laderas ubicadas sobre las margenes altas a medias de los cursos de agua mas importante Puca Puca e Islachayocc; con la finalidad de mitigar los desastres producidos por derrumbes y desmoronamientos de los suelos sobre las laderas en epocas de altas precipitaciones y que pudiesen ocasionar daños en comunidades del entorno.		
<b>TEMPORALIDAD:</b>	<b>PRIORIDAD:</b>	
CORTO Y MEDIANO PLAZO	PRIMERA	
<b>DESCRIPCION</b>		
La proteccion de las laderas altas a medias sobre los cursos de agua tales como: Puca Puca , Islachayocc se realiza basicamente en base a una forestacion intensa con plantas nativas propias de la zona tales como: cabuya,molle, tuna y otros y un tratamiento de la probable erosion en base a cunetas de coronacion y zanjas de infiltracion. De esta manera se dara una mayor estabilidad a las laderas disminuyendo el riesgo en areas aledañas.		
Existen comunidades sobre las laderas de las quebradas Puca Puca que se encuentran sujetos a peligros geologico-climaticos;tales como intensos procesos de erosion y ampliacion sismica por lo que es necesario su mitigacion en base a forestacion con plantas nativas de la zona		
<b>BENEFICIARIOS</b>		
Toda la poblacion de la ciudad de ayacucho que incluye el sector rio seco		
<b>ENTIDAD PROMOTORA</b>		<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Gobierno regional de Ayacucho, Municipalidad Provincial de Huamanga		Estructurador y Dinamizador
<b>ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO</b>		<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS</b>
Tesoro Publico y Cooperacion Internacional		Alto

REFORZAMIENTO DE LADERAS Y LAS OBRAS DE DEFENSA DE QUEBRADAS	
<b>UBICACIÓN</b> Sector Río Seco	
<b>OBJETIVOS</b> Tiene como objetivo principal reducir los riesgos de inundacion por posibles desbordes de la quebrada de río seco por encima de sus obras de encauzamiento o cauce natural ,para garantizar la seguridad fisica de la poblacion y el resguardo de las inversiones existentes y patrimonio cultural.	
<b>TEMPORALIDAD:</b> CORTO PLAZO	<b>PRIORIDAD:</b> PRIMERA
<b>DESCRIPCION</b> Esta dirigido al reforzamiento de diques de defensa de quebradas construido en sectores urbanos de las quebradas de Río Seco y sus aportantes; que se encuentran afectado en tramos especificos por su vulnerabilidad debido a la existencia de una seccion insuficiente de encauzamiento para conducir los caudales ,escaso tamaño de la piedra de enrocado,angostamiento excesivo del cauce en sitios criticos y otros que originan un mal funcionamiento de la defensa. el estudio debe incluir la definicion de acciones y medidas complementarias para el establecimiento de las margenes de seguridad destinados a la proteccion y mantenimiento de las obras de defensa.	
	Discurrir de la quebrada Río Seco por el Puente Jr.Raymondi
	El tramo encauzado y con defensa ribereña de la quebrada Río Seco no garantiza un funcionamiento hidraulico adecuado debido a un mal Proyecto y Construccion del mismo ; por ejemplo, notese la reduccion severa de la seccion transversal del cauce de la quebrada Río Seco, en la interseccion con el parque Santa Teresa donde el riesgo es Alto.
<b>BENEFICIARIOS</b> Toda la poblacion de la ciudad de ayacucho que incluye el sector Río Seco	
<b>ENTIDAD PROMOTORA</b> Gobierno regional de Ayacucho, Municipalidad Provincial de Huamanga	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b> Estructurador y Dinamizador
<b>ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO</b> Tesoro Publico y Cooperacion Internacional	<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS</b> Alto

## CONTROL DE EROSION EN LAS LADERAS

<b>UBICACIÓN</b>	
Laderas de Puca Puca	
<b>OBJETIVOS</b>	
Implementar técnicas y proyectos de control de erosión en las laderas de los taludes de Puca Puca destinados a mitigar los desastres naturales que por efecto de la acción pluvial, escorrentía superficial y transporte de sedimentos, se suceden en época de avenidas en AA.HH ubicadas sobre las laderas del cerro, casco urbano principal de Puca Puca y sus alrededores	
<b>TEMPORALIDAD:</b>	<b>PRIORIDAD:</b>
CORTO Y MEDIANO PLAZO	PRIMERA



Los diques de piedra contruidos en forma transversal a los cursos de agua del cerro "Puca Puca" es una excelente medida para controlar la erosión hidrica sobre sus laderas

**DESCRIPCION**

El estudio, Proyecto e implementación se ha de desarrollar para la zona que comprende las laderas de "Puca Puca" desde el Barrio de Puca Puca y Pilacucho. El proyecto comprende el diseño y construcción de las obras de erosión sobre las laderas de "Puca Puca" que permitan disminuir los diversos procesos de hidráulica fluvial que se suceden durante la ocurrencia de altas precipitaciones pluviales. Las obras contempladas son: recuperación y mantenimiento de obras existentes, mantenimiento de quebradas, zanjas de infiltración, arborización, diques transversales, diques longitudinales, zanjas de coronación, cunetas, muros de contención, etc.



los procesos de erosión en Puca Puca ocasionan daños a las edificaciones construidas sobre media ladera, en épocas de lluvia los procesos de erosión son intensos en las laderas de la quebrada de Puca Puca y Pilacucho.

<b>BENEFICIARIOS</b>	
Toda la población de la ciudad de Ayacucho que incluye el sector Río Seco	
<b>ENTIDAD PROMOTORA</b>	<b>NATURALEZA DEL PROYECTO</b>
Gobierno regional de Ayacucho, Municipalidad Provincial de Huamanga	Estructurador y Dinamizador
<b>ALTERNATIVAS DE ALMACENAMIENTO</b>	<b>IMPACTO EN LOS OBJETIVOS</b>
Tesoro Público y Cooperación Internacional	Alto

## **CAPÍTULO VI**

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

1. El Sector de Arroyo Seco presenta un conjunto de amenazas de Huaycos e Inundaciones representadas principalmente por la presencia de eventos climatológicos presentes durante los meses de Noviembre a Marzo.
2. También otros factores han influido en la presencia de amenazas en el Sector de Arroyo Seco, tal como las características del suelo aunado con el cambio de cobertura vegetal de bosque a la construcción de Zonas Urbanas y Sub Urbanas.
3. Los sectores con mayor amenaza son las quebradas Puca Puca y Pilacucho que son Aportantes de la quebrada de Arroyo Seco, donde hay presencia de abanicos coluvio-aluvionales, indicadores de anteriores huaycos.
4. De las 3 comunidades de Arroyo Seco, Pilacucho y Puca Puca resultó con vulnerabilidad alta debido no solo a la estimación de vulnerabilidad sino también a la ubicación de la misma en una zona medianamente crítica.
5. Islachayocc obtuvo vulnerabilidad media y está asentada en una zona catalogada crítica.
6. En todas las comunidades se obtuvo que la vulnerabilidad con mayores resultados fue la física, específicamente sus indicadores Ubicación de las viviendas y la Distancia de la quebrada más cercana, así mismo dichos indicadores fueron los más altos en todas las comunidades al calcular el promedio por cada indicador.
7. En todas las comunidades existe total disposición de la población de participar en actividades de capacitación en materia de desastres.
8. En cuanto a la participación de los entes locales y externos en la problemática de Arroyo Seco, se obtuvo que las instituciones consideradas, tales como INDECI, Bomberos, Cruz Roja están involucrados y participan completamente en las actividades desarrolladas en el distrito, antes, durante y después de ocurrido un evento.
9. De acuerdo a la apreciación de los participantes de los talleres la única institución que no participa completamente es la Municipalidad Provincial de Huamanga, aunque según la información recabada si hay participación de esta institución.
10. Existe un alto porcentaje de deforestación en el Sector de Arroyo Seco, debido a la necesidad de contar con vivienda la población habitante en esta zona.
11. No existe un adecuado plan de mitigación y prevención a Huaycos en Arroyo Seco.

## **6.2 Recomendaciones**

### **A los entes involucrados y que formaron parte del estudio:**

1. La realización de actividades de capacitación debido a que existe buena disposición por parte de los habitantes en participar en éstas.
2. Considerar como prioritarias las comunidades ubicadas en zonas críticas como Pilacucho por ejemplo, para ofrecer la atención que requieren.
3. Llevar a cabo las medidas de mitigación propuestas, específicamente en las comunidades más vulnerables así como en las zonas con amenazas identificadas.
4. Un mejor y mayor involucramiento con la situación imperante en el Distrito de Ayacucho, específicamente en el caso de la Municipalidad Provincial de Huamanga, ya que por ser un ente gubernamental es quien en muchos casos tiene la última palabra en el proceso de toma de decisiones.
5. INDECI pueden concertar acciones de manera conjunta pero a la vez separando funciones de manera que cada una ejecute acciones diversas pero complementando las de las demás.
6. Mantener a las comunidades informadas de lo que acontece, ya que se evitaría en gran medida el estado de pánico que genera un desastre.
7. Involucrar a los alumnos de escuelas y colegios en programas de mitigación bien sea a través de la transferencia de información o incluso simulacros de emergencias o instalación de sistemas de alerta temprana donde participen los estudiantes.
8. Construir el sistema de drenaje pluvial el cual incluya el sector de arroyo seco y sus aportantes.

### **A las comunidades:**

9. Mantenerse informados de toda acción o proyecto que se lleve a cabo; de ser necesario solicitar información a los entes encargados de manejarla.
10. Estar alertas ante cualquier evento extremo que se presente, específicamente lluvias.
11. En caso de una nueva emergencia, primero que nada mantener la calma para de este modo saber cómo y qué hacer exactamente.

## **CAPÍTULO VII**

## VII. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- INDECI – SENAMHI, 2004. Análisis de la Vulnerabilidad y Peligro de la ciudad de Ayacucho.
- INDECI-SENAMHI,2004.Mapa de Peligros de la Ciudad de Ayacucho PROYECTO INDECI – PNUD PER / 02/ 051 CIUDADES SOSTENIBLES
- INDECI – PNUD PER /02/051 Plan De Prevención Ante Desastres: Usos Del Suelo Y Medidas De Mitigación Ciudad De Ayacucho
- Municipalidad Provincial De Ayacucho –. 2010. Expediente técnico drenaje pluvial de emergencia de la margen izquierda del rio alameda en la ciudad de Ayacucho.
- Vulnerabilidad y riesgo de la cuenca media y baja del rio Rímac, reubicación a una alternativa de desarrollo sostenible.-PMD3754-Tesis de grado JOSE LUIS TRUJILLO CERNA.
- INDECI PERU (2003); Mapa de peligros de la ciudad de Ayacucho, informe Principal “Proyecto INDECI-PNUD-PER/02/05 Ciudades sostenibles-Perú.
- Análisis de vulnerabilidad a deslizamientos a deslizamientos en el distrito de Orosi, Provincia Cartago, Costa Rica. Tesis de Maestría Yyare Karlin Parra Pichardo CATIE Costa Rica.
- Evaluación geológica y Análisis de vulnerabilidad geotécnica en el torrente de la jabonera del valle de mocoties, municipio de Tovar del municipio del estado de Mérida UNIVERSIDAD DE LOS ANDES MERIDA VENEZUELA.
- Modelado De Flujos De Lodo Usando Flo-2d En La Quebrada Paihua: Impacto En La Ciudad De Matucana, Lima, XIII Congreso Peruano de Geología. Resúmenes Extendidos Sociedad Geológica del Perú Leonardo Castillo N., 2Lionel Fídel S. & 3Lionel E. Jackson.
- Aplicación De Un Modelo Numérico De Flujos De Escombros Y Lodo En Una Quebrada En El Perú” Tema De Tesis Profesional Ing. Leonardo Franco Castillo Navarro
- Análisis de flujos gradualmente variado no permanente y transporte de sedimentos con el modelo HEC-RAS; Ing. Chacón Sánchez Juan Pablo. Escuela Politécnica Nacional de Quito.
- INDECI 2002/ Proyecto Mitigación Sector Lara-Socabaya-Arequipa.
- EIRD (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas, CR); OPS (Organización Panamericana de la Salud, CR). 2000. Huracán Mitch: una mirada a algunas tendencias temáticas para la reducción del riesgo. 1 ed. San José, CR. 252 p.
- IDNDR (The International Decade for Natural Disaster Reduction, US) and World Bank.

- 1994 Disaster prevention for sustainable development. Munasinghe, M; Clarke, C. eds. Washington, US. 108 p.
- Lavell, A. 1997,1996. Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. In Los desastres no son naturales. Marskey, A. comp. CO. La Red. 111-127p.
  - OEA (Organización de Estados Americanos). 1991. Desastres, planificación y desarrollo: manejo de amenazas naturales para reducir los daños. USAID. Washington. US. 80 p.
  - ONU (Organización de las Naciones Unidas) 1997. Guidelines and manual on land use planning and practices in watershed management and disaster reduction. Ginebra, ZW. 133
  - Wijkman, A. 1988. Natural disasters: acts of god o acts of man. New Society Publishers. California, US. 144 p.
  - Wilches-Chaux, G. 1998. La vulnerabilidad Global. Los desastres no son naturales. Marskey, A. 1993.Comp. CO. La Red. 24-29 p.
  - Turner y Schuster, 1996. Mitigation concepts and Approaches
  - Sarmiento, J. 1996. Mitigación de riesgos, gestión ambiental y desarrollo sostenible: una política pública. Centro de estudios ambientales para el desarrollo regional. Sante Fé de Bogotá. CO. 63 p.
  - US Army Corps of Engineers – Hydrologic Engineering Center “HYDROLOGIC MODELING SYSTEM – HEC – HMS”, Technical Reference Manual, March 2000.
  - CONVENIO DE COOPERACIÓN TÉCNICA: IILA, SENAMHI, UNI,“ Estudio de la Hidrología del Perú”, Volumen III, Estudio de Avenidas, 1983
  - VEN TE CHOW., “HIDROLOGIA APLICADA”, University Of Illinois, MacGraw-Hill Interamericana S.A., Santafé de Bogotá, Colombia 1994.
  - M. Martínez–Yáñez<sup>1</sup>, E. Cabral–Cano<sup>2</sup>, F. Correa–Mora<sup>3</sup>, O. Díaz– Molina<sup>4</sup>, G. Cifuentes–Nava<sup>5</sup>, E. Hernández–Quintero<sup>6</sup> and H. Delgado– Granados<sup>7</sup>-Estudio de la ladera occidental del Cerro del Chiquihuite, Ciudad de México.
  - República de Nicaragua, Departamento de Boaco, MUNICIPIO DE BOACO Evaluación de riesgo del cerro Boaco.
  - Servicio Geológico Mexicano y Secretaría de Seguridad Pública de Guanajuato-ESTUDIO DE PELIGROS GEOLÓGICOS -Cerro El Venadito, San Diego de la Unión, Guanajuato.
  - Alva Hurtado J.E y Chianga Ch. L.A (1991); Deslizamiento y aluviones en el Perú. Laboratorio Geotécnico CISMID-FIC-UNI, Lima Perú.
  - Carrillo G.A(1989)”Flujo en escombros en la cuenca del rio Rímac -Perú”
  - Carrillo G.A(1991) “Desastres naturales y riesgo geotécnico “-VI CNMSIC

- Martínez Vargas A (1971) "Análisis sobre los huaycos, aluviones y alud aluviones ante el efecto sísmico en el Perú" III Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica; Noviembre del 10 al 13 de 1971.
- Martínez Vargas A.(1982) "Huaycos y aluviones una realidad nacional aun no comprendida"
- Martínez Vargas A.(1994)"Evaluación de la amenaza de la quebrada de santo domingo"
- Martínez Vargas A.(1994)."Diagnóstico del Modelo a escala Natural de la quebrada santo domingo.
- Martínez Vargas A. (1994) El empleo de las rocas como alternativa para la prevención y mitigación de desastres.
- Medina;J.R(1987)"Informe técnico preliminar quebrada santo domingo- Chosica".
- O.conor H.(1971).términos de referencia para el estudio de seguridad física del AA.HH. Santo domingo-quebrada santo domingo. Página 9.
- O PPENHEIM V.(1946)."El aluvión de Huaraz "boletín sociedad geológica del Perú.
- Torres Q.J(1989) Estudio geomorfológico de la quebrada cashahuacra y alrededores"
- CISMID-UNI (2003).Estudio de la vulnerabilidad y riesgo sísmico en los distritos de la gran lima y callao" A PESEG/CISMID-EVR-LYC.LIMA.

## **PLANOS**