



TESIS DOCTORAL

***ANÁLISIS DEL ÚLTIMO PERIODO ERUPTIVO DEL VOLCÁN TUNGURAHUA Y EL IMPACTO EN LAS ACTIVIDADES HUMANAS EN LAS ZONAS DE INCIDENCIA DEL CANTÓN PENIPE PROVINCIA DE CHIMBORAZO***

**REMIGIO EDMUNDO HERNÁNDEZ CEVALLOS**

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN DESARROLLO  
TERRITORIAL SOSTENIBLE**

Conformidad de los Directores

Fdo. Dra. Ana Beatriz Mateos

2017



## ***Dedicatoria***

*Dios, el supremo creador.*

*A mi esposa con sumo cariño,*

*a mis adorables hijos, Emily, Melanie y Estéfano. A ustedes, gracias por regalarme su tiempo, comprensión y amor incondicional, día a día.*

*A mis padres, Germania y Edmundo, con eterna gratitud, tenerlos es un privilegio.*

*A mi hermana Maritza, ser de luz y bondad.*

*A todos los habitantes de Puela y Bilbao.*



## ***AGRADECIMIENTO***

A la doctora Ana Beatriz Mateos, mi Directora, para usted mi respeto, cariño, y profunda admiración por su calidad humana y excepcional profesionalismo. Gracias, por el apoyo constante, por su amistad, por haberme permitido cumplir mi objetivo.

Al doctor José Luis Gurría Gascón, como vicerrector de relaciones internacionales, mi respeto, estima y aprecio por su calidad humana y profesional.

A mis hermanas/o y familiares todos, amigos y colegas por su apoyo constante y desinteresado en esta incomprensible labor.

A todas y todos los actores vivos de los pueblos afectados de Penipe, que se constituyeron en el soporte esencial, para el cumplimiento de la investigación. Quienes aportaron con su conocimiento y sabiduría.

A las instituciones públicas y privadas (Municipio de Penipe, Secretaría de Riesgos, Consejo Provincial de Chimborazo, Gobierno Autónomo Descentralizado de Puela y Bilbao, Instituto Geofísico) por su aporte profesional.

Al ingeniero José Julio Cevallos, en calidad de rector de la Universidad Tecnológica Equinoccial, por su aporte tesonero y visionario en este proyecto, con el propósito de éxito y un nuevo rumbo profesional en la academia ecuatoriana.

Gracias...



## RESUMEN

El volcán Tungurahua ha marcado históricamente el uso y la ocupación del territorio que lo circunda en períodos de activación volcánica, los cuales suceden cíclicamente cada 90 años aproximadamente, en estas condiciones se han producido paralelamente al fenómeno, abandonos y retornos de la población en esta zona. El último periodo eruptivo, iniciado en 1999, obligó a la evacuación forzada de los habitantes, y afectó la salud y economía familiar de los pobladores. El proceso natural ha cambiado drásticamente la forma de vida de los lugareños, mismos que por sentirse limitados en sus recursos no han visto otra situación que permanecer en estos lugares pese a las situaciones intolerables y devastadoras provocadas por el volcán.

Conocer cuantificadamente los impactos que ha generado este largo proceso eruptivo, permitirá percatarse de realidades del proceso volcánico en sí, el comportamiento y reacción de las personas inmersas en el suceso y el estado de **gestión** desde los organismos responsables de la mitigación del riesgo. La utilidad del proyecto es un componente, en mi criterio, que trasciende el ámbito conceptual y de discernimiento intelectual de las teorías existentes, y siendo el espacio el lugar donde se desarrollan las actividades que ejerce el ser humano, cualquiera sea su origen, es menester analizar el conjunto de criterios, normas y planes que regulan las actividades y asentamientos sobre el territorio con el fin de conseguir una adecuada relación entre territorio, población, actividades, servicios e infraestructuras que permitan articular adecuadamente estos elementos y llegar al desarrollo sostenible del cantón.

**Palabras Clave:** población, recursos naturales, vulcanología.

**Códigos UNESCO:** Población 5206.06; 5206.01; 5206.02; 5206.03; 5206.10

Recursos Naturales 5312.93; 5401.04. Geología\_Vulcanología 2506.21

**Enlace** <http://www.et.bs.ehu.es/varios/unesco.htm>

## SUMMARY

The Tungurahua volcano has historically marked the use and occupation of the territory that surrounds it in periods of volcanic activation, which occur cyclically every 90 years, in these conditions have occurred parallel to the phenomenon, dropouts and returns of the population in this area. The last eruptive period, initiated in 1999, forced the forced evacuation of the inhabitants, and affected the health and family economy of the inhabitants. The natural process has drastically changed the way of life of the locals, who because they feel limited in their resources have not seen another situation to remain in these places despite the intolerable and devastating situations caused by the volcano.

Knowing quantitatively the impacts generated by this long eruptive process, will make it possible to see the realities of the volcanic process itself, the behavior and reaction of the people involved in the event and the state of management from the organisms responsible for risk mitigation. The usefulness of the project is a component, in my opinion, that transcends the conceptual scope and intellectual discernment of existing theories, and space being the place where the activities carried out by the human being, regardless of their origin, are necessary. Analyze the set of criteria, norms and plans that regulate the activities and settlements on the territory in order to achieve an adequate relation between territory, population, activities, services and infrastructures that allow to articulate these elements adequately and reach the sustainable development of the canton.

**Keywords:** population, natural resources, volcanology.

**UNESCO Codes:** Population 5206.06; 5206.01; 5206.02; 5206.03; 5206.10

Natural Resources 5312.93; 5401.04. Geology\_Vulcanology 2506.21

**Link** <http://www.et.bs.ehu.es/varios/unesco.htm>





## INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
ÍNDICE DE CONTENIDOS	IX
1. Introducción	15
2. Marco Conceptual	41
2.1 Tectónica de placas y origen de los volcanes en Ecuador	41
2.2 Límites de las placas	41
2.3 Concepto de Ambiente	48
2.4 Análisis del riesgo	51
2.4.1 Causalidad Natural	52
2.4.2 Causalidad Antrópica	54
2.5 Fundamentación teórica del riesgo y desastre	58
2.5.1 Enfoque de las Ciencias Naturales	64
2.5.2 Enfoque de las Ciencias Sociales	65
2.5.3 El Enfoque Holístico	66
2.6 Las Amenazas	69
2.6.1. Clasificación de las Amenazas	70
2.7 Tipología de riesgo que afecta a la zona	72
3. Objetivos	76
3.1 Objetivo general	76
3.2 Objetivos específicos	76
4. Metodología	77
4.1. Análisis Físico	78
4.2. Análisis Social	84
4.2.1 Recopilación bibliográfica y elaboración previa de los cuestionarios	85
4.3 Formas de investigación	88
4.3.1 Determinación del universo y tamaño de la muestra	88
5. Área de estudio	91

5.1 Ubicación espacial y caracterización geográfica	91
5.2 Biofísico	96
5.2.1 Relieve	96
5.3 Información Climática	103
5.3.1 Clima del Ecuador	103
5.3.2 Pisos Termales	114
5.3.2.1 Clima seco	115
5.3.2.2 Clima tropical	116
5.3.2.3 Clima tropical de Monzón	116
5.3.2.4 Clima Mesotérmico	117
5.3.2.5 Clima Mesotérmico Semihúmedo	117
5.3.2.6 Clima Mesotérmico Seco	118
5.3.2.7 Clima de Páramo	119
5.4. Análisis biofísico de la zona de afectación	120
5.4.1. El clima del cantón	120
5.4.1.1 Análisis climático parroquia San Miguel de Puela	124
5.4.1.2 Análisis climático parroquia Bilbao	127
5.5 Formaciones Geológicas y sus Características	130
5.6 Suelos	132
5.6.1 Estructura del Suelo	133
5.6.2. Clasificación por características texturales	141
5.6.3 Uso y cobertura del Suelo	152
5.7. Ecosistemas de la zona de análisis	162
5.7.1 Biogeografía de la Zona	168
5.7.2 Fauna y Flora del cantón Penipe y zona de afectación	175
5.7.2.1 Fauna	175
5.7.2.2 Flora	188
5.8. Recurso Hídrico: cuencas, subcuencas, microcuencas	205
5.9. Fenómeno volcánico	209

5.9.1. Volcanes en el Ecuador continental	209
5.10. ANÁLISIS ERUPTIVO	214
5.10.1. Geología del Tungurahua	214
5.10.2. Análisis cronológico de las erupciones del Tungurahua I, II y III	222
5.10.2. 1 Análisis cronológico del último período eruptivo del Tungurahua años 1999 al 2017	223
5.10.3 Impacto generado por las erupciones volcánicas del Tungurahua	228
5.11 Superficie de territorio bajo conservación o manejo ambiental	229
6. Análisis del impacto volcánico en la zona de afectación del cantón Penipe (Puela y Bilbao)	236
6.1 Índice de explosividad volcánica	238
6.2 Tipos de fenómenos característicos en el volcán Tungurahua	239
6.3 Análisis focalizado por impactos	260
6.3.1 Peligro de Afectación volcánica en las parroquias San Miguel de Puela y Bilbao	260
6.3.2 Pendientes en relación a Altitud, Uso y Erosión por cobertura en la zona	265
6.3.2.1 Análisis de Uso	267
6.3.3 Alteración de Recursos Naturales	277
6.3.3.1 Vegetación Nativa	277
6.4 Impacto socioeconómico	279
6.4.1 Análisis demográfico	280
6.4.1.1 Cambios poblacionales años 2001 y 2010 en la zona de afectación volcánica	289 289
6.4.2. Educación	290
6.4.2.1 Indicadores de educación	291
6.4.3. Salud	295
6.4.3.1 Tasa de mortalidad, fecundidad	295
6.4.3.2 Cobertura de las instituciones de salud	299
6.4.3.3 Perfil Patológico año 2014 en el cantón Penipe	302
6.4.3.4 Estado situacional discapacidades	304

6.4.4. Cohesión y pertenencia poblacional con el territorio	305
6.4.5. Movimientos migratorios y movilidad humana	307
6.4.5.1 Movimientos Migratorios	309
6.4.5.1.1 Migración externa	309
6.4.5.1.2 Migración interna	310
6.4.5.1.3 Movilidad de la población	310
6.4.6 Diagnóstico económico	312
6.4.6.1 Trabajo y Empleo	312
6.4.6.1.1 Tasa de empleo, desempleo y subempleo a nivel provincial	313
6.4.6.1.2 Tasa de empleo, desempleo y subempleo en zona de afectación volcánica	316
6.4.6.1.3 Relación entre sectores económicos primario, secundario, terciario vs población económicamente activa vinculada a cada uno de ellos en zona de afectación	319
6.4.7. Principales productos en relación al volumen de producción y productividad	320
6.4.7.1 Productos agrícolas	320
6.4.7.2 Superficie cultivada por productos agrícolas	321
6.4.8. Movilidad	326
6.4.8.1 Caracterización de la red vial cantonal y zona de Afectación volcánica	326
6.4.8.2 Transporte público	335
7. Conclusiones	337
8. Bibliografía	377



***EL PENSAMIENTO DEL SABIO ALEXANDER VON HUMBOLDT***

*"Los ecuatorianos son seres raros y únicos: duermen tranquilos en medio de crujientes volcanes, viven pobres en medio de incomparables riquezas y se alegran con música triste."*

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Finalidad del estudio

La presente investigación pretende diagnosticar las afectaciones generadas en las variaciones del componente antrópico y natural, durante el último período eruptivo del volcán Tungurahua, ubicado en la sierra centro de la república del Ecuador, sector nor oriental de la provincia de Chimborazo.

El incremento en el número de pérdidas humanas como materiales producidas por consecuencia de la actividad volcánica a lo largo del último siglo, ha motivado el nacimiento de una serie de iniciativas dedicadas al mejor conocimiento de los fenómenos volcánicos para la futura elaboración de planes de prevención y emergencia.

**Imagen 1:** Explosión estromboliana del Tungurahua, agosto 2006



**Fuente:** Instituto Geofísico, 2006



El volcán ha iniciado su último período eruptivo en septiembre de 1999 y persiste hasta el momento (2017). Al inicio, la erupción actual fue subcontinua caracterizada por explosiones estrombolianas y vulcanianas; emisiones de gases y ceniza. En julio y agosto del 2006, por primera vez en este periodo el volcán produjo dos grandes erupciones explosivas con formación de flujos piroclásticos que afectaron principalmente al flanco occidental y sur occidental. La caída de ceniza asociada a estos eventos fue de carácter regional afectando incluso a la ciudad de Guayaquil. Desde entonces el volcán ha mantenido episodios de actividad intermitentes con duraciones de pocos días a semanas y pausas en la actividad de hasta 3 meses. La actividad puede iniciarse con fuertes explosiones vulcanianas, como en mayo 2010, diciembre 2012 y Julio 2013; con explosiones de carácter estromboliano y emisión continua de gases y ceniza. (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2015)

El estudio está orientado a obtener información en las áreas de afectación de la última erupción del volcán Tungurahua en el cantón Penipe y relacionar con los segmentos que han sufrido impacto de manera directa e indirecta por este suceso natural. En este proceso es menester hacer una separación de estas afectaciones por componentes de estudio.

El primero corresponde al entorno Antrópico y sus derivaciones propias del quehacer humano, pueblos enteros han sido reubicados o se han desplazado a distintas zonas geográficas por este efecto, incrementando drásticamente las estadísticas de la migración, dejando localidades completamente abandonadas que hoy constituyen verdaderos pueblos fantasmas que reaparecen en la mañana y desaparecen en la noche, consecuencias que no han permitido generar un desarrollo en la comunidad; mientras que el segundo segmento o área de este estudio está relacionado con los entornos naturales y sus alteraciones al ambiente, que de manera directa afectan al primero, al constituirse parte fundamental de la subsistencia de los pobladores, su actividad económica está relacionada al

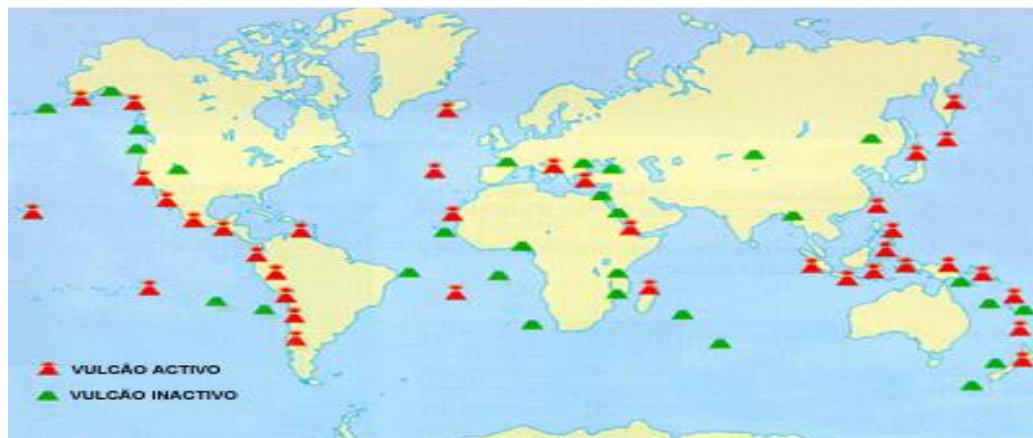
segmento agrícola y ganadero; a estos dos la investigación, para determinar su estado, al haber transcurrido más de una década y media de reiniciado este evento natural.

## 1.2 Antecedentes

El análisis sobre estudios realizados de temática similar o afín al tema propuesto para esta investigación me han permitido identificar los siguientes tratados iniciales:

En comparación con otros “desastres” naturales o inducidos por el hombre, desde un punto de vista global, los causados por fenómenos volcánicos y asociados son bastante infrecuentes, afectan a un número menor de personas y causan por lo tanto menores pérdidas en vidas humanas y económicas (figura 1, tabla 1). La erupción más destructiva de la historia (Tambora, Indonesia, 1815) acabó con la vida de 92.000 personas, frente a las 500.000 víctimas que produjo el peor huracán (Delta del Ganges, Bangladesh, 1970) (Tilling cd., 1989), referido (Gómez Francisca, 24).

**Figura1.** Distribución de áreas volcánicas activas del planeta



**Fuente:** Google Mapas: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOFno8YNjQ7WZUOwOjcmucKxyHOP3uR2sPdmyKmvijbI2eLCs\\_](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQOFno8YNjQ7WZUOwOjcmucKxyHOP3uR2sPdmyKmvijbI2eLCs_)

No se debe desestimar las pérdidas humanas que se registran, más de 214.942 han fallecido a causa de la actividad volcánica de forma directa o indirecta desde la edad media hasta el año 2015, en función de su causa.

**Tabla 1.** Ranking de desastres naturales en el mundo

SUCESO	NÚMERO DE MUERTOS
TERREMOTOS	1.855.244
TSUNAMI	277.000
ERUPCIONES	214.942
INUNDACIONES	3.954.256
HURACANES	523.844
INCENDIOS	1.651
CICLONES	1.278.000
DILUVIO	100
PESTES	1.000.000
RAYOS	30.000
HAMBRUNAS	1.000.000
TEMPERATURAS EX-TREMAS	3.500
DESLIZAMIENTOS	605
<b>TOTAL</b>	<b>10.139.142</b>

Elaboración propia

**Grafico 1.** Ranking de Desastres Naturales Mundiales vs Muertes Suscitadas



Elaboración propia

De la estadística expuesta, se extraen a modo de análisis los siguientes:

a) El número mayoritario de víctimas que ha asolado a la humanidad está asociado a las inundaciones, (3.954.256), hecho por demás alarmante, mientras en grandes porciones de la tierra avanzan los desiertos, así lo indicó el 17 de junio del 2010 el programa Mundial de la ONU para el Medio Ambiente (PNUMA) con motivo de conmemorarse el Día Mundial de la lucha contra la Desertificación. Un cuarto de la masa terrestre, o el equivalente a 3.600 millones de hectáreas, está cubierto por desiertos y el avance de las arenas amenaza la subsistencia de 1.000 millones de personas en el mundo. Los terremotos constituyen la segunda causa de muerte en el mundo (1.855.244) sin escatimar clases sociales y económicas, mientras que los destrozos alcanzados por los ciclones y huracanes han repercutido en la pérdida de (1.801.844) seres humanos.

b) En el siglo XX, e inicios del XXI, la incidencia de las muertes causadas por peligros indirectos como las hambrunas, pestes, etc., se ha reducido considerablemente en relación a sucesos presentados en siglos anteriores (2.000.000), se puede asumir a la implementación de políticas mundiales como la de las Naciones Unidas a favor de grupos humanos en calamidad.

c) Las muertes causadas por algunos peligros directos relacionados con procesos de flujo (ejemplo. Lahares, coladas piroclásticas, etc.,) han aumentado de forma importante en el siglo XX, en parte debido al impacto desastroso de dos catástrofes individuales (Gómez, Francisca, Desarrollo de una metodología para el análisis del riesgo volcánico en el marco de un sistema de información geográfica”, s/f). La erupción del Monte Pelée de 1902 fue un cataclismo<sup>1</sup> volcánico de gran magnitud ocurrido entre el 2 y el 8 de mayo de 1902 en la isla francesa de Martinica que afectó a la ciudad colonial de St. Pierre y lugares aledaños con

---

<sup>1</sup> Alfred LaCroix. El monte Pelée y sus erupciones (La montagne Pelée et ses Eruptions). París, Masson & Cie, 1904.

un saldo fatal de 29.933 víctimas, y Nevado del Ruíz, en 1985. Los flujos piroclásticos emitidos por el cráter del volcán fundieron cerca del 10% del glaciar de la montaña. La población de Armero, ubicada a poco menos de 50 km del volcán, fue golpeada por dichos lahares, muriendo más de 20.000 de sus 29.000 habitantes.<sup>2</sup> Las víctimas en otros pueblos, particularmente en los municipios de Chinchiná y Villamaría, aumentaron la cifra de muertos a 23.000.

**Tabla 2.** Víctimas causadas por flujos de lodo (lahares) originados por erupciones volcánicas notables

<b>VOLCÁN</b>	<b>PAÍS</b>	<b>AÑO</b>	<b>Nº VICTIMAS</b>
Kelut	Indonesia	1586	10000
Awu	Indonesia	1711	3200
Cotopaxi	Ecuador	1741	1000
Galunggung	Indonesia	1822	4000
Nevado del Ruiz	Colombia	1845	1000
Awu	Indonesia	1856	3200
Cotopaxi	Ecuador	1877	1000
Awu	Indonesia	1892	1530
Kelut	Indonesia	1919	5110
Nevado del Ruiz	Colombia	1985	22000
<b>TOTAL</b>			<b>52040</b>

**Fuente:** (Ortiz, Toulkeridis, & Marín, 2006); (Modificado de Yokohama y Otros, 1984)

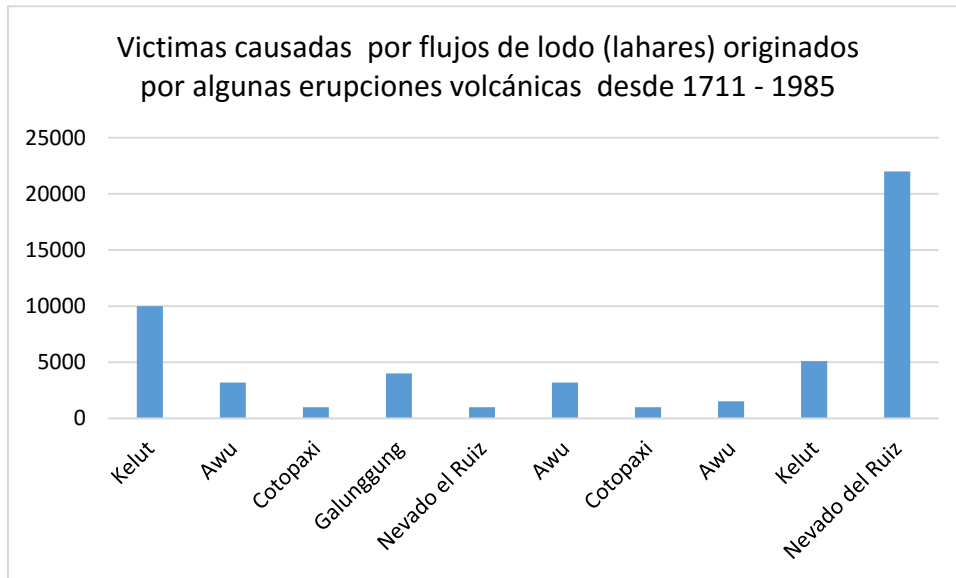
La estadística expuesta en la figura anterior, presenta un compilado de varios sucesos fatales alrededor del planeta, que no pueden ser desestimados, deben ser parte de las políticas públicas a tomarse en consideración a nivel regional y local, emprender desarrollo en aras del buen vivir.

Las erupciones volcánicas de mayor significado en el Ecuador han constituido los volcanes Cotopaxi (en 1741 y 1877, aproximadamente 1.000 personas fallecidas, en relación a la población de la época el impacto es alto), Tungurahua (1640-2016, varias decenas de

<sup>2</sup> Robert L. Schuster; Lynn M. Highland. «Socioeconomic and Environmental Impacts of Landslides in the Western Hemisphere». Consultado el 26 de octubre de 2010. Publicado previamente en Actas del Tercer Simposio Panamericano de Deslizamientos, 29 de julio a 3 de agosto de 2001, Cartagena, Colombia.

muerres en sus diversos procesos eruptivos, no se dispone de un registro oficial al respecto), Cayambe y Pichincha que aunque no registra datos de personas fallecidas, han cobrado la vida de centenas de animales mayores y menores, a más de la devastación de sementeras cultivadas en las comunidades de las zonas de llanura.

**Gráfico 1.** Víctimas causadas por lahares originados en erupciones volcánicas



**Fuente.** (Ortiz et al., 2006)

La importancia de estudiar a estos volcanes es por su ubicación y cercanía a centros poblados de gran concentración poblacional con desempeño económico, ligado a actividades con características por demás particulares en las zonas de influencia, tales como administrativas, políticas, de producción agrícola-ganadera, agroindustria y turismo.

Aunque, comparativamente, la pérdida global de vidas humanas causadas por efecto de la actividad volcánica no es dramática, la situación se agrava considerablemente cuando se consideran sus consecuencias desde el punto de vista socioeconómico y el impacto que estos representan en el transcurso del tiempo.

Por lo general, las áreas volcánicas se caracterizan por la riqueza de sus suelos, luego de algunos años de desmineralización, lo que ha favorecido, en aquellas zonas de clima benigno, el desarrollo de las explotaciones agrícolas de tipo intensivo y la concentración de numerosos núcleos de población en su entorno.

A este hecho se añade el interés paisajístico que suele estar asociado a las áreas volcánicas activas y la curiosidad que despiertan en el público general los fenómenos volcánicos asociados (ej. Geiseres, aguas termales, fumarolas, calderas...), lo que las convierte en focos de atención para ciertos sectores turísticos que se acrecienta, como ocurre en muchos casos, sus características peculiares han dado lugar a la proclamación de estas áreas como Parques Nacionales o incluso Reservas de la Biosfera, dados los endemismos que suelen presentarse en relación con las mismas. Este hecho ha dado lugar en muchos casos a la aparición de una infraestructura turística y de comunicaciones compleja.

Todos estos elementos han incrementado en conjunto la vulnerabilidad del medio y la población frente a los fenómenos volcánicos a lo largo del siglo anterior y este. En consecuencia, al haber aumentado los bienes expuestos, se ha elevado considerablemente el potencial de daños que se pueden producir desde el punto de vista social y económico (pues la economía depende en gran escala del entorno en que se desarrolla).

El Ecuador, con un ingreso per cápita de 6.248.1. USD, en el año 2015, figura a escala mundial como una economía en la parte alta del grupo de países de ingresos medio altos de la región (Datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE.). El 23.7% (INEC, 2016) de su población vive con menos de 2.8 dólares diario; de una población económicamente activa (PEA) de 7.9 millones de personas (INEC, 2016), con una esperanza de vida de 70.5 años y una tasa de analfabetismo del 3.8% (Ministerio de Educación, 2015).

Si relacionamos los sucesos naturales comentados, en relación a los porcentajes sociales expuestos, es de alto grado, el nivel de responsabilidad que tienen los organismos públicos de la seguridad civil, el trabajar en temas del riesgo para la población que habita en áreas marcadas como inseguras, ya que este compromiso permitirá no tener impactos lamentables que lleven muchos años para la recuperación, ahondando la crisis nacional y mayoritariamente en estratos menos favorecidos de la sociedad. Los andes centrales de Ecuador han sido afectados por verdaderas catástrofes, sobre todo de origen sísmico, y por la presencia de volcanes que se encuentran activos, como Cotopaxi, Cayambe, Chiles, Reventador, Sangay, o el Tungurahua (Natenzon E, 1995).

Precisamente, el último ha afectado de manera directa a parte de la provincia del mismo nombre y a la de Chimborazo con gran intensidad. Los sucesos catastróficos, de origen tectónico como volcánico que han destruido al país, han sido verdaderas apocalipsis, de

**Imagen 2.** Edificio destruido por el terremoto de 1797 en la ciudad de Riobamba



**Fuente:** UDLA, Ingeniería Ambiental, 2015.

los cuales han representado mucho costo social y económico que hasta hoy presentan secuelas por todo el territorio nacional como lo evidencian estos hechos. Desde 1640 se han registrado 10 eventos sísmicos considerados devastadores en la sierra centro del país, Riobamba y el cantón Penipe, no fue la excepción.



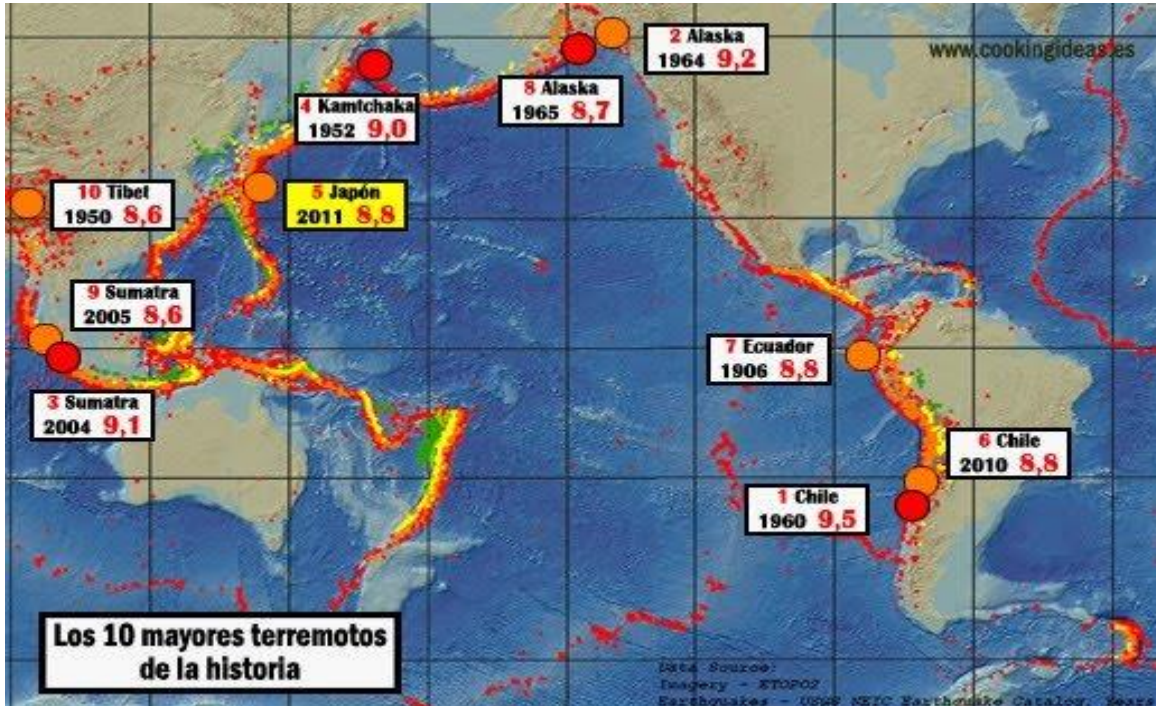
Los anales históricos registran que el día 4 de febrero de 1797 a eso de las 07h45 se produjo un terremoto en la ciudad de Riobamba viejo y sus cercanías “La ciudad de Riobamba quedó prácticamente fuera del mapa, el terremoto produjo el desplazamiento del cerro Cullca, situado junto a la ciudad y sepultó las ruinas que quedaban de la ciudad” (Egred, José, El terremoto de Riobamba, Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional). Devastó la ciudad de Riobamba, y muchas otras ciudades en el valle interandino, causando hasta 40.000 muertes<sup>3</sup>. Se estima que las intensidades sísmicas en la zona epicentral alcanzaron al menos XI en la escala de Mercalli, y que el sismo tuvo una magnitud de 8.3<sup>4</sup>, siendo el sismo más poderoso conocido en Ecuador. El terremoto fue estudiado por Humboldt, cuando visitó la zona en 1801-1802.

---

<sup>3</sup> ... Pero este cambio en la distribución regional de la población, no implica que hubo estancamiento en la demografía de la sierra central, a finales del siglo XVIII y a lo largo del siglo XIX. En un primer periodo, 1778 a 1825, hay una caída de la población de la sierra central, de 156.724 habitantes a 144.446 habitantes, pero con importantes variaciones. Fue una caída de la población urbana, sobre todo, ya que las ciudades de Ambato, Latacunga y Riobamba, disminuyeron su población, siendo más notoria la situación de Riobamba que bajó de 7.600 habitantes en 1780 a 2.500 habitantes en 1825. Por esto, la población urbana, que era cerca del 15% de la población de la Sierra central en 1780, disminuye para ser algo más del 5% en 1840. Pero no en todas las provincias de la sierra central, fue similar la caída, pues Cotopaxi, vio crecer levemente su población entre 1780 Y 1840, mientras descendió el número de habitantes en Tungurahua y Chimborazo. Dentro de las parroquias rurales, también el cambio fue desigual pues entre 1780 y 1814, las provincias rurales situadas en la cordillera oriental experimentaron expansión de la población...(Terán & Ortega, 2002, pp. 104–107)

<sup>4</sup> Publicado originalmente en Alvarado, Alexandra et. Al, “Investigaciones en Geociencias. Volumen 1”, IRD – Instituto Geofísico – Corporación Editora Nacional, Quito, 2004

**Figura 2.** Registro de los diez mayores terremotos de la historia



Fuente: [http://1.bp.blogspot.com/-wbc9eCqMlrg/TXp3ynpetnI/AAAAAAAAAmw/wcPn-u6FZlg/s1600/Screenshot\\_1a.jpg](http://1.bp.blogspot.com/-wbc9eCqMlrg/TXp3ynpetnI/AAAAAAAAAmw/wcPn-u6FZlg/s1600/Screenshot_1a.jpg)

El terremoto de 1949 fue de intensidad 10 Egred (sin año) y arrasó con las poblaciones cercanas de Ambato y Pelileo en Tungurahua, Riobamba, Guano, Penipe y San Miguel

**Figura 3.** Volcanes activos y Placas Tectónicas en Sud América



de Puela en Chimborazo. Este terremoto cegó la vida a más de 6000 personas en la zona. “De acuerdo a las investigaciones realizadas por Egred José, el terremoto dejó alrededor de 100.000 personas sin hogar y un área afectada de 1920 km<sup>2</sup>.

Fuente: Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS), 1999

Las ciudades con mayor destrucción fueron Pelileo 100%, Píllaro 90%, Guano 80% (este cantón como unidad territorial abarcaba la jurisdicción política y administrativa de las parroquias nor-orientales, pertenecientes hoy al cantón Penipe) y Ambato 75%.

En las varias investigaciones realizadas por Egred (sin año) se pudo determinar que entre los principales efectos hubieron: grandes grietas en el terreno y derrumbes, así como voluminosos deslizamientos en montes y caminos de toda la región, cambio del paisaje en muchos lugares, reoriento el cauce de ríos de manera permanente, caso particular del río Chambo, Cebadas, Chibunga.

Licuefacciones (especialmente en el sector de La Moya de Pelileo) donde tradicionalmente ha ocurrido el mismo fenómeno con otros terremotos. Además, brotaron nuevas fuentes termales y algunas modificaron sus caudales y temperatura, mientras otras desaparecieron temporal o definitivamente” (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional) destruyó viviendas y nacientes obras de abastecimiento de agua y riego que en ese momento se estaban construyendo; además, produjo importantes cortes en las vías debido a los deslaves producidos, los que aún continúan siendo frecuentes durante la época lluviosa, conocida como invierno.

Antes del último sismo de mayor intensidad en 1949, la zona ya se encontraba afectada por la reactivación del volcán Tungurahua ocurrida entre los años 1916 y 1918. Por lo tanto, el riesgo relacionado con estos fenómenos naturales siempre ha estado presente en la región, con la ventaja de que en los últimos años, el conocimiento adquirido por los habitantes sobre el volcán ha mejorado notablemente.<sup>5</sup> (Rosemary Bromley, "Disasters

---

<sup>5</sup> ... Por los daños de la sierra central, en la segunda mitad del siglo XVIII, como un factor que influye en una recesión económica, las erupciones volcánicas del Tungurahua en 1773 y 1777 que afectaron las zonas de cultivos agrícolas del lado oriental de la provincia y el norte de Riobamba y epidemias que causaron mortalidad infantil, fue el terremoto de 1797 que causó 12.000 muertes en la sierra central, el factor principal en la caída de población al fin del período colonial, a más de que se destruyeron obrajes en Latacunga, Guano y Pelileo, y de que la destrucción de las ciudades de Riobamba y Ambato obligaron a un reasentamiento en nuevos sitios. Entre 1780 Y 1840. la caída de la población urbana, indica que sobre todo se trató de una recesión urbana, porque hubo cierto crecimiento en parroquias rurales...

and population change in Central highland Ecuador, 1778 1825". En, David Robinson. ed. Social fabric and spatial structure in colonial Latin America Department of Geography, Syracuse University, 1979. P.p. 94-96.

En los últimos dos siglos, las erupciones del volcán tuvieron diferentes características según se advierte en el reporte de información levantada por Barberí F. (1992), mismo que ha determinado, con bastante precisión, la historia eruptiva del Tungurahua en el lapso de los últimos 2 000 años, marcada por la presencia de dos tipos de erupciones: tipo 1, de magma diferenciado con largos períodos en reposo (siglos); y tipo 2, de magma básico, actividad explosiva moderada y puntual, con pulsos, que ocurren después de un corto período de reposo (décadas), con peligros volcánicos asociados a caída de cenizas, pequeños flujos piroclásticos del tipo scoria flox, caída de lapilli (cascajo) y flujos de lava. (PREVOLCO, 2007).

**Tabla 3.** Cronología eruptiva del volcán Tungurahua

<b>Eventos</b>	<b>EDADES</b>
Erupción (caída de ceniza, lahares)	1999 - 2016
Erupción (flujos piroclásticos)	1916 -1918
Erupción (flujos piroclásticos y de lava, caída de piedra pómez)	1886
Erupción (flujos piroclásticos y de lava)	1773
Erupción (flujos piroclásticos y caída de piedra pómez)	1640
Erupción (flujos piroclásticos y caída de piedra pómez)	1350 años d.C.
Depósito de caída de ceniza	1060 años d.C.
Flujos piroclásticos de la quebrada Rea y del sector Las Juntas	995 años d.C.
Secuencia superior de flujos piroclásticos del sector Las Juntas	720 años d.C.
Depósito de caída de ceniza	480 años d.C.
Secuencia inferior de Las Juntas y del río Chambo (principalmente flujos de lava)	265 años a.C.
Gran avalancha de escombros	Aprox. 1050 a.C.

**Fuente.** Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional “Los peligros volcánicos Asociados con el Tungurahua”. Referido (Rodríguez Benítez, 2008)

Pese a que desde 1988 se había establecido un sistema de monitoreo sostenido por las entidades nacionales y locales, la población no contó con la información suficiente sobre una inminente erupción en los años posteriores.

“Por aquí andaban siempre los técnicos visitando el volcán, pero nunca nos informaron sobre los peligros que teníamos. Nos habíamos olvidado que, con el tiempo, podía despertarse y darnos un susto.” (La cita corresponde al testimonio de moradora del Cantón Penipe en el taller organizado por PREDECAN, Municipio de Penipe, julio 2008).<sup>6</sup>

Es innegable que el Tungurahua ha marcado históricamente el uso y ocupación del territorio que lo circunda, y que esta situación ha estado vinculada a los períodos de activación volcánica que en promedio han ocurrido cada 90 años, con sucesivos abandonos y retornos por parte de la población.

El abandono del territorio al inicio de cada evento ha estado sujeto a la temporalidad y severidad de cada activación. La provincia de Chimborazo para 1909 contaba con una población de 146246 habitantes, mientras que, la provincia de Tungurahua a esa fecha registraba 90000 personas, según registros oficiales referidos por Rosemary D.F. Bromley, “El papel del comercio en el crecimiento de las ciudades de la Sierra central del Ecuador 1750-1920”, 1986, p. 176; ANH/Q, Censo de la Provincia de Tungurahua, 1871, Empadronamiento. Cajas 30 y 31; ARCA, Censo de la ciudad de Ambato, 1922; Informe del Ministerio de Guerra y Marina, 1923; Boletín del Departamento Médico-social, Año I, No. 1, 1937 (Instituto Nacional de previsión), Quito, pp. 16-20. (Historia General del Ecuador, T. III, p.49, González Suárez). En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 1).

---

<sup>6</sup> Para los pobladores originarios de la sierra central, el volcán Tungurahua tiene vida y es toponímicamente conocido como la “mama Tungurahua” en relación al Chimborazo que tiene la característica del varón de los Andes por su majestuosidad y volumen.

Según referencias de los habitantes más longevos de Puela<sup>7</sup>, se puede estimar y relacionar el gran número de pobladores que habitaban a esa época con la feria establecida en esta localidad como una de las más concurridas y grandes de la región, la feria se realizaba todos los domingos, comercializándose productos de índole agropecuario, para establecer una feria debían cumplirse ciertos requisitos, y entre los principales, el número de pobladores, el volumen de producción, entre otros.<sup>8</sup> Tras las erupciones de 1918 el número de habitantes disminuyó y solo hasta el año 1960 se logró un repoblamiento considerable. Con el transcurso del tiempo y de manera paulatina se debieron realizar varios programas de desarrollo local orientados a la reactivación de la base productiva en la región. No se tienen registros oficiales de población desde el censo de 1909 a nivel provincial, en este periodo se dan sucesos de destrucción masiva a las provincias de Tungurahua y Chimborazo por movimientos telúricos y la erupción del volcán Tungurahua, por lo que se considera que la población disminuyó. No es sino hasta 1936 que se tiene registros de población a nivel de la ciudad de Riobamba (15044 habitantes) luego de este evento natural, se había perdido la feria (Rosemary D.F. Bromley, “El papel del comercio en el crecimiento de las ciudades de la Sierra central del Ecuador 1750-1920”, 1986, p. 176).

La última activación se inició en 1999 (El Tungurahua, con una forma cónica casi perfecta y una elevación de 5023 m.s.n.m, ubicado en la Cordillera Real de los Andes de Ecuador,

---

<sup>7</sup> ... Luego de muchos años, el 29 de mayo de 1861, la ley de división territorial expedida por la Convención Nacional en Quito y sancionada por el ejecutivo el mismo día, eleva a la categoría de parroquias civiles a las localidades de: Ilapo, Penipe, Guanando y Puela del Cantón Guano en la provincia de Chimborazo.

<sup>8</sup> Estudios realizados Centros de mercadeo en la sierra ecuatoriana por períodos de fundación (ANH/Q, Censo de la provincia de Tungurahua, 1871, Empadronamiento, Cajas 30 y 31). FUENTE. Raymond J. Bromley, *Periodic and daily markets in Highland Ecuador*, Ph.D. Thesis, Cambridge, 1975, p. 122.

presenta una actividad histórica que se puede resumir en cinco grandes episodios eruptivos: 1641; 1773–1782; 1886; 1916–1918 y, un último que sigue activo iniciado en 1999 (ESPE-FOES 2007)).

Luego de diecisiete años, las secuelas producto de la acumulación de la ceniza volcánica, cascajo, y aluviones<sup>9</sup> (lahares) son graves. Estos factores han incidido en la pérdida y disminución de la producción agrícola, así como en las condiciones de salud y en el éxodo poblacional hacia el interior del país, la Amazonía, la Costa o litoral y al exterior. Decenas de familias al perder todo su bien material, sumada la crisis económica, denominada feriado bancario en el año 2000, obligó a que compatriotas migraran a Estados Unidos de norte américa, España, Italia y otros países europeos como de la américa latina en esperanza de mejores días.

El retorno de la población, luego de cada proceso de activación, ha sido acompañado por una lenta recuperación económica y social. En ese contexto, se han ido consolidando la mayoría de las poblaciones y asentamientos humanos. (Para la erupción de 1886, los cronistas ya registran el desarrollo de la población de Baños, así como otros asentamientos humanos consolidados, ubicados en las pendientes del volcán o en su inmediata periferia, San Miguel de Puela, Bilbao, Cusúa, Penipe, Guano, Guanando y Pelileo, así como importantes haciendas que originaron algunos poblados (ESPE-COSUDE 2007), ubicados generalmente en el sector occidental del cantón, entre los 2600 y 3500 m.s.n.m. En esa área, donde la pendiente del terreno es de 15° en promedio, se han ocupado zonas con vegetación natural, que han sido reemplazadas en gran medida por cultivos y pastizales, dejando algunos relictos en las quebradas de cauce profundo. Las zonas menos pobladas

---

<sup>9</sup> Para los habitantes de la américa andina el término LAHAR, de origen javanés otorgado por los vulcanólogos, y al ser acuñado recientemente por organismos técnicos en las zonas de desastres naturales, no lo conocen, este suceso lo identifican como ALUVION.

(al nororiente, y suroriente) coinciden con los sectores donde se pueden encontrar extensiones importantes de cobertura vegetal original, y colindan con el parque nacional Sangay. (El Parque Nacional Sangay, establecido por el Estado en el año 1975 y reconocido en el ámbito mundial, en 1983, como patrimonio natural de la humanidad, ocupa gran parte de los páramos de la Cordillera Real de los Andes que comparten las provincias de Chimborazo y Morona Santiago).

Los asentamientos poblacionales en las partes bajas, en los pequeños valles junto a los ríos, no lograron prosperar y siempre fueron abandonados ante el riesgo de deslaves y desbordes de los ríos. Respecto a las prácticas de los pobladores con su entorno, se evidencia el tratamiento del riesgo como parte de la problemática ambiental. Los pobladores se acostumbraron a convivir con esta y otras situaciones de tipo natural en la que la presencia de los organismos responsables de la protección a la ciudadanía no ha tenido el impacto esperado, considerado por la población como las acciones por estos emprendidas, medidas muy superficiales que en la práctica para el mejoramiento de la calidad de vida ha sido casi nula, teniendo hoy consecuencias penosas y de alto costo humano y material.

Las amenazas naturales sobre el contexto físico en las inmediaciones del volcán Tungurahua han sido permanentes y consecutivas desde agosto de 1999 hasta la actualidad (2017), si bien los volcanes en general tienen un comportamiento cíclico, el caso del Tungurahua no es la excepción, esta última erupción ha tenido un comportamiento muy variado desde que reinició su actividad, no ha cesado, mantiene actividad eruptiva en lapsos indeterminados, misma que ha cambiado de manera radical el paisaje. En cuanto a la zona de estudio, considerada de alto riesgo, las comunidades apostadas desde las faldas sur occidentales hacia el nor occidente del volcán, “se niegan a salir de sus tierras, alegando que el suelo es ahora el más fértil y productivo de la zona, que siendo ese su sustento, no están dispuestos a abandonarlo, a más de este motivo de índole económico, esgrimen



razones culturales y afectivas, de arraigamiento, que muchos de ellos nacieron en esas tierras, fueron sus padres quienes se las dejaron”. (Silva, 2011, p. 16). Los diferentes gobiernos que tuvo el país con las autoridades seccionales, desde el inicio del proceso eruptivo hasta finales del 2006, no han logrado implementar políticas integrales que vayan más allá del simple proceso de reubicar comunidades a sitios aparentemente considerados de menor riesgo. Mientras permanece esta catástrofe, los habitantes han sido atendidos por organismos responsables del sector público, con el único ánimo de socorrer el efecto provocado por la erupción, más no he encontrado propuestas serias, efectivas y de gran impacto, duradera en el tiempo y que pueda mitigar estos acontecimientos.

**Imagen 3.** Vivienda destruida por Lahar, agosto 2006 comunidad Palictahua



Elaboración propia, 2016

Con herramientas disponibles en la actualidad para medir sucesos catastróficos, la secretaría de gestión de riesgos, debería haber implementado conjuntamente con los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), cantonal y provincial respectivamente, normativas de planificación territorial con acciones integrales que hayan permitido mitigar el riesgo en estas comunidades.

La percepción del riesgo en la población afectada dentro de esta área de estudio es casi inexistente, al menos es lo que se ha podido evidenciar en este último proceso, la habitual presencia y el comportamiento del volcán Tungurahua tiene sus características particulares, en el trabajo de campo se determina que existen dos visiones, dos realidades de acuerdo a su ubicación, por ejemplo en el cantón Baños de Agua Santa “se abre la temporada volcánica”, a favor de este hecho natural, mientras en la región suroccidental del volcán, las parroquias afectadas cercanas al desastre en el cantón Penipe, con actividades agrícolas del tipo domésticas y poca ganadería, en la mayoría de casos para autoconsumo, la situación es calamitosa, “agricultores claman por ayuda” moradores que por su “inconciencia y estado”, se las puede dar el calificativo de “comunidades dormidas”. Los habitantes expresan franciscanamente (San Francisco de Asís es el patrono de Penipe) “el volcán es mi vecino”, ésta la visión de los pobladores de la zona afectada, lo paradójico es que, en este mismo espacio, se ha hecho muy poco para mitigar los impactos negativos desde la última erupción de 1999

**Imagen 4.** Desconcierto después de que el Tungurahua emana gases, ceniza y rocas incandescentes.



**Fuente.** EFE/ Guillermo Legaria

Es menester que la ciudadanía conozca el territorio donde vive y los riesgos a los que está expuesta, las viviendas como la infraestructura civil para los lugareños en su fase de construcción, jamás fueron asesoradas y revisadas, no se emitieron ordenanzas al respecto tampoco se aplicaron normas internacionales para esta eventualidad, pese a estar asentadas en las faldas del volcán bajo la responsabilidad de los organismos del estado. Causas estas para hoy dar paso a poblaciones abandonadas, tipo fantasmales, sumiéndolas entre los quintiles más bajos de la provincia, como es el caso de San Miguel de Puela, El Manzano, Palictahua, Bilbao, entre otras. Viviendas e infraestructuras construidas para uso educativo, administrativo y salud, hoy colapsadas, por efectos del material volcánico depositado sobre estas. Edificaciones conformadas con materiales tradicionales de construcción de la zona, madera, bareque, construcción mixta, bloque y escaso ladrillo, con cubierta metálica o fibro-cemento, extremadamente antiguas y deterioradas, en muchos casos, sus techados han sido corroídos o perforados por la caída del material volcánico (apuntes realizados en visita de campo a la zona afectada en el año 2010).

**Imagen 5.** Acumulación de ceniza en el techo de una vivienda del sector Choglontus, parroquia San Miguel de Puela



**Fuente:** Lema, V. Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

**Imagen 6.** Deterioro de una vivienda del sector por efectos volcánicos.



Elaboración propia

**Imagen 7.** Territorios completamente arrasados por la caída de material volcánico



AFP

**Fuente:** Agencia Francesa Prensa, 2006

Se requiere un conocimiento previo del área circundante, antes de tomar acciones de “socio”, cada una con realidades distintas. Donde las autoridades y organismos de control “miran” insistentemente dos realidades distintas en cuanto a su entorno y contexto, espacios sin sostenibilidad, una economía creciente para el cantón Baños por su marcada actividad turística, y pese a existir rechazo a la “ayuda” estatal por parte de los habitantes

que dicen “saber convivir con el volcán” , se contraponen otra realidad en las parroquias de Puela, Bilbao y sus comunidades adyacentes al volcán, sumergidas a una realidad de autoconsumo, completamente devastadas, donde no se ha trabajado con visión sostenible, la gestión estatal y local es incipiente.

El cantón Baños, dejó un turismo tímido, conservador y religioso a un turismo saturado denominado “de aventura”, ha crecido sin ningún control, se desborda y sale de las manos<sup>10</sup>; no se han implementado programas de ordenamiento territorial en la jurisdicción, la afluencia turística en los feriados (días de asueto o vacaciones) es inmanejable, según el último censo (INEC, 2010) con una población local de 20018 habitantes, se asfixia con el caos foráneo; el diario El Comercio expresa que en la última fiesta del carnaval (febrero, 2016) visitaron la ciudad más de 30.000 turistas, excede la totalidad de habitantes residentes. Es menester preguntarse ¿Tienen servicios que abastecen a esta cantidad de visitantes con calidad<sup>11</sup>?, ¿de darse un evento natural en esas condiciones, se han medido los riesgos y consecuencias? Las autoridades locales deben dar una respuesta fundamentada y técnica (Gondard & León Velasco, 2001).

En las zonas afectadas de la provincia de Chimborazo, una de las políticas de gestión de riesgo ha sido el reasentamiento de los pobladores afectados hacia la cabecera cantonal de Penipe, se construyó un poblado inmerso en otro, sin tomar en cuenta las costumbres o

---

<sup>10</sup> El movimiento turístico en Baños de Agua Santa, principal balneario de la provincia de Tungurahua, fue intenso hoy, lunes 8 de febrero del 2016. Según el Departamento de Turismo del Municipio, alrededor de 30 000 personas arribaron por el feriado Este contenido ha sido publicado originalmente por **Diario EL COMERCIO** en la siguiente dirección:<http://www.elcomercio.com/actualidad/personas-llegaron-banos-feriado-carnaval.html>. Si está pensando en hacer uso del mismo, por favor, cite la fuente y haga un enlace hacia la nota original de donde usted ha tomado este contenido. [EiComercio.com](http://www.elcomercio.com)

<sup>11</sup> Este feriado o asueto por Carnaval, los turistas se han volcado al cantón Baños, al momento el 92% de las 6 500 plazas para el hospedaje están ocupadas. Ayer, en la calle Ambato, el corazón de la urbe, la concentración de los viajeros fue masiva. Los bares y restaurantes estuvieron llenos. Varios grupos folclóricos y tríos se apostaron en las veredas e interpretaban melodías que llamaban la atención de los turistas, especialmente extranjeros. Flavio Velasco, jefe de Márketing del Departamento de Turismo del Cabilo, aseguró los 160 sitios de alojamiento entre hoteles, residenciales y hosterías tuvieron demanda en este feriado. Asimismo, los turistas practicaron el turismo ecológico, religioso y de aventura. La mayoría de personas arribó de Cuenca, Ambato, Quito, Riobamba, Guayas, Manabí...

características de vida de los evacuados<sup>12</sup>, se han desarrollado edificaciones con características urbanas para personas con ancestro en actividades rurales, se pensó desde el organismo público en el *durante*, trasladando a la población, como medida de seguridad, con el paso del tiempo, especialmente la generación temprana, al encontrarse en espacios completamente cerrados, sin actividades a desempeñar, sin objetividad, con un futuro incierto, generan dificultades sociales como pandillas, delincuencia, drogas, entre otras (Eduardo Chiriboga, 2008).

**Imagen 8.** Ciudadanos listos para ser trasladados al albergue de Penipe



**Fuente:** Wilson Pinto, El Universo, 2006

Debe haber un proceso de gestión para aprender a vivir con el riesgo, es decir el antes, durante y después. La desazón que viven los “evacuados”<sup>13</sup> después de las circunstancias que han experimentado les ha llevado a que expresen que NO creen en autoridad alguna, NUNCA más los sacarán de su tierra, prefieren morir en ella y que NADIE más les engañará. La Revista para América Latina y El Caribe “Desastres en la Región”, en su

---

<sup>12</sup> No tengo lugar para tener mis animales, todo se quedó allá, los militares nos sacaron de un rato a otro, vine con lo que estaba puesta. No sé de donde obtener alimento, salía al campo y cosechaba para mi familia, aquí veo pasar el día sin fin, esperando la caridad... expresión de Sra. Emperatriz Castro.

<sup>13</sup> Expresiones de los pobladores evacuados de las zonas de San Miguel de Puela hacia el reasentamiento en Penipe.

número 15 de 1999, en su artículo Erupciones Volcánicas en Ecuador, revisa este acontecimiento:

*“... el proceso eruptivo siguió en aumento, produciéndose desde mediados de octubre/99 fuertes emanaciones volcano-freáticas, que provocaron la declaración de la alerta naranja y la evacuación directa e indirectamente de 100.000 personas, de las cuales aproximadamente 16.000 están en albergues (dic. 99). La actividad volcánica, hasta el momento, ha producido emanaciones de piroclastos y lava que se acumula en la mitad superior del volcán. Sin embargo, las exhalaciones de ceniza han producido depósitos que en los alrededores del volcán alcanzan más de la decena de centímetros, multiplicándose los flujos de lodo y escombros. La ceniza también se desplaza varias centenas de kilómetros, como el caso de la ceniza en suspensión vista en Guayaquil.*

*Los daños de las 45 poblaciones cercanas al volcán son cuantiosos: paralización de sus actividades turísticas y productivas, hasta el momento por más de dos meses, el efecto en la agricultura, ganadería, avicultura y otros han producido desazón en la población y la falta de perspectivas en caso de continuar el proceso eruptivo*

**Imagen 9.** Poblaciones abandonadas después de la evacuación, Palictahua, al fondo cubierto de neblina el volcán Tungurahua..



Elaboración propia, 2016

*La emergencia en general ha sido bien manejada, se han declarado a tiempo las alertas, evacuado a tiempo a la población y atendido a los refugiados. Luego de un inicio muy rígido, se está permitiendo el ingreso controlado de pobladores de la zona que requieran ir a sus propiedades. Sin embargo, las grandes preguntas son a futuro. Los fondos son limitados, la población mayormente está desocupada y preocupa la situación de las zonas evacuadas...”.*

**Imagen 10.** La inocencia de los niño/as mientras organizan el hospedaje en el albergue de Penipe



**Fuente:** UNICEF, 2006

Es evidente que a estas personas les marco la vida dos sucesos, la evacuación de 1999 y la erupción del 2006, son 17 años viviendo con el volcán, “es un cáncer que mata lentamente”<sup>14</sup>.

En estos periodos los campesinos tuvieron que cambiar las formas y el tipo de cultivo, incursionando en procesos distintos a los acostumbrados, que generalmente al acercarse la cosecha se perdían por la caída de ceniza y material volcánico.

---

<sup>14</sup> Sentir de los pobladores de la zona, expresado en trabajos de campo a técnicos del Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional (IGEPN).



Como una forma de palear los estragos y devolver las viviendas para ser habitadas en los procesos de retorno, complementando con la infraestructura pública, los gobiernos locales

**Imagen 11.** Campesino observa perplejo el lugar donde se encontraba su propiedad antes de la erupción del 2006



**Fuente:** Guillermo Legaria/EFE, 2006

y el gobierno central luego de los eventos eruptivos y manifestaciones volcánicas del Tungurahua desde 1999, se han preocupado únicamente de la reparación de techos con materiales similares a los existentes sin dar una solución a largo plazo, en otros casos no se han reparado ni cambiado techos, los estudiantes sufren diariamente las consecuencias de la caída de ceniza y conviven con ella dentro de sus aulas vetustas, como es el caso de los estudiantes en la parroquia Bilbao. Situación similar acontece con el mantenimiento incipiente de la única vía de comunicación entre Riobamba a Baños. En resumen, no se ha realizado con antelación ningún programa o proyecto para salvaguardar estos bienes físicos, tanto privados como públicos y prevenir su deterioro, pero a donde más se debió volcar todo esfuerzo es a proteger la salud y finalmente la vida de los usuarios.

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1 Tectónica de placas y origen de los volcanes en Ecuador

Nuestro planeta Tierra (Figura.4), junto con los otros siete planetas del sistema solar se formaron hace 4550 millones de años. (Toulkeridis, 2013). Desde el comienzo, el planeta azul conducido por calor era altamente energético. La separación de los elementos de



diferente estabilidad y densidad crean diferentes capas, de las cuales, las superficiales, también llamadas placas, se mueven desde entonces en diferentes direcciones separándose, chocándose o simplemente formándose, pero moviéndose en direcciones opuestas.

**Figura 4.** La tierra. Fuente: NASA, USGS, NOAA a lo largo de sus límites.

La reconstrucción de estos movimientos, junto con los movimientos actuales, nos permite entender la creación de las placas que componen el territorio del Ecuador y Galápagos así como visualizar su situación geodinámica actual.(Borrero & Toro-Toro, 2015).

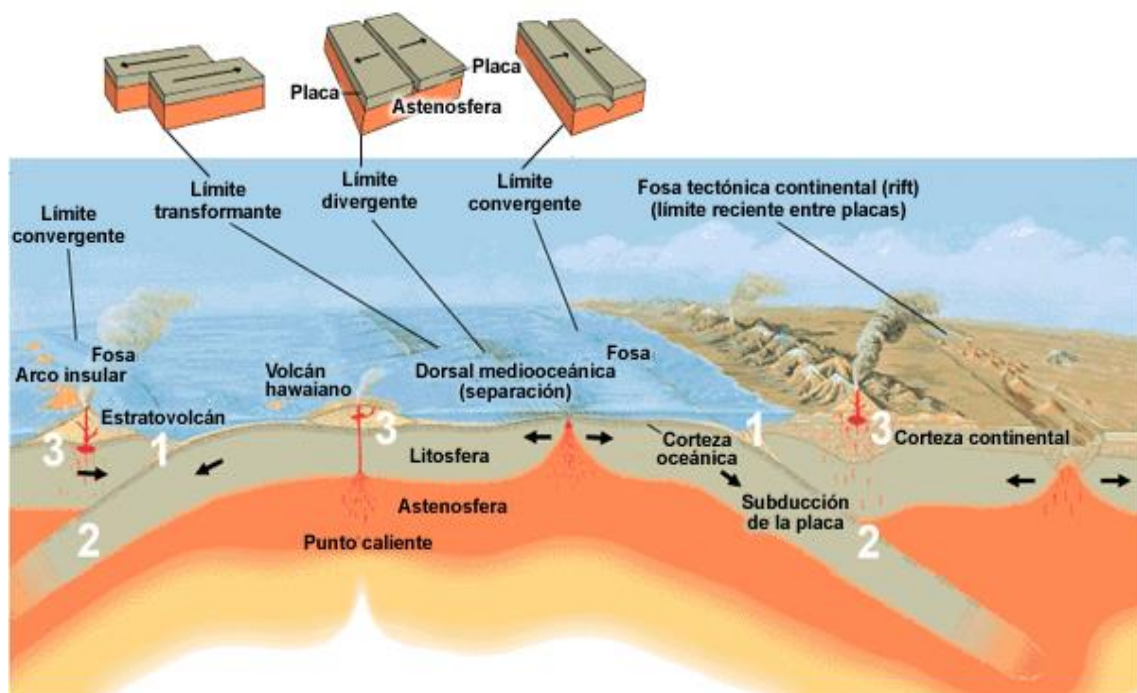
### 2.2 Límites de las placas

Existen 3 tipos conocidos de límites entre placas que se pueden agrupar de la siguiente manera: a) límites divergentes, cuando las placas se separan y se mueven en direcciones opuestas, permitiendo que se forme nueva litósfera a partir del magma ascendente a través de las Dorsales Meso-Oceánicas, en un proceso también denominado expansión del fondo oceánico, o en las fallas continentales, b) límites convergentes, cuando las placas chocan y una de ellas se hunde bajo la otra, a lo largo de la denominadas zonas de subducción, o

donde se forman cordilleras y cadenas debido a la colisión entre placas, y c) límite de fallas transformantes, cuando las placas se desplazan horizontalmente entre sí.

Con base en los tres tipos de límites de las placas, que se han reconocido 12 o más placas litosféricas, de formas y tamaños irregulares, que conforman la corteza terrestre. Cuando un determinado tipo de comportamiento cinemático termina, aparece un límite de diferente tipo (Toulkeridis, 2013, p. 22).

**Figura 5.** Los tres tipos de límites entre placas: Límite divergente, límite convergente, límite transformante.



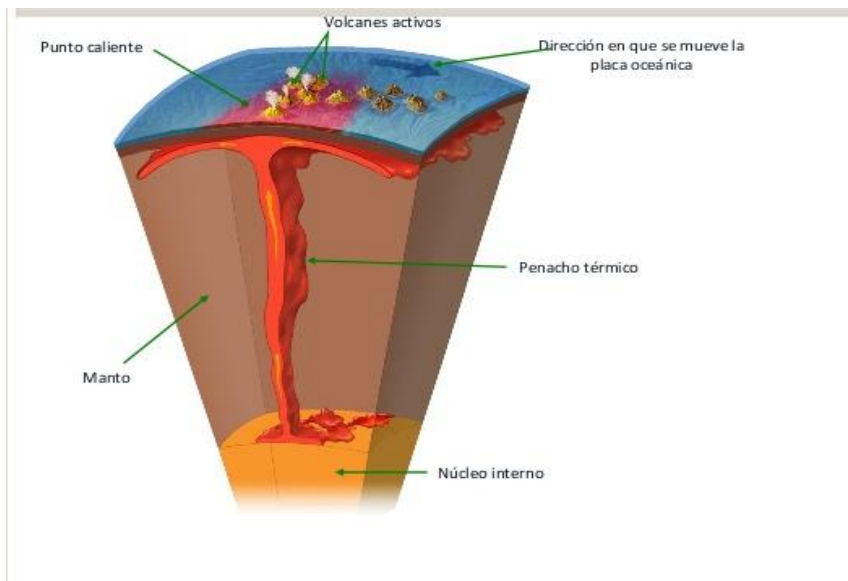
Servicio Geológico de los Estados Unidos (U.S. Geological Survey, USGS), mapa diseñado por José F. Vigil

**Fuente:** Servicio Geológico de los Estados Unidos. **Elaborado por:** José F. Vigil

Aunque el Ecuador es uno de los países más pequeños del mundo, es también uno de los pocos lugares en el planeta, si no el único, en el que gracias a la presencia de los tres límites de placas, expuestos anteriormente, se puede estudiar todas las formas de movimientos de la corteza, Además en este entorno es posible investigar la evolución de las altas cadenas montañosas, como por ejemplo la cordillera Real, que a consecuencia de

una temprana colisión océano (engordado) – continente, se supone que fue aún más alta que los Himalayas; no menos fascinantes son sus características volcánicas representadas tanto por los volcanes continentales, como por las islas Galápagos, que resultan de la subducción y del volcanismo de punto caliente (Toulkeridis, 2013, p. 26).

**Figura 6.** Presentación estructural de un Punto Caliente que dio origen a las Galápagos en Ecuador



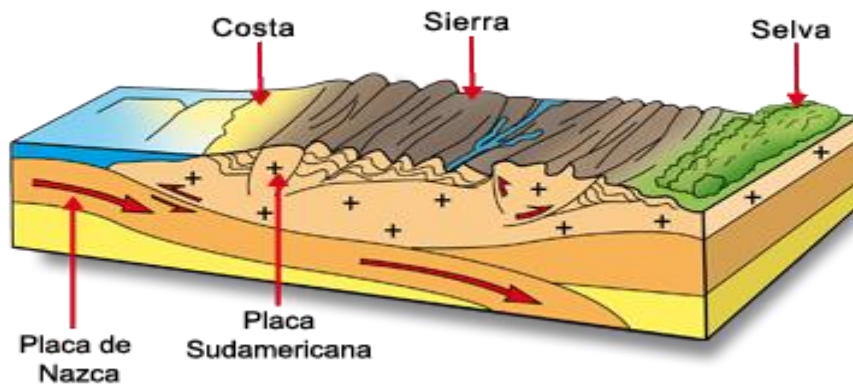
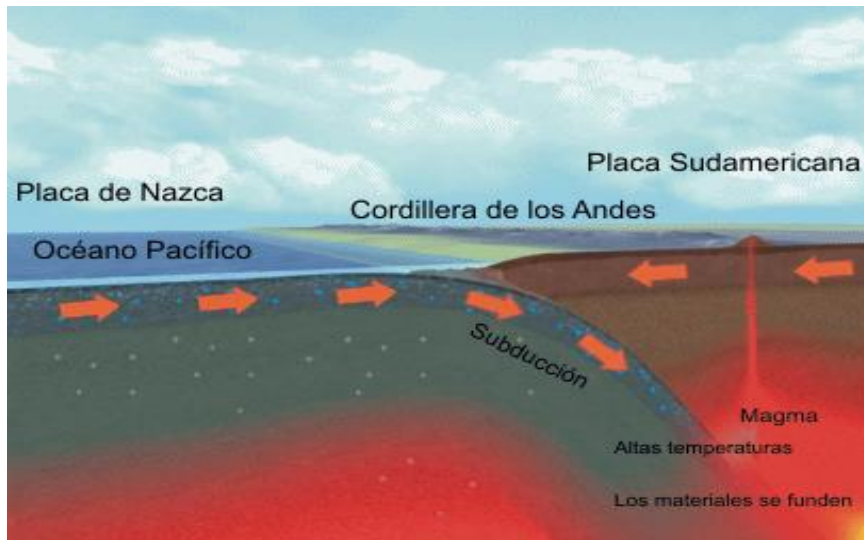
**Fuente:** Toulkeridis, 2013, p. 26

**Imagen 12.** Peñasco de origen volcánico en las islas Galápagos



En el Océano Pacífico existen dos diferentes límites de placas divergentes denominadas: la Cordillera del Pacífico Oriental y el Centro de Expansión de las Galápagos, en el que constantemente se está creando la nueva corteza oceánica. En estas áreas se originan tres cortezas oceánicas características: la Placa del Pacífico, la Placa de Cocos y la Placa de Nazca, las cuales se alejan una de otra, a la misma velocidad con la que crecen nuestras uñas. Al mismo tiempo que estas placas se alejan una de la otra, la de Nazca se mueve hacia el este y colisiona a lo largo de una zona convergente con la costa del continente Sudamericano (Toulkeridis, 2013).

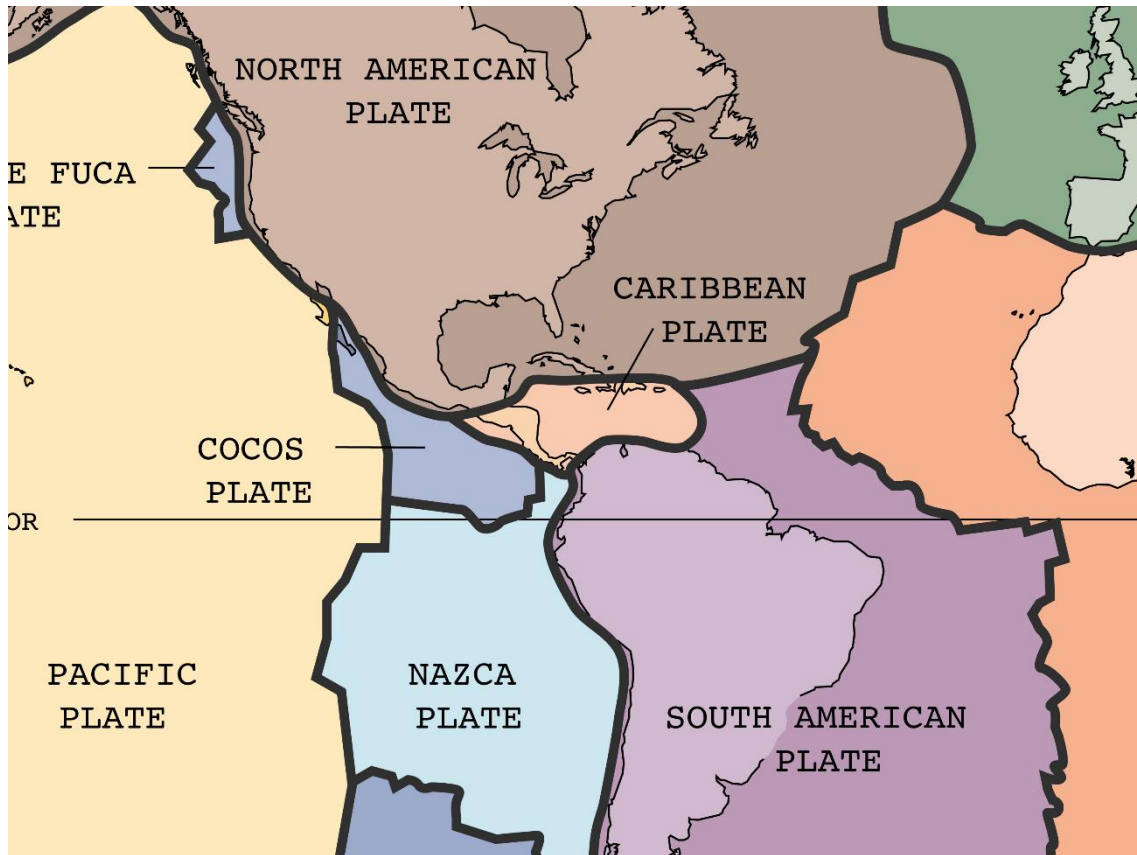
**Figura 7.** Conformación y choque de las Placas de Nazca y Sudamericana



**Fuente:** Toulkeridis, 2013

El propio continente Sudamericano está compuesto por dos placas Continentales diferentes: la del Caribe y la de Sudamérica, que no se mueven ni se alejan una de otra. Ellas se tocan entre sí y se desplazan en direcciones opuestas a lo largo del tercer tipo de límites de placa. Esta falla transformante o de desplazamiento de rumbo, que se extiende desde el Golfo de Guayaquil hasta Venezuela, se conoce como mega-falla Guayaquil-Caracas y es la responsable de varios terremotos sumamente destructivos a lo largo y junto a esta.

**Figura 8.** Ubicación de las placas que influyen en la modelación geográfica en América del Sur



**Fuente:** Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, Guatemala. Todos los volcanes continentales de Ecuador se ubican más o menos alineados sobre cuatro cadenas montañosas, arriba o a lado de los Andes, que cruzan el país de norte a sur. Los volcanes extintos como los activos se han formado a través del proceso de subducción. Este fenómeno ocurre según expresa (Páez, Tamayo, & Torre, 2004) cuando una placa oceánica se hunde debido a su alta densidad debajo del continente y se derrite por el altísimo calor del manto superior (aproximadamente hasta 700 Km bajo tierra). Durante este proceso del hundimiento de la placa oceánica se aumenta con profundidad la presión como la temperatura y como consecuencia de estos aumentos fundamentales, parte de materiales como el agua de la placa subducida son liberados. La consecuencia de esta

liberación que conlleva la fusión del manto suprayacente. El magma resultante (una mezcla de rocas y cristales derretidos, acompañados de gases) teniendo menor densidad de su entorno, es empujado con altas temperaturas hacia la superficie formando los volcanes, con temperaturas de lava entre 700 a 1200° C. Las veces que este material no llega a la superficie se acumula formando voluminosos cuerpos plutónicos como el granito.

Según expresa (Toulkeridis, 2013) “Ecuador posee aproximadamente 250 volcanes, la mayoría extintos, como el Panecillo, el Corazón, Pasochoa, ellos son producto de subducciones de diferentes placas oceánicas ya desaparecidas”. Los casi veinte volcanes activos en el Ecuador son el producto de la subducción de la placa de oceánica de Nazca debajo de las placas continentales de Caribe y de América del Sur. Las cuatro cadenas de volcanes en el Ecuador se denominan desde el oeste al este: Cordillera Volcánica Occidental, ejemplo Chimborazo; Cordillera Volcánica del Callejón Interandino, ejemplo Cotopaxi; Cordillera Volcánica Oriental, ejemplo Tungurahua y Cordillera Volcánica Subandina, ejemplo Sumaco. (Toulkeridis, 2013, p. 29).

A modo de síntesis, la formación de los Andes y la presencia volcánica del Ecuador, así como de los sismos y erupciones volcánicas que se presentan a lo largo de esta cordillera constituye el conjunto de circunstancias físicas, ligadas a la actividad tectónica que existe en el borde occidental del continente sur-americano. En este borde, la placa tectónica del Pacífico, que se está moviendo hacia el Este, colisiona contra el continente, y luego se desplaza lentamente (pocos centímetros por año) bajo el mismo, antes de introducirse en el manto hacia el interior del planeta. Este fenómeno, llamado subducción, se desarrolla a lo largo del famoso “cinturón de fuego” que rodea el océano Pacífico. Todos los volcanes cuaternarios de los Andes de Ecuador resultan de este fenómeno, ya que los magmas nacen en sectores donde la placa tectónica del Pacífico llega a cierta profundidad en el



manto (aproximadamente 100-120 km bajo la superficie). En el caso del volcán Tungurahua (Latitud 01° 28' Sur; Longitud 78° 27' Oeste), objeto de este estudio, junto con otros volcanes activos como Cotopaxi, Sangay, Antisana y Cayambe, está ubicado en la Cordillera Oriental o Real de los Andes ecuatorianos que constituye la segunda fila del arco volcánico del país con la mayor presencia eruptiva, de ahí, su nombre. Dicha fila está localizada aproximadamente a 35 km al oriente de los volcanes de la Cordillera Occidental, los cuales pertenecen al “frente volcánico” (Quilotoa, Atacazo, Pichincha, Pululahua, Cuicocha, entre otros) de actividad anterior, que corresponde geológicamente a la primera fila del arco ecuatoriano.

### **2.3 Concepto de Ambiente**

Las palabras pueden tener diferentes significados según el contexto en el que se encuentren. Palabras como ecología, ambiente, medio ambiente, impacto, evaluación, factor ambiental, etc., se emplean indiscriminadamente por todos los medios de comunicación y en muy diferentes contextos, lo que produce una pérdida de su significado práctico. Muchas veces todos estos términos se usan de manera rutinaria o intuitiva, sin tener en cuenta la carga conceptual que implican y que muchos de ellos descansan sobre sistemas teóricos precisos y formas concretas de entender y representar el mundo. La utilización de determinadas expresiones es el resultado de la aceptación, consciente o no, de la visión del mundo en la que subyacen.

La amplitud de temas ligados al ambiente y el gran número de disciplinas involucradas en ella hace que sea necesaria una revisión de que es lo que se quiere decir cuando se nombra un concepto. En algunos casos puede tener un significado diferente según la rama del conocimiento desde la que se utilice y muchos de ellos llevan implícitos, no sólo

significados científicos más o menos definidos, sino también cargas emocionales, en algunos casos, muy fuertes. Todo esto, unido a un empleo poco riguroso de los términos de referencia, conduce a que las discusiones en materia de medio ambiente tiendan a ser muy acaloradas, pero improductivas, debido a que cada uno de los interlocutores utiliza, en realidad, un lenguaje distinto.

Para profundizar en el estudio del riesgo es menester abordar las conceptualizaciones de ambiente, todo caso, en este se suscitan los diferentes eventos, imprescindible identificar su origen y alcance. Probablemente éste sea uno de los conceptos más controvertidos y de más difícil consenso.

Para empezar, (Garmendia Salvador, 2008, p. 2) expresa que existen tres términos diferentes que se pueden utilizar para designar este concepto: medio, ambiente y medio ambiente, generalmente usados indistintamente como sinónimos aunque cada uno de ellos tiene un origen diferente y por ende un matiz semántico distinto. Así, la palabra *medio* se podría definir como el elemento en el que vive una persona, animal o cosa y el *ambiente* como el conjunto de factores bióticos y abióticos que actúan sobre los organismos y comunidades ecológicas, determinando su forma y desarrollo. Según el diccionario de la Real Academia Española de la Lengua, “*medio ambiente* es el conjunto de circunstancias físicas que rodean a los seres vivos”.

Desde este punto de vista, ninguno de estos tres términos tiene un significado único, sino que está condicionado al punto de referencia que se tome. El ambiente no existe por sí mismo, sino que tiene que ser el siempre el ambiente de algo. Por extensión desde un punto de vista antropocéntrico el conjunto de circunstancias físicas, culturales, económicas, sociales, etc., que rodean a las personas podría ser una buena definición de ambiente o de medio ambiente en el contexto de una evaluación del impacto ambiental. Por otra

parte, se define como conjunto de lo que está en torno a uno; el mundo en cuanto a mundo de alguien. La principal diferencia entre la expresión “ambiente” y “medio ambiente” es que esta última tiene un carácter más antropocéntrico y se utiliza casi exclusivamente para representar el ambiente del ser humano, mientras que “ambiente” se puede utilizar de forma más general para cualquier ser vivo.

El único punto de referencia válido para dar un “valor” a los elementos ambientales es la especie humana por lo que las expresiones “evaluación de impacto ambiental” y “evaluación de impacto medioambiental” pueden ser consideradas como sinónimos. El término ambiente puede referirse tanto al de una bacteria, una cucaracha o cualquier otro organismo, al ambiente de una fiesta o a cualquier otra de sus múltiples acepciones, pero la única forma de ejercer su “valoración” es desde un punto de vista humano. Se podría también valorar el ambiente más adecuado para la vida de un oso de anteojos, pero éste no tiene por qué ser el mismo para una abeja o la bacteria del cólera y, por supuesto, no tiene por qué ser el mismo para la vida humana. Para realizar su valoración es condición previa que éste se fije con un punto de referencia y éste punto de referencia sólo puede ser la especie humana.

No significa que el resto de los organismos no formen parte del mismo, sino al contrario, todos los seres vivos del planeta forman parte del ambiente del ser humano, aunque no todos tienen una misma “valoración”. El ser humano tiene una serie de necesidades para vivir, que van desde las necesidades básicas: aire, agua y alimentos, a otras necesidades, como el espacio, las relaciones sociales, el movimiento, la energía, entretenimiento, información, paisaje... Un ambiente que no sea capaz de solucionar las necesidades del ser humano no puede tener una valoración afirmativa en relación a otras especies, debido a que estas pueden tener una valoración baja al no ser adecuadas para la vida humana desde su punto de vista.

## 2.4 Análisis del riesgo

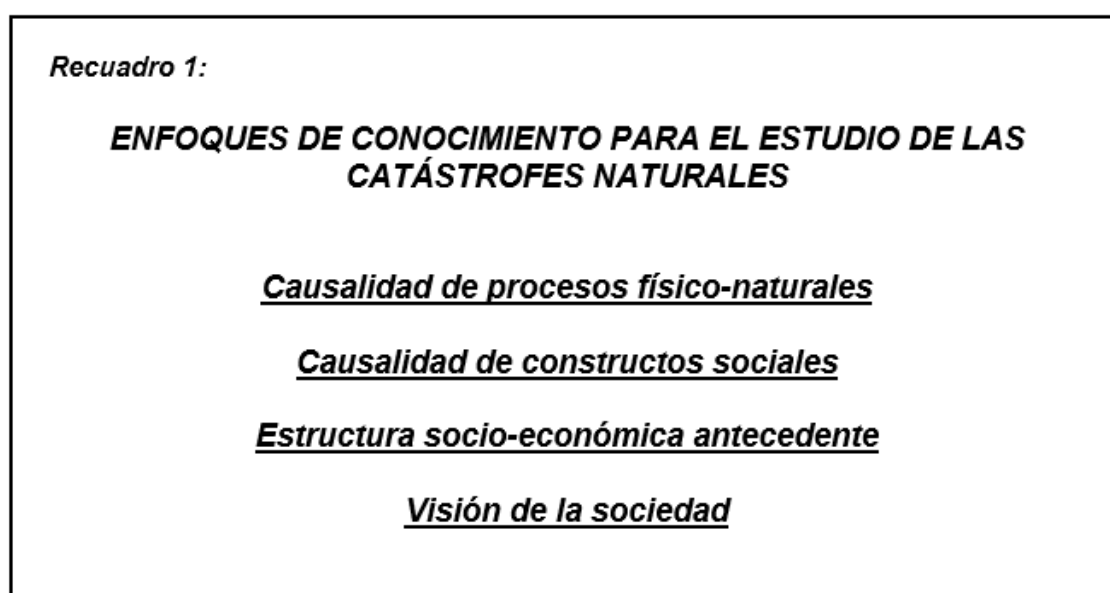
En el Ecuador el tema de los llamados “desastres naturales” ha aparecido con fuerza en el debate público en los últimos años. Pese que en el país se han presentado eventos recurrentes de origen natural y antrópico catastróficos asociados a incendios, erupciones volcánicas, terremotos, fenómeno del niño y la niña; según registra la historia de riesgos, mismos que han afectado drásticamente al desarrollo de la sociedad no se implementó el estudio del riesgo como una política de estado. Ésta empieza a preocupar a organismos de responsabilidad estatal, teniendo su aparición relacionada, a que desde mediados de los años 80 a la fecha han ocurrido hechos originados por fenómenos naturales devastadores citados, que han afectado a poblaciones e infraestructura en niveles mucho más altos de los que históricamente se han producido en relación a la cantidad de población e inversión de la obra pública y privada.

Tal es la implicación de estos acontecimientos, que el tema del riesgo ha sido prioritario analizarlo y tomar medidas a nivel internacional; en la década 1990 del seno de la Asamblea General de las Naciones Unidas declaró como “Decenio Internacional para la reducción de los Desastres Naturales”.

Esta es una problemática de eventos que se presentan en varios planos de espacio y tiempo; a escala local y de aparición súbita, modificando el entorno geográfico drásticamente, como también a escala global con implicaciones lamentables para el planeta, pese a encontrarnos en la era de la modernidad con un sinnúmero de mejoras tecnológicas que han ayudado pero no en la magnitud esperada, los eventos de la naturaleza actúan con voracidad, retomando sus espacios, en los que en algunos casos irresponsablemente el ser humano ha intervenido, pretendiendo modificar con toda la “fuerza” lo que por millones de años se ha cimentado en el entorno natural. Es menester llegar a entender y aplicar

conceptos tales como el “riesgo”, la “fiabilidad”, *vulnerabilidad* y la falta de “certidumbre”, rasgos muy característicos en estos casos a decir de Giddens, 1990.

Como en tantos otros casos de problemáticas complejas, es posible abordar su estudio desde varias perspectivas: sus procesos causales de acuerdo al origen, natural o antrópico; las estructuras socio-materiales involucradas en cada proceso catastrófico particular; las relaciones establecidas entre los distintos grupos sociales involucrados y las acciones consecuentes; o desde la concepción de cada grupo de que es o no riesgoso. (Recuadro 1.)



**Fuente.** (Natenzon E, 1995)

#### **2.4.1 Causalidad Natural**

Si partimos del “origen” del problema, debemos estudiar los fenómenos o procesos naturales desencadenantes: inundaciones, sequías, vulcanismo, deslizamiento de laderas, terremotos; correspondería al análisis de las ciencias físico-naturales *stricto sensu* (Recuadro 2).

La noción central que se ha utilizado a nivel internacional para identificar este plano de análisis según Natenzon E, 1995 es el de peligrosidad natural, como uno de los factores que definen al “riesgo natural”, aquel referido al propio fenómeno.

Natenzon expresa que la necesidad de diferenciar este concepto surge como respuesta a las críticas que señalaban que el carácter “desastroso” o “catastrófico” de un evento estaba dado por aspectos sociales y humanos, y no por los fenómenos físico-naturales, cuya ocurrencia era significativa en tanto existiera un grupo “sujeto” social que sufriera su “impacto”. De esta manera, al distinguir la peligrosidad de un evento de otros factores que conforman el riesgo, la exposición y la vulnerabilidad, se establece un recorte conceptual consistente con el tipo de abordaje generalmente sistémico de las disciplinas que estudian los “fenómenos naturales” catastróficos: climatología, geomorfología, oceanografía, geofísica y geografía física.

**Recuadro 2:**

**Causalidad de procesos físico-naturales**

**Eventos y procesos incluidos:**

- terremotos,
- huracanes,
- tsunamis
- inundaciones,
- sequías,
- deslizamientos de laderas,
- erupciones volcánicas,
- incendios,
- plagas.

**Variables de los procesos en tanto desastres:**

- magnitudes (físicas),
- duración, (tiempo)
- extensión,
- dispersión espacial,
- frecuencia o recurrencia,
- velocidad de implantación.

**Fuente.** (Natenzon E, 1995)

El término engloba a todos los fenómenos físico-naturales que “...por razón del lugar en que ocurren, su severidad y frecuencia, pueden afectar de manera adversa a los seres humanos, a sus actividades o a sus estructuras. (...) El calificativo natural es utilizado para excluir de la definición peligros originados por los seres humanos tales como guerras,

polución y contaminación química, o peligros no necesariamente relacionados con el entorno físico, tales los casos de enfermedades infecciosas”. (OEA, 1993, 1-4), referido (Natenzon E, 1995, p. 5).

Dado que aún persisten aspectos confusos en esta definición, en el sentido de que también lo peligroso de un fenómeno -sea cual sea el grado de artificialidad que el mismo involucre- corresponde a una definición específica de una determinada sociedad, en un momento y para un lugar determinado; se ha diferenciado el evento físico o fenómeno natural: aquél que no afecta a los seres humanos al no entrar en contacto con ellos; de un peligro natural, que es “un fenómeno natural que ocurre en un área poblada o con infraestructura que puede ser dañada”; y de un desastre natural, “... peligro natural que causa un número inaceptable de muertes o daños a propiedades” porque “... en áreas donde no existen intereses humanos a vulnerar, los fenómenos naturales no constituyen un peligro ni causan desastres.” *Ibíd.*, p.6.

#### **2.4.2 Causalidad Antrópica**

La **exposición** es el concepto central de aquella perspectiva que considera los resultados concretos que surgirían si el potencial peligro se torna realidad. Se define como “un estimado de la probabilidad de pérdidas esperadas por causa de un evento peligroso dado” (OEA, 1993, xii), referido (Natenzon E, 1995). La estimación se cuantifica como población involucrada, en número de personas; y/o como valor de los bienes expuestos, en cantidad de dinero: “Si la exposición se indica mediante la población involucrada se calculará el riesgo social en víctimas potenciales por año; si se expresa en valor de los bienes expuestos, se calculará el riesgo económico en unidades monetaria al año.” (Ayala-Carcedo, 1993,6).

En este plano, la vulnerabilidad como factor constitutivo del riesgo ha sido definida como “un estimado del grado de pérdidas o daños que podrían resultar de un evento peligroso de severidad dada, incluyendo daños a estructuras, lesiones personales, e interrupción de las actividades económicas y funciones *normales* de poblaciones” (OEA, 1993, xii). Aunque es posible transformar este factor en una cantidad, se trata -en contraste con el concepto de exposición- de un concepto cualitativo (Natenzon E, 1995).

Sin embargo, en esta perspectiva la descripción localizada de las instalaciones (lo cualitativo) resulta funcional a las pérdidas esperadas (lo cuantitativo). Lo primero se realiza a fin de evitar lo segundo. El método está vinculado a la distribución espacial de los artefactos y no difiere, entonces, del señalado en el punto anterior ya que interesa conocer la distribución territorial de lo “potencialmente” afectable, lo “expuesto” al fenómeno natural peligroso (Recuadro 3).

**Recuadro 3:**

**Causalidad de constructos sociales**

**Configuraciones y procesos incluidos:**

- **uso del suelo**
- **modificaciones en los procesos naturales (escurrimiento, topografía, cobertura vegetal).**

**Aspectos de las configuraciones en tanto desastres:**

- **infraestructura**
- **producción agropecuaria:**
- **cobertura vegetal, natural e implantada; forestaciones**
- **industrias**
- **asentamientos humanos**
- **servicios públicos**

**Fuente.** (Natenzon E, 1995)



Existe otra forma de ver el problema de los “desastres naturales” que busca dar cuenta de los porqués: aquella que pone el énfasis en cuál es la estructura social previa a la ocurrencia del fenómeno ya que es dicha configuración la que determinará, en gran medida, las consecuencias catastróficas del fenómeno (Recuadro 4).

**Recuadro 4:**

**Estructura socio-económica antecedente**

**Eventos, procesos y relaciones incluidos:**

- **Estructuras social, económica y política de la sociedad afectada.**
- **Relaciones interescalas: local, nacional, global.**

**Características de las estructuras antecedentes a los desastres:**

- **Base productiva,**
- **Tenencia de la tierra,**
- **Capital, desarrollo financiero,**
- **Demografía de la población,**
- **Relaciones del trabajo y el consumo,**
- **Distribución de la renta,**
- **Tecnología (disponible, ofertada, utilizada),**
- **Marco normativo e instituciones: leyes, normas, reglamentaciones; instituciones públicas, organigramas, misiones y funciones.**

**Fuente.** (Natenzon E, 1995)

Es menester citar algunos ejemplos simplificados para comprender el contexto analizado: para huir de una erupción volcánica no es lo mismo estar a pie, tener un caballo o contar con un vehículo con suficiente combustible; en el momento de producirse una inundación no es lo mismo contar o no con energía eléctrica para bombear el agua del campo, o con una parcela complementaria en tierras más altas para ubicar al ganado hasta que el agua escurra.

En este marco, lo vulnerable ya no está referida exclusivamente a un número de personas y/o a los constructos sociales que se encuentran en el área de influencia del fenómeno natural y potencialmente pueden verse afectados. Ahora es definida como el estado de

cada uno de los distintos grupos sociales que puede comprobarse; como una sumatoria de factores socio económicos, habitacionales, sanitarios, nutricionales, psicosociales y ambientales (H. Herzer, 1990, pág.5), referido (Natenzon E, 1995, p. 11).

Llegado a este punto, todavía queda afuera otra perspectiva, otro plano de abordaje posible: el de la visión de la sociedad, de sus sujetos, sobre estos procesos problemáticos, conflictivos, por su relación con el poder y los bienes materiales, cooperativos, solidarios, por las acciones comunitarias que pueden generarse.

El riesgo implica peligro, pero no es lo mismo. Una persona se arriesga cuando algún peligro amenaza el resultado deseado de su accionar. Este peligro no implica la conciencia de esa persona de cuán arriesgada está siendo. En el sujeto, la conciencia del peligro que corre engendra su miedo. La reflexión, eje central de la modernidad, es a la vez causa y fin de ese miedo (Giddens, 1993).

“Si antes la naturaleza podría crear el miedo, hoy es el miedo el que crea una naturaleza mediática y falsa, una parte de la naturaleza siendo presentada como si fuese un todo” (Santos, 1992,8).

¿Cómo pesan la conciencia del riesgo, la reflexión sobre el peligro y el miedo, en la lógica de una dada sociedad? ¿Todos los sectores, todos los grupos, como resultado de su particular reflexión, definen igual al riesgo, el peligro, el miedo?

Considerar estas preguntas implicará, entonces, reconocer a los sujetos-sociales-involucrados en cada proceso catastrófico: El estado en sus distintos niveles y sectores, los medios sociales de comunicación, organismos internacionales, estados fronterizos, ONGs, los sectores sociales directamente afectados (vecinos, ciudadanos, sociedad civil); las múltiples interrelaciones de intereses, asociaciones y conflictos. (Recuadro 5), (Natenzon E, 1995).

**Recuadro 5:**

**Visión de la sociedad**

**Eventos y aspectos incluidos:**

- **heterogeneidad social: Estado -a distintos niveles-, ongs tradicionales y nuevas, vecinos/ ciudadanos, organismos internacionales, medios de comunicación, representaciones corporativas -sindicatos, militares, empresarios, partidos políticos, etc.-**
- **relaciones sociales: intereses, acciones; conflictos, asociaciones.**

**Variables respecto a los desastres:**

**sujetos involucrados: tipologías, lógicas y estrategias, percepciones, lenguaje, cotidianidad.**

Fuente. (Natenzon E, 1995)

La metodología de trabajo aportada por disciplinas tales como la sociología, la psicología social, la semiótica, la lingüística y la antropología social, apuntará a identificar las lógicas, las estrategias, los lenguajes, las percepciones; en fin, la cotidianidad en la catástrofe de cada sujeto, construyendo una tipología *ad hoc* respaldada por el conocimiento científico para beneficio de la vida.

Con los argumentos expuestos es menester hacer un análisis pormenorizado en relación al riesgo y su aplicación al entorno volcánico con sus implicaciones, desde el contexto antrópico y natural, razones de este estudio.

## **2.5 Fundamentación teórica del riesgo y desastre**

Los desastres son eventos que históricamente han afectado a las sociedades generando conmoción y temor. Las explicaciones a estos eventos se han dado desde las historias

mitológicas y religiosas atribuyendo a castigos divinos o de la naturaleza, hasta llegar en el tiempo a las explicaciones basadas en las ciencias.

Maskrey (1993) hace referencia al cambio de percepción de explicar la causa de los desastres como “castigos divinos” por “castigos de la naturaleza”. Esta interpretación inconscientemente es difundida por los medios de comunicación, lo que puede influir en la conciencia de la sociedad generando fatalismo e inmovilismo, el ser humano puede sentir impotencia ante los “fenómenos naturales” que generan “desastres naturales” que se consideran imposibles o difíciles de prevenir. (Paucar, 2016)

Es necesario establecer la diferencia entre riesgo natural y desastre natural que históricamente se han manejado erróneamente como sinónimos.

Al respecto Maskrey (1993) comenta que un fenómeno natural es toda manifestación de la naturaleza (como resultado de su funcionamiento y dinámica) que pueden ser “ordinarios” como lluvias anuales, sismos y vientos de menor magnitud, y “extraordinarios”, como lluvias y crecidas torrenciales, terremotos, huracanes. Los fenómenos naturales ordinarios y extraordinarios no necesariamente provocan desastres, por ejemplo, un terremoto en una zona desértica, inundaciones en sabanas o selvas. Sin embargo, si el evento afecta al ser humano y sus medios de vida se denomina “desastre natural”.

Cardona (2003) expresa que al utilizar el término evento extraordinario para referirse a los desastres naturales ha provocado que en la percepción de la población e incluso en algunas legislaciones se interprete y se utilice el término “caso fortuito” o de “fuerza mayor” para referirse a los desastres naturales como sismos, erupciones volcánicas, entre otros, influyendo en evadir la responsabilidad de la sociedad ante los riesgos y los desastres. (Paucar, 2016)

En la literatura disponible existen diversas definiciones sobre riesgos, catástrofes y desastres, causando confusiones y hasta contradicciones. Al respecto, Olcina (2007) manifiesta que debido a la creciente investigación e interés público sobre la temática en las últimas décadas se ha avanzado en la conceptualización del riesgo de manera científica.

Olcina (2007, página 43) expresa que el riesgo natural es “la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario” el concepto hace referencia a que en un territorio o espacio geográfico existe la posibilidad que pueda presentarse un evento natural de carácter extraordinario que pueda causar efectos e impactos adversos sobre la población, la infraestructura, la economía y los medios de vida al que se podría denominar desastre natural.

Beck (2008, página 27) hace la diferencia entre riesgo y catástrofe, considerando que “riesgo no es sinónimo de catástrofe, riesgo significa anticipación a la catástrofe, el riesgo señala la posibilidad futura de ciertos acontecimientos y procesos, mientras que una catástrofe está definida al hecho espacial, temporal y socialmente”. Asimismo, Pagney (1994, citado en Olcina, 2007) planteaba al riesgo como la espera de la catástrofe. El riesgo se puede considerar como la probabilidad de que se presente un evento adverso y la catástrofe es el hecho o materialización de dicho evento (Paucar, 2016). Keller y Blodgett (2007) consideran que el riesgo natural es “cualquier proceso natural que representa una amenaza para la vida humana o la propiedad”, mientras que desastre natural es el “efecto de un riesgo en la sociedad, normalmente en forma de un suceso que ocurre en un tiempo limitado y en una zona geográfica determinada”, una catástrofe es “un desastre masivo que requiere un gasto considerable de tiempo y dinero para la recuperación”.

Olcina (2007, página 44) referido (Paucar, 2016) explica que la catástrofe se refiere a los “efectos negativos en una sociedad de un episodio natural de rango extraordinario” mientras que desastre es el “grado superior de una catástrofe que obliga a la puesta en marcha de ayuda externa al territorio afectado para poder recuperar el estadio existente”. Por lo tanto, la diferencia estaría en función de la magnitud y los efectos del evento, ya que la catástrofe se atribuye a la pérdida de vidas humanas y el desastre ocasionaría grave retroceso con respecto a las condiciones iniciales del territorio afectado.

EM-DAT<sup>15</sup> incluye como desastre en la base de datos cuando se cumple al menos uno de los siguientes criterios: diez (10) o más personas reportadas muertas, cien (100) o más personas reportadas afectadas, declaración de un estado de emergencia, llamado o requerimiento de la asistencia internacional. Una definición de desastre más ampliada es presentada por el CEPREDENAC - PNUD8 (2003, página 66), define como:

“Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la manifestación de un fenómeno de origen natural, socio-natural o antrópico, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una población y en su estructura productiva e infraestructura, causa alteraciones intensas, graves y extendidas en las condiciones normales de funcionamiento del país, región, zona o comunidad afectada, las cuales no pueden ser enfrentadas o resueltas de manera autónoma utilizando los recursos disponibles a la unidad social directamente afectada. Estas alteraciones están representadas de forma diversa y diferenciada, entre otras cosas, por la pérdida de vida y salud de la población; la destrucción, pérdida o

---

<sup>15</sup> EM-DAT base de datos de eventos de emergencia (traducción al español) creada en 1988 por el Centro para la Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED) con el apoyo inicial de la Organización Mundial de la Salud y el Gobierno de Bélgica. El CRED trabaja en colaboración con la Escuela de Salud Pública de la Universidad Católica de Lovaina (Bruselas – Bélgica), con el apoyo de la USAID (United State Agency International Development). La Base de Datos Internacional de Desastres de EMDAT contiene datos de 18.000 desastres masivos en el mundo desde 1900 hasta la actualidad. La base de datos es alimentada con información de Munich Re (aseguradora multinacional), agencias de la ONU, organismos oficiales de los países, investigadores y agencias de prensa. (EM-DAT, 2015). (Paucar, 2016).

inutilización total o parcial de bienes de la colectividad y de los individuos, así como daños severos en el ambiente; requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población para atender a los afectados y restablecer umbrales aceptables de bienestar y oportunidades de vida”. (Paucar, 2016).

Bravo (2009, página 24) define la situación catastrófica o desastre como “una interrupción del funcionamiento de una comunidad o sociedad, que altera negativamente la vida y que excede la capacidad normal de actuación de cualquier organización y gobierno, provocando con frecuencia cambios permanentes en las sociedad, ecosistemas y medio ambiente”. Esta definición hace referencia al impacto de los desastres.

El CIF/OIT-EIRD-NNUU9 (2008, página 26), considera que los desastres “son la concreción de los riesgos existentes en el territorio, debido a las condiciones de vulnerabilidad y amenaza que se materializan a través del impacto de un fenómeno destructor. La magnitud del desastre no depende solamente de la fuerza impacto del evento, sino del grado de vulnerabilidad de la sociedad”. Este planteamiento considera que el riesgo de desastre es producto de complejas interacciones entre amenazas y vulnerabilidades generadas por actividades humanas a través de procesos, prácticas y formas de desarrollo que inciden negativamente en generar condiciones de riesgo en nuestras sociedades. Se considera que los desastres son problemas no resueltos del desarrollo, haciendo necesario que se trabaje en la identificación, evaluación y la reducción de las condiciones de riesgo del territorio que al no ser corregido con el transcurso del tiempo desembocan en desastres.

(Paucar, 2016) refiere, desde el enfoque social se plantea que el riesgo natural no existe y que por tanto el riesgo es social ya que no se puede concebir al riesgo sin el ser humano, debido a que los seres humanos históricamente han ocupado los espacios geográficos exponiéndose a la incidencia de los eventos o fenómenos naturales de carácter ordinario o

extraordinario que dependiendo de las condiciones y grado de vulnerabilidad están expuestos a sufrir las consecuencias y efectos de dichos eventos o fenómenos.

Beck (2008) plantea la sociedad del riesgo haciendo referencia a que en la época de la sociedad moderna el riesgo está asociado a las decisiones humanas y al proceso “imparable de la modernización” hace que la sociedad está amenazada por múltiples peligros por tanto el nuevo riesgo es “democrático” ya que afecta a los ricos y poderosos y sus efectos se perciben en todos los ámbitos de la sociedad. Sin embargo, la respuesta social, las condiciones de vulnerabilidad y la capacidad de resiliencia de la sociedad influyen en la capacidad para responder y recuperarse ante un posible evento adverso.

Beck (2008) indica que las bases de la teoría de la sociedad del riesgo desarrollada en los noventa fundamentan el nuevo planteamiento de la sociedad del riesgo global haciendo referencia a que los peligros generados por la sociedad no pueden delimitarse socialmente solo al tiempo y al espacio local. Asimismo, hace referencia que además de los riesgos tecnológicos productos de la revolución industrial y la modernidad se debe considerar los nuevos riesgos como los medioambientales (desastres climáticos, destrucción de capa de ozono) que sobrepasan lo local y que constituyen una amenaza global para la sociedad. Este autor plantea la teoría de la sociedad del riesgo mundial la misma que indica que va más allá de las tesis planteadas en las dos anteriores. Se menciona que en la era de la globalización, adicional a los riesgos naturales y tecnológicos adquieren más importancia los riesgos globales que se incrementan por la presencia de crisis ecológicas o ambientales, los riesgos financieros o económicos globales y las amenazas terroristas.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> Centro Internacional de Formación (CIF) de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Estrategia Internacional de Reducción de Riesgo de Desastres (EIRD) de las Naciones Unidas (NNUU).



Considera que estos tipos de riesgos sobrepasan el nivel local y nacional alcanzando una dimensión mundial como por ejemplo el cambio climático que puede afectar a varios países o a todo el planeta; el terrorismo que se ha convertido en una amenaza mundial, principalmente para los países de occidente. El afrontar los riesgos demanda de esfuerzos y recursos conjuntos de varios países (Paucar, 2016).

En las últimas décadas se han realizado esfuerzos importantes para dar fundamento científico al riesgo basado en las ciencias naturales, la geografía, las ciencias exactas, las ciencias sociales y las ciencias aplicadas. Cardona (2003), citado (Paucar, 2016) resume las características generales de los principales enfoques utilizados para el fundamento del análisis del riesgo que se sintetizan en los siguientes:

**2.5.1 Enfoque de las Ciencias Naturales:** este enfoque hace referencia a que los fenómenos de la naturaleza, tales como terremotos, huracanes, erupciones volcánicas, entre otros son concebidos y definidos como “desastre natural” al considerarlos como eventos extremos y cíclicos que resultan difíciles de prevenir. Cabe indicar que se estima que los eventos naturales se convierten en desastres cuando ocasiona daños y afectaciones a las personas, infraestructuras, medios de vida y al ambiente. Los aportes de los especialistas como geofísicos, geólogos, sismólogos, meteorólogos, entre otros, permitieron fundamentar y explicar los mecanismos físicos de los eventos naturales. Los avances tecnológicos como sensores permitieron establecer mecanismos e instrumentos para monitorear y dar alertas ante algunos tipos de eventos extremos como los huracanes, los tsunamis, entre otros.

Entre los principales aportes de este enfoque considera Cardona (2003) fueron la fundamentación y el conocimiento de la amenaza como parte del análisis del riesgo. Además, en la década de los 90 los estudios de las amenazas naturales como las realizadas por

Frank Press especialista en Ciencias de la Tierra de EEUU y otras investigaciones de científicos, tuvieron influencia en la declaración en los 90 como el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN) por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas.(Paucar, 2016)

Enfoque de las Ciencias Aplicadas: los trabajos de Withman en Boston (EEUU) y Fournier d'Albe en Europa en los años 70 aportaron con nuevos elementos para la estimación del riesgo, sus trabajos hicieron énfasis en demostrar que el daño ocasionados por los desastres no solo se debía a la severidad del fenómeno natural sino también a las condiciones de vulnerabilidad de los elementos expuestos a las amenazas.

Refiere (Paucar, 2016) que el aporte de las ingenierías y las ciencias exactas a través del estudio de propiedades físicas (como la elasticidad, fragilidad, disipación de energía, entre otros) aportaron a explicar principalmente la vulnerabilidad física, cuyo aporte se documentó en el reporte Natural Disasters and Vulnerability de la UNDRO elaborado en 1979 y publicado en el siguiente año (UNDRO, 1980). El enfoque conceptual de los desastres que incluye a la vulnerabilidad física y la exposición fue aceptado y difundido en los años 80 y 90 inicialmente en Europa, posteriormente en Japón y EEUU, generalizándose en el resto de países.

Otras disciplinas como la geografía, la planificación urbana o territorial, la economía, gestión del medio ambiente, entre otras aportaron con metodologías para la representación cartográfica de las zonas de influencia de las amenazas; así como el uso de matrices de daños, curvas de pérdidas, entre otras herramientas que permiten evaluar las vulnerabilidades y estimar escenarios de potenciales pérdidas. Insumos que contribuyeron a fortalecer el planeamiento urbano, la creación de códigos de construcción, normas de seguridad, entre otros aportes. (Paucar, 2016)

**2.5.2 Enfoque de las Ciencias Sociales:** el enfoque se fundamenta en los aportes del trabajo realizado por el gobierno de EEUU que tuvo interés en el comportamiento de la población en caso de guerra (Quarentelli, 1988, citado en Cardona 2003). Otra contribución fue desde la geografía y la llamada “escuela ecologista” que desde los años 30 (Burton, Kates y White, 1978, citados en Cardona 2003, referido por Paucar 2016) establecieron las bases para fundamentar que el desastre no es sinónimo de evento natural, sino que es necesario considerar la adaptación o ajuste de la comunidad a los eventos naturales y tecnológicos, constituyéndose en la base del concepto de vulnerabilidad. En este enfoque se podrían incluir los estudios y aportes de Beck (2008) sobre los planteamientos de la sociedad del riesgo mencionados anteriormente.

Adicionalmente, en este enfoque se plantea que la vulnerabilidad tiene un carácter social y el desastre sólo ocurre cuando las pérdidas producidas por el evento superan la capacidad de la población de soportarla o cuando los efectos impiden que se pueda recuperarse fácilmente. Se fundamenta que las condiciones de vulnerabilidad se deben a factores sociales, políticos y económicos teniendo un rol activo las personas en la construcción del riesgo. Entender que el riesgo es social y la importancia de evaluar la vulnerabilidad en forma integral serían los principales aportes de este enfoque.(Paucar, 2016)

**2.5.3 El Enfoque Holístico:** previa a la fundamentación del enfoque holístico se debe mencionar que los anteriores enfoques tuvieron aportes importantes para explicar el origen, los efectos y la relación de los riesgos y los desastres. Sin embargo, resultarían parciales ya que no se abordan el riesgo de manera integral. Al respecto, se puede considerar que los enfoques de las ciencias naturales se centraron en explicar que los fenómenos naturales originan los desastres naturales, mientras que las ciencias aplicadas fundamentaron el estudio de la vulnerabilidad física y la modelización de la amenaza, en tanto que

las ciencias sociales se enfocaron en evaluar los factores de la vulnerabilidad, la exposición y la construcción social del riesgo. (Paucar, 2016)

Por lo tanto, es necesario trabajar con el enfoque holístico<sup>17</sup> que oriente a la evaluación del riesgo en el territorio en forma integral considerando los factores de amenazas, vulnerabilidad (social, física, ambiental, económica y política) y la exposición. Esto permitirá establecer estrategias y acciones para la reducción el riesgo, la preparación, respuesta y recuperación ante posibles desastres. (Paucar, 2016)

Para finalizar el presente apartado se sintetiza la diferencia entre riesgo y desastre, el riesgo entendido como un evento probable o potencial que puede afectar a un territorio, mientras que el desastre se concibe como al hecho o acto concreto que se materializa el riesgo en el territorio. Para el presente trabajo se utilizará la definición de riesgo y desastre sugeridos por la EIRD/NNUU (2009) que se presenta a continuación:

**Tabla 4.** Diferencia entre riesgo y desastre

<b>Riesgo:</b> evento probable	<b>Riesgo:</b> “la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas” (EIRD/NNUU, 2009).
	<b>Riesgo de desastre:</b> “las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro” (EIRD/NNUU, 2009).
<b>Desastres:</b> acto concreto o materialización del riesgo	<b>Desastre:</b> “una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos” (EIRD/NNUU, 2009).

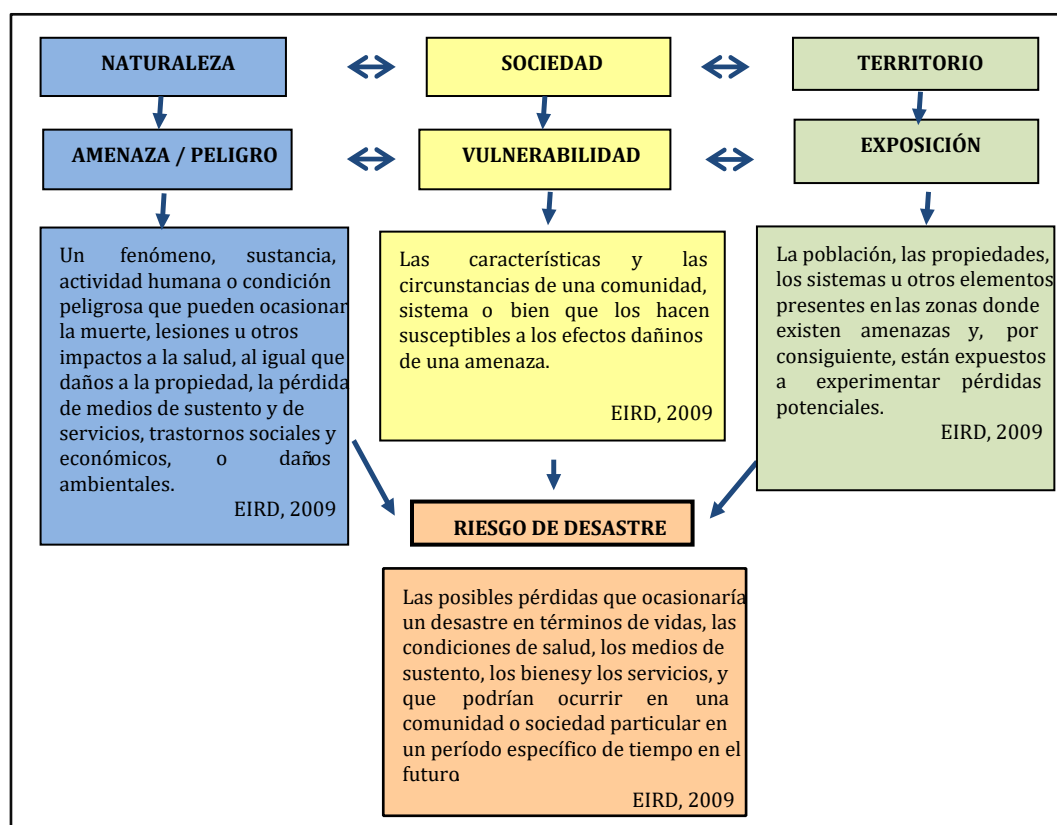
**Fuente.** (Paucar, 2016)

<sup>17</sup> *Holístico* proviene del *holismo* (Smuts, 1926 citado en Cardona, 2003) que significa integralidad, el mismo que proviene del *holos* que en griego significa “todo”, “integral”, “completo” y el sufijo *ismo* denota su práctica (Weil 1990, CONICIT 1999 citado en Cardona, 2003) referido (Paucar, 2016).

El análisis del presente estudio se basa en el enfoque holístico del riesgo que considera la evaluación integral de los factores de amenaza, vulnerabilidad y exposición. Escenario en el que se relacionan las actividades humanas de diversas maneras, ligadas a un paisaje natural. Proceso de interrelación en el territorio.

Por consiguiente, las relaciones inadecuadas de los componentes del espacio geográfico (naturaleza, sociedad y territorio) generan los factores de riesgo (amenaza, vulnerabilidad y exposición) dando como resultado el riesgo de desastres; el proceso se resume en la figura 9.

**Figura 9.** Relación de los componentes del espacio geográfico y factores de riesgo de desastre



**Fuente.** Adaptado de Olcina (2007) y definiciones de EIRD/NNUU (2009), en (Paucar, 2016).

## 2.6 Las Amenazas

Según expresa Paucar en su estudio de riesgos, el conocimiento de las amenazas, la información técnico-científica es el insumo más importante para que los actores involucrados en la problemática del riesgo y las autoridades competentes dispongan de información confiable, válida y actualizada. Sin embargo, un requerimiento necesario en cualquier sociedad es relacionar el aporte de la ciencia con el conocimiento y la experiencia empírica popular. Esta última aporta valores, percepciones socioculturales y vivencias que los grupos poblacionales y pueblos originarios que han acumulado de generación en generación. Esta relación de conocimientos constituye una riqueza de información y un punto de partida importante para la reducción de riesgos en un territorio.

Para el diagnóstico del suceso eruptivo en este trabajo se utilizará el término amenaza, que se define como “un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales” (EIRD/NNUU, 2009, página 5), referido (Paucar, 2016).

### 2.6.1. Clasificación de las Amenazas

A continuación se presenta una compilación de información sobre la clasificación de las amenazas dada por la CFI/OIT-EIRD-NNUU (2008), CEPREDENAC-PNUD (2003) y la USAID (2009), referido en el estudio de riesgos y ordenamiento territorial (Paucar, 2016). Las publicaciones de estas organizaciones vinculadas con el trabajo en la gestión del riesgo concuerdan en clasificar en tres grandes grupos de amenazas: naturales, socio-naturales y antrópicas. La clasificación, sub clasificación y definiciones se presenta en la tabla 5, a continuación.

**Tabla 5.** Clasificación de las amenazas en base a EIRD/NNUU

Tipo de Amenaza	Sub clasificación y ejemplos
	<p><b>Hidrometeorológica:</b> un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. EIRD/NNUU, 2009.</p> <p>Comprende ciclones -huracanes, olas de frío y calor.</p>

<p><b>Amenaza natural:</b> Un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. EIRD/NNUU, 2009.</p>	<p><b>Geológica:</b> un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. EIRD/NNUU, 2009.</p> <p>Comprende sismos, erupciones volcánicas, tsunamis.</p>
	<p><b>Biológica:</b> un proceso o fenómeno de origen orgánico o que se transporta mediante vectores biológicos, lo que incluye la exposición a microorganismos patógenos, toxinas y sustancias bioactivas que pueden ocasionar la muerte, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales. EIRD/NNUU, 2009.</p> <p>Comprende plagas, enfermedades epidémicas.</p>
<p><b>Amenaza socio-natural:</b> El fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas amenazas hidrometeorológicas y geofísicas, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los recursos ambientales explotados en exceso o degradados. EIRD/NNUU, 2009.</p>	<p><b>Inundaciones y Deslizamientos,</b> resultado de fenómenos naturales e influenciados en su intensidad por procesos de erosión y deterioro de cuencas; inundaciones pluviales en centros urbanos por invasión de cauces y deficientes sistemas de drenaje. CIF/OIT-EIRD/NNUU, 2008.</p>
	<p><b>Erosión costera,</b> por destrucción de humedales, manglares, bosques. CIF/OIT-EIRD/NNUU, 2008.</p>
	<p><b>El Cambio Climático,</b> producto del calentamiento global, resultante del aumento de concentraciones de gases con efecto invernadero. CIF/OIT-EIRD/NNUU, 2008.</p>
	<p><b>Desertificación y pérdida de suelo por erosión,</b> El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente estima que el 30% de la superficie cultivable del planeta está sufriendo desertificación entre ligera y severa, el 6% sufre desertificación extremadamente severa y son tierras ya irre recuperables.</p> <p>CIF/OIT-EIRD/NNUU, 2008.</p>



<p><b>Amenaza Antrópica:</b> Son aquellas relacionadas con el peligro latente generado por la actividad humana en el deterioro de los ecosistemas, la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios, así como la construcción y uso de edificios. CIF/OITEIRD/NNUU, 2008.</p>	<p><b>Amenaza tecnológica:</b> “Una amenaza que se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte, lesiones, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales.” EIRD/NNUU, 2009.</p> <p>Ejemplos: contaminación industrial, actividades nucleares y radioactividad, desechos tóxicos, rotura de presas; accidentes de transporte, industriales o tecnológicos (explosiones, fuegos, derrames).</p>
	<p><b>Degradación Ambiental:</b> “la disminución de la capacidad del medio ambiente para responder a las necesidades y a los objetivos sociales y ecológicos”. EIRD/NNUU, 2009.</p> <p>Algunos ejemplos: degradación del suelo, deforestación, desertificación, incendios forestales, pérdida de la biodiversidad, contaminación atmosférica, terrestre y acuática, cambio climático, aumento del nivel del mar, pérdida de la capa de ozono.</p>

**Fuente:** Adaptado de CFI/OIT-EIRD-NNUU (2008), CEPREDENAC-PNUD (2003) y la USAID (2009), (Paucar, 2016).

## 2.7 Tipología de riesgo que afecta a la zona

El territorio en estudio está poblado con siete parroquias y veinte y nueve comunidades, la altura varía desde los 2300 hasta los 5.319 m s.n.m., en el nevado El Altar.

Según el Censo de población (2010), Penipe contaba con una población de 6739 habitantes, de los cuales la población femenina estaba conformada por 3465 habitantes y la masculina con 3274. Para el año 2017 se estima una población de 7155 habitantes, de los cuales el 57,02% serán mujeres y el 42,98% hombres.

Penipe posee una superficie de 36.658,39 hectáreas (366,58 km<sup>2</sup>). Limita al norte con los cantones San Pedro de Pelileo y Baños de Agua Santa, al sur con los cantones Riobamba y Pablo Sexto, al oeste con el cantón Palora, al oeste con el río Chambo.

Clima templado en los valles, frío hacia los páramos, glacial en el área del nevado el Altar y cumbre del Tungurahua. El cantón se encuentra ubicado espacialmente entre 1°26'00" y 1°41'45" de latitud sur entre los 78°21'30" y 78°32'45" de longitud oeste, tiene 26 km de largo por 14 km de ancho, con una superficie de 366,58 km<sup>2</sup>. Este se ubica en la vertiente occidental de la cordillera oriental de los andes ecuatorianos.

Una vez definida su jurisdicción, entendida la magnitud del problema e identificadas las áreas afectadas por la sucesión de erupciones desde octubre de 1999 hasta la actualidad (es menester citar que el proceso eruptivo no ha concluido, mientras se realizaba este estudio, marzo 2016 se reactivó la erupción con niveles muy destructivos) con cada una de las implicaciones que esto conlleva. Sus procesos de eruptivos están presentes de manera recurrente, con períodos cortos de aparente calma y la reactivación impredecible, cambiando el entorno por la caída constante de cenizas, pequeños flujos piroclásticos del tipo scoria flox, lapilli (cascajo) y flujos de lava (PREVOLCO, 2007), además de la formación de lahares por las diferentes vertientes o quebradas de desfogue del volcán ubicadas mayoritariamente en la zona Sur Occidental y Sur Oriental del edificio volcánico; de estas, la afectación a poblaciones aledañas, arrasando con todo tipo de actividad emprendida por sus habitantes, además de la destrucción de obras de infraestructura civil, viviendas, edificaciones de servicios públicos, sistemas de tendido eléctrico, sistemas de comunicación, infraestructura de agua potable, canales de riego, puentes, arterias viales (presentando la destrucción total en el tramo que enlaza el cantón Penipe con Baños de Agua Santa, siendo esta la principal vía de comunicación desde la ciudad de Riobamba y Baños) y por la misma, el acceso desde la sierra centro y sur del Ecuador a la región

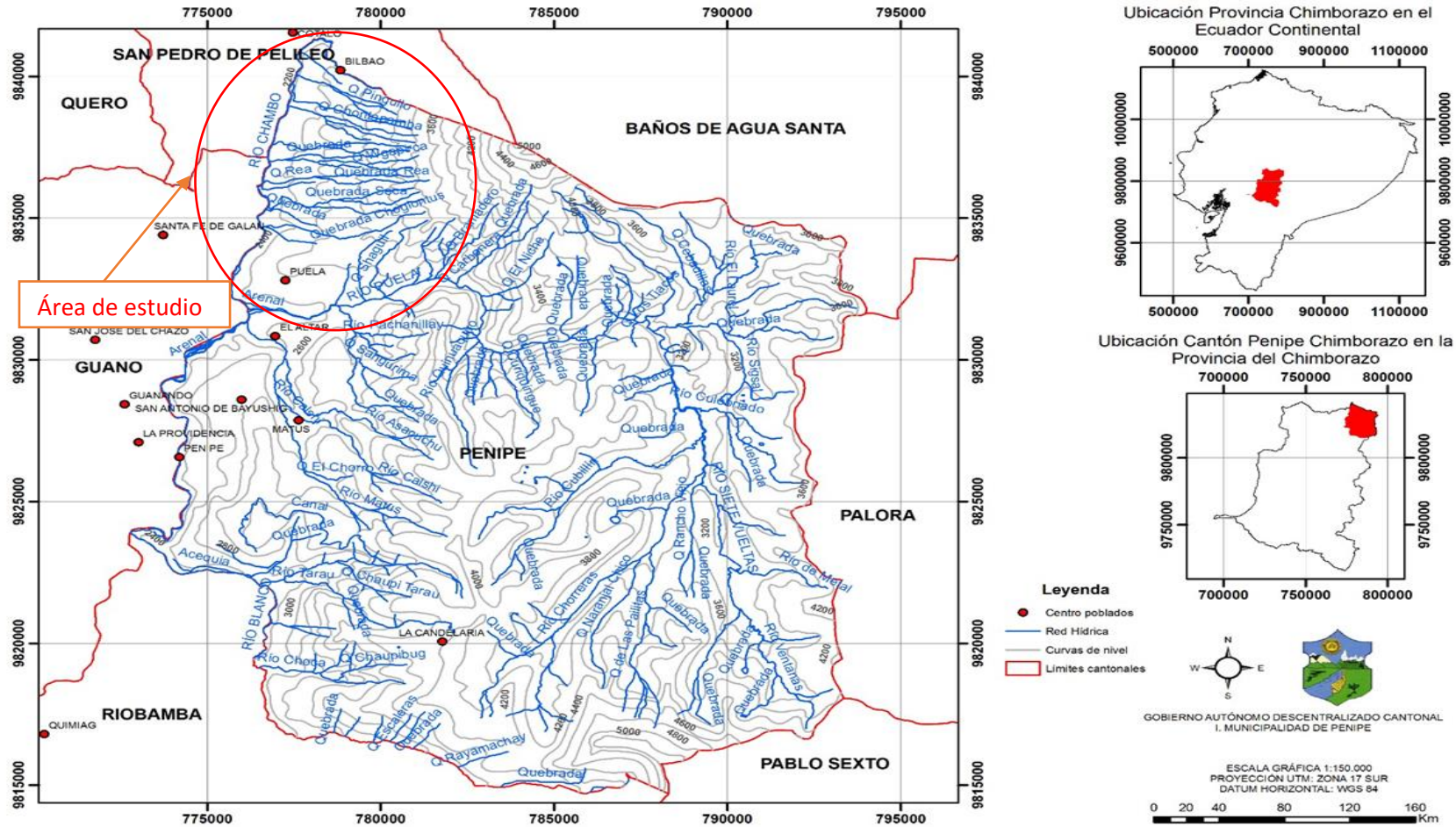
amazónica. Debe sumarse el gran conjunto de vías secundarias para ingreso y salida de comunidades aledañas, que se han visto aisladas, de manera reiterada, entre estas se encuentran, El Manzano, Pungal de San Miguel de Puela, Choglontus, Yuibug, Chontapamba, y otras; todas ellas pertenecientes a las parroquias de San Miguel de Puela y Bilbao respectivamente dentro del cantón Penipe.

Adicionalmente, en una de las comunidades, que a más de lo anotado, el lahar ha cobrado vidas humanas<sup>18</sup>, fue el más violento registrado en todo este periodo, el ocurrido en el año 2006, el mismo que taponó el cauce principal del río Puela, desbordando las aguas y con las altas temperaturas de vapor de agua afecto a la comunidad de Palictahua, matando a personas, la desaparición de varias decenas de animales y hectáreas de cultivos; esta última perteneciente a la parroquia El Altar, colindante con la parroquia San Miguel de Puela, geográficamente localizada, en la zona nor oriental del municipio de Penipe.

---

<sup>18</sup> "La expulsión de lava y ceniza arrasó cinco comunidades causando la muerte de cinco personas, cuatro de los cuerpos no han podido ser recuperados porque quedaron bajo los escombros, la erupción también destruyó unas 20.000 hectáreas de cultivos y forzó a la evacuación de 3.200 personas a albergues cercanos de Penipe, la situación es dramática. Todo se fue al piso. En uno de los poblados todavía están ardiendo 12 casas que fueron alcanzadas por los flujos piroclásticos (material magmático)" (Salazar, Juan, 2006)<sup>18</sup>. Referido El Universo, jueves 17 de agosto del 2006 | 13:18

Mapa 1. Mapa de localización geográfica de la zona afectada



Fuente. (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las afectaciones provocadas a las parroquias San Miguel de Puela y Bilbao del cantón Penipe en la provincia de Chimborazo por consecuencia de las erupciones volcánicas del Tungurahua en el último período.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

3.2.1 Diagnosticar la incidencia del proceso volcánico en el sector productivo y económico del sector.

3.2.2 Evaluar la dinámica territorial en las zonas de afectación desde una estructura axiológica de valores y símbolos histórico-geográficos.

3.2.3 Analizar el estado situacional de los habitantes afectados por la erupción volcánica en San Miguel de Puela y Bilbao.

#### 4. METODOLOGÍA

Es menester hacer una reflexión en relación a la metodología para la investigación, la existencia de la pluralidad de métodos o enfoques para la construcción o producción de conocimiento científico deja claro que no hay supremacía de un método o enfoque respecto a otro, sino que cada uno tiene sus propias fortalezas y debilidades, además que la tendencia en la ciencia actual es la complementariedad entre éstos (Bernal Torres, 2010, p. 72).

En cuanto al método, se reitera que el concepto “método de investigación” en ciencias sociales, al igual que el concepto mismo de ciencia es otro tema polémico en el ámbito del conocimiento científico, por la cantidad de métodos, técnicas e instrumentos que existen como opciones. Sin embargo, para efectos del estudio siguiente, el método científico es entendido como el conjunto de postulados, reglas y normas para el estudio y la solución de los problemas de investigación, institucionalizados por la denominada comunidad científica reconocida.

En este sentido, algunos de los métodos de investigación son: inductivo, deductivo, inductivo-deductivo, hipotético-deductivo, analítico, sintético, analítico sintético, histórico-comparativo y cualitativo y cuantitativo. Para el estudio de los aspectos sociales, ninguno de los métodos de investigación por sí solo tiene validez universal para resolver satisfactoriamente los problemas de investigación (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2010, p. 88).

Los métodos de investigación cualitativa se orientan a profundizar casos específicos y no a generalizar. Su preocupación no es medir, sino cualificar y describir el fenómeno social objeto de estudio a partir de rasgos determinantes.

Buscan entender una situación social como un todo, teniendo en cuenta sus propiedades y su dinámica. En su forma general, mientras en la investigación cuantitativa se parte de cuerpos teóricos aceptados por la comunidad científica, en la investigación cualitativa se conceptualiza sobre la realidad, con base en la información obtenida de la población o las personas estudiadas.

Entre los métodos de investigación con enfoque cualitativo, los más mencionados suelen ser: la investigación acción participativa y la investigación etnográfica.

La investigación acción participativa (conocida por sus siglas como IAP) más que una actividad investigativa es un proceso eminentemente educativo de autoformación y autoconocimiento de la realidad, en el cual las personas que pertenecen a la comunidad, o al grupo, sobre quienes recae el estudio, tienen una participación directa en el proceso de definición del proyecto de investigación y en la producción de conocimiento de su realidad. Todo dentro del contexto socioeconómico y cultural en que participan, para proponer e implementar las alternativas de solución a sus problemas y necesidades sentidos y estudiados. El objetivo último de la IAP es transformar la realidad para una vida mejor (Bernal Torres, 2010, p. 72).

La investigación etnográfica permite reflexionar constante y críticamente sobre la realidad, asignando significaciones a lo que se ve, se oye y se hace, desarrollando además aproximaciones hipotéticas y reconstrucción teórica de la realidad. Así, el propósito específico de la investigación etnográfica es conocer el significado de los hechos de grupos de personas, dentro del contexto de la vida cotidiana. En la IAP y en la investigación etnográfica el método se caracteriza por su flexibilidad y adecuación a las particularidades de cada investigación.

De otra parte, en la investigación con énfasis cuantitativo considerada como método tradicional o general (denominación recibida por su uso) y cuyo énfasis es la medición y la generalización de resultados, también existen muchas versiones de métodos o procesos de investigación (Bernal Torres, 2010, p. 92). Este estudio se apoya en los diferentes métodos válidos para llegar a indagar la realidad del entorno físico y social del área de afectación volcánica de Penipe.

#### **4.1. Análisis Físico**

Desafortunadamente, todos los países andinos tienen una larga data de ocurrencia de desastres para reseñar y recordar, pues sus territorios y comunidades presentan elevadas condiciones de riesgo debido a desequilibrios en la relación entre las dinámicas de la naturaleza y las humanas,

que los hacen susceptibles de sufrir desastres asociados con distintos tipos de fenómenos como terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos y sequías. Según la base de datos creada recientemente para Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, en los últimos 37 años se han registrado más de 50 mil eventos físicos generadores de daños y pérdidas en la subregión andina, casi un promedio de 1100 por año, lo cual constituye una real amenaza contra el desarrollo y pone en riesgo las inversiones y demás esfuerzos que se llevan a cabo para la reducción de la pobreza en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM). (Chiriboga & Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, 2009).

Tradicionalmente, el problema del riesgo volcánico se ha abordado desde dos perspectivas independientes: la científica y la administrativa, ver (figura 10).

En los enfoques estrictamente científicos, se ha hecho énfasis sobre el análisis de la probabilidad de erupción y las características de los fenómenos volcánicos, es decir, en la determinación de la peligrosidad de eventos. Por ello, los estudios se han centrado en:

- la caracterización de los mecanismos eruptivos
- el conocimiento de los sistemas eruptivos y los parámetros de erupción
- la elaboración de modelos de erupción
- la instalación y puesta en marcha de sistemas de vigilancia
- la determinación y análisis de procesos.

Por otra parte, desde el punto de vista administrativo, orientado hacia la protección civil y la gestión del territorio, el interés se ha centrado básicamente en:

- la localización de los posibles focos eruptivos
- la definición del tipo de erupción más probable y el más destructivo
- la determinación de la evolución y duración de las crisis



- la predicción del área afectada por determinados eventos
- los daños previsibles a la propiedad y la población
- la distribución de los recursos y los medios de apoyo
- la identificación y evaluación de procesos.

Sin embargo, el análisis del riesgo potencial al que se ven sometidas las áreas volcánicas activas requiere el estudio con un enfoque holístico. Desde un punto de vista científico, no sólo de los factores volcanológicos que lo condicionan, sino también de la influencia que ejercen en el cálculo del riesgo las características socioeconómicas de la zona y de los efectos que las erupciones provocan sobre el medio.

Para que sea posible abarcar el análisis de todos los factores de los que depende el riesgo es imprescindible por tanto adoptar un enfoque integrado o mixto que utilice las técnicas y métodos de análisis desarrollados en diversas disciplinas. Este carácter interdisciplinar de los métodos de análisis del riesgo los convierte en el punto de contacto entre las perspectivas científicas y administrativas (figura 10).

Para evaluar el riesgo, generalmente se utilizan ecuaciones que representan procedimientos de cálculo más o menos complejos. La base metodológica que más comúnmente se ha utilizado para el análisis del riesgo volcánico es la ecuación desarrollada por el Grupo de Trabajo para el Estudio Estadístico de los Peligros Naturales (UNESCO, 1972 b), (referido, Gómez, Francisca, 1999), que interpreta el riesgo como una función compleja de los siguientes factores:

$$\mathbf{Riesgo = (Valor) \times (Vulnerabilidad) \times (Peligro)}$$

Donde, según la interpretación de Fournier D'Albe (1979) para el riesgo volcánico:

**Valor:** representa el número de vidas humanas en peligro, el valor económico de los bienes y propiedades (edificios, carreteras, etc.) y la capacidad productiva.

**Vulnerabilidad:** mide la proporción del valor que potencialmente se perderá como resultado de un determinado evento volcánico.

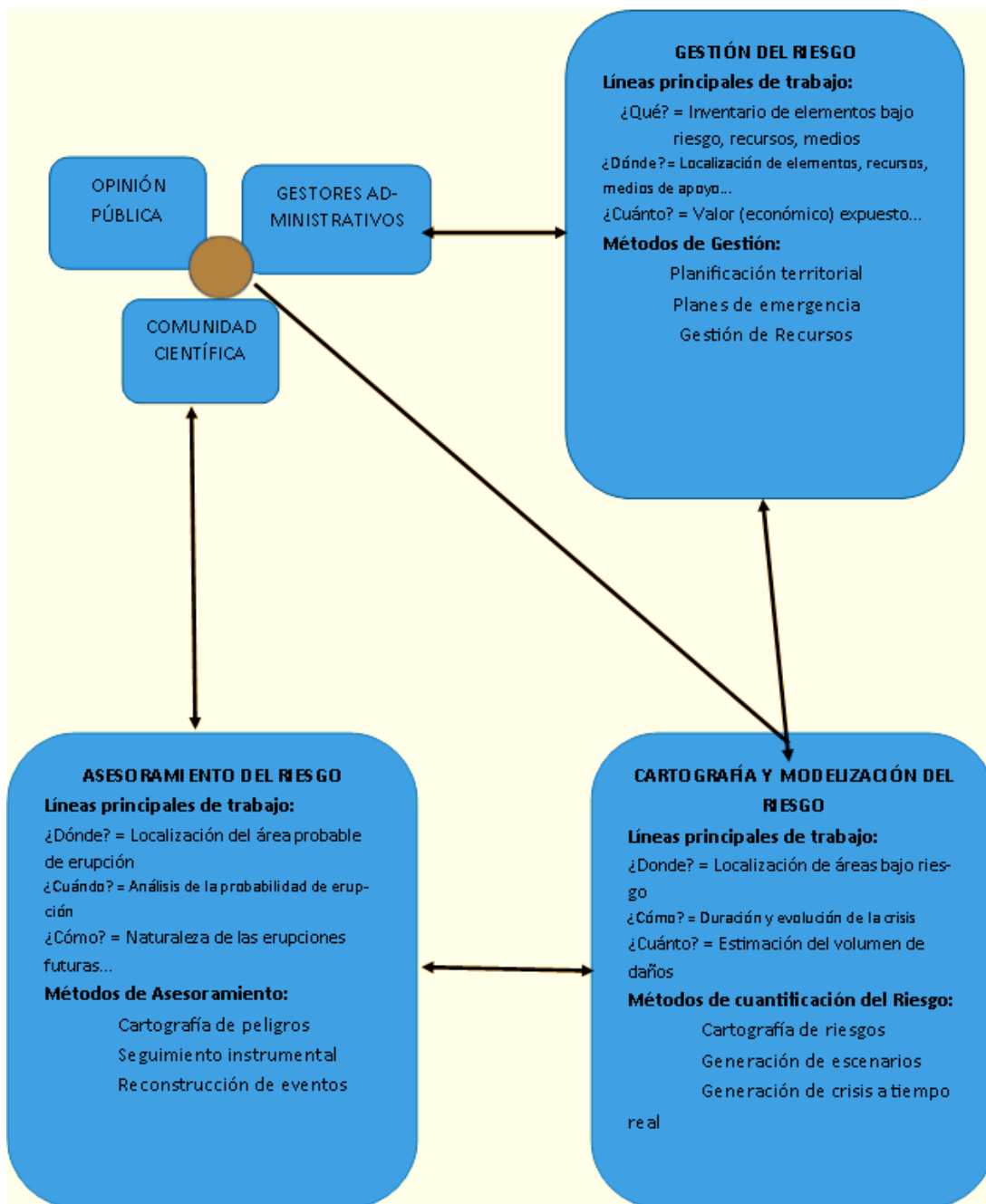
**Peligro:** mide la probabilidad de que un área se vea afectada por cierta manifestación volcánica en un intervalo de tiempo determinado. Es una función compleja que se expresa como la probabilidad de ocurrencia de una erupción de cierta intensidad en un intervalo de tiempo determinado por la probabilidad de que un área se vea afectada por los productos generados en esa erupción.

El primer problema que ha surgido a la hora de abordar el cálculo del riesgo tiene su origen en la complejidad que reviste el análisis del factor de peligro, ya que para su estimación se debe disponer de datos sobre:

- 1.- Un intervalo amplio del registro histórico y geológico que permita caracterizar la tipología eruptiva,
- 2.- La localización del futuro centro eruptivo y
- 3.- La probabilidad de que se produzca en ese sitio una erupción de determinada intensidad y características en un intervalo de tiempo dado. (Gómez, Francisca, 1999, desarrollo de una metodología para el análisis del riesgo volcánico en el marco de un sistema de información geográfica, P55).

Es importante determinar, que para poder evaluar y predecir la tipología eruptiva de manera universal, no existe un método desde el punto de vista cuantitativo, pese a que diversas investigaciones y seguimientos alrededor del mundo siguen la zaga de estos acontecimientos, no ha sido posible llegar a precisar estos sucesos de manera determinante; se sigue requiriendo del conocimiento, en un alto grado, del registro geológico.

**Figura 10.** Articulación multiparticipativa del riesgo



### **El presente proyecto de investigación se basa en las siguientes modalidades:**

La primera fase de la investigación consistió en la recopilación y búsqueda exhaustiva de información acerca del volcán Tungurahua y sus peculiaridades, así como de trabajos previos donde apoyar el estudio. Se partió del conocimiento de las características geográficas generales del territorio y su compleja evolución según diferentes criterios, como el tectónico-estructural, eruptivo, geológico, geomorfológico, climático, hídrico, vegetal y socioeconómico. Tras este primer análisis de la dinámica del área de interés, y observada la complejidad que entraña, se procedió a revisar la ocurrencia y efectos de las erupciones que han caracterizado a este último período eruptivo.

Con los sucesos expuestos, la información existente para emprender el trabajo, resultó insuficiente, por lo que fue necesario completar con datos recogidos *in situ* durante las actividades de campo realizadas en los primeros meses del 2014, agosto y septiembre 2015, julio y agosto de 2016, marzo 2017.

Para desarrollar el componente físico natural, he respaldado el estudio con el uso de fuentes de información de acceso público, tales como, información científica del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, registros meteorológicos, imágenes de satélite; mapas de diferentes usos y aplicaciones, como: suelos, cobertura y patrones de uso para determinar el cambio y estado de la zonas con afectación por el fenómeno natural desarrollados por el ministerio de Agricultura y Ganadería, de la Secretaría de Riesgos, Plan de desarrollo del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) provincial de Chimborazo, Planes de Ordenamiento Territorial del Cantón Penipe ((Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD cantonal)) y de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) de las parroquias de San Miguel de Puela y Bilbao.

Mientras que, para el análisis y proyecciones de cambios en la superficie terrestre, que permitan asignar una valoración y significado del evento se utilizaron imágenes satelitales que soportadas en SIG, brindan una fotografía del territorio en el instante en que fueron captadas. En el procesamiento, compilación, contraste y determinación de eventos con datos de índole espacial, territorial. Información elaborada como procesada en los laboratorios de cartografía del GAD provincial como cantonal.

Dentro del desarrollo de la metodología, para apoyar y contrastar los datos que se disponen dentro del entorno geográfico ha sido de utilidad el uso de imágenes satelitales, que a continuación describo su uso y operatividad.

#### **4.2. Análisis Social**

El estudio del análisis social conlleva a precisar el problema desde el punto de vista humano, mismo que permita aclarar la situación en el que se desenvuelve la población involucrada con el fenómeno natural. El proceso de búsqueda de la información científica sobre este tema es fundamental para establecer el estado y condiciones actuales de los habitantes y su percepción del riesgo al vivir o trabajar cerca de un volcán activo después de 17 años.

El desarrollo de este componente, se apoya con datos estadísticos de los censos de población de las parroquias afectadas en el entorno al Volcán, generada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), además de gobiernos locales y la investigación de campo consistió en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna. (García, 2005, pág. 35).

#### **4.2.1 Recopilación bibliográfica y elaboración previa de los cuestionarios**

La metodología consistió en la recopilación de información bibliográfica, cartográfica y censal, de las áreas aledañas al volcán. Se tomaron en cuenta los aspectos físico-geográficos como localización, vegetación, clima, geología y otros elementos que influyen en procesos de esta magnitud; así como los aspectos sociales: localidades por jurisdicción territorial, población, distribución por edades y sexos, aspectos socio-económicos, educación, salud, religión y otros. Todo lo anterior sirvió para visualizar a las poblaciones afectadas por la última erupción desde 1999 hasta la fecha (marzo de 2017) del volcán Tungurahua.

El trabajo bibliográfico consistió en analizar los escasos estudios existentes sobre las consecuencias sociales y económicas de la erupción, en el municipio de Penipe. Posteriormente se seleccionaron aquellas poblaciones afectadas que fueron más propicias para llevar a cabo el estudio, considerando además el tipo de peligro que le afectó. De esta forma se elaboraron los cuestionarios preliminares sobre percepción del riesgo volcánico. Las localidades elegidas fueron comunidades de San Miguel de Puela y Bilbao. Una vez elaborados los cuestionarios (entrevistas y/o encuestas) se consultó la tenue información existente sobre percepción del riesgo en Ecuador.

(Los únicos volcanes que cuentan con este tipo de información son el volcán Cotopaxi, de reactivación eruptiva posterior a la fecha descrita.).

Las entrevistas, representan los elementos fundamentales de análisis del riesgo volcánico, y la intención de averiguar cuál es la percepción que tiene la población de este suceso, tomando en cuenta la distribución espacial de la población. Para determinar el número de encuestas que debía realizarse en cada parroquia se consultó el censo de población 2010 y apoyados de la estadística se determinó el número de individuos a consultar.

Antes de iniciar la aplicación de este material, se llevó a cabo una prueba piloto en el poblado del Manzano a un número estadísticamente confiable de la población ( $5\% = 32$  individuos) para corroborar que los entrevistados comprendían las preguntas y que sus respuestas contenían parte de la información que se buscaba obtener. Ya en campo, fue necesario replantear algunas de las preguntas, así como anexar o eliminar otras que no eran necesarias. El material de trabajo se preparó con la misma característica y contenido en dos jurisdicciones parroquiales del municipio, esto es, Pungal de Puela, El Manzano con un universo de 648, Bilbao con un universo de 204 habitantes, en la comunidad de Yuibug, por ser las de afectación directa y continua del fenómeno eruptivo.

La matemática es una buena aliada para obtener resultados serios y fiables, sus herramientas como la estadística permiten apoyarse y representar la desviación estándar de la población con solvencia; para este estudio con el afán de obtener resultados estadísticamente significativos deberíamos considerar que su valor es una constante, y que estadísticamente por lo general se tienen dos valores dependiendo el grado de confianza que se desee obtener y ofrezca garantía. Se puede considerar 99% el valor más alto (este valor equivale a 2.58) y 95% (1.96) el valor mínimo aceptado para reconocer a la investigación como confiable, trabajaremos con el 95%.

Tendremos una distribución normalizada relacional. En caso de desconocer este dato es común utilizar un valor constate que equivale a 0.5 para nuestro estudio, trabajaremos con una proporción aceptada de éxito de 0.5 y de fracaso o rechazo de 0.5 en cada segmento.

Importante es considerar el elemento que representa el límite aceptable de error para la muestra, generalmente corresponde al rango entre el 1% (0.01) al 9% (0.09), siendo 5% (0.05) el valor estándar usado en las investigaciones, entre más grande sea la muestra, más representativa será y tendrá un mínimo de error (Tamayo, 1998).

En esta fase se apoyó la validación de información con fuentes primarias y secundarias válidas en el proceso de la información científica.

- Buonacore (1980) define a las fuentes primarias de información como “las que contienen información original no abreviada ni traducida: tesis, libros, nomografías, artículos de revista, manuscritos. Se les llama también fuentes de información de primera mano...”, p.229. Incluye la producción documental electrónica de calidad. Buonacore, Domingo (1980) Diccionario de Bibliotecología. (2ªed.). Buenos Aires, Argentina, Marymar.
- Mientras que las secundarias, llamadas también fuentes derivadas. Buonacore (1980) las define como aquellas que “contienen datos o informaciones reelaborados o sintetizados...”, p.229. Ejemplo de ella lo serían los resúmenes, obras de referencia (diccionarios o enciclopedias), un cuadro estadístico elaborado con múltiple fuente entre otros.

La investigación documental es un instrumento o técnica de investigación, cuya finalidad es obtener datos e información a partir de documentos escritos o no escritos, susceptibles de ser utilizados dentro de los propósitos de un estudio correcto. Mientras más fuentes se utilicen más fidedignos serán los resultados del trabajo realizado. (Pulido, Ballén, & Zúñiga, 2007, p. 59).

La investigación Bibliográfica consiste en el estudio sistemático de informaciones o escritos como fuentes de datos. Partiendo de esta base se pasará a estudiar las diferentes técnicas que proporcionan los medios para iniciarse la investigación. (Universidad de Zulia, 1974, p. 24).



### 4.3 Formas de investigación

- Para esta investigación en el compendio social se utiliza la técnica de muestreo estratificado, esta permite elegir o seleccionar de acuerdo al estrato o grupos en que se divida el universo, es así que de manera independiente se trabaja en las dos parroquias de mayor afectación del fenómeno volcánico (San Miguel de Puela, Bilbao), logrando información que evidencie el estado real de la población y su percepción del riesgo.

#### Instrumentos de investigación

- La principal técnica de investigación será la entrevista y/o encuesta, permitirá obtener las opiniones y criterios de las personas inmersas en el estudio, complementándose con la visita de campo.

#### 4.3.1 Determinación del universo y tamaño de la muestra

Para la presente investigación se ha tomado como Población (universo) a los habitantes de las parroquias de San Miguel de Puela y Bilbao. Los datos corresponden a las estadísticas publicadas por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) de Penipe del año 2015, estimada. Partiendo de éste, se tiene que el número de habitantes hasta el año en mención es de 648 y 194 respectivamente para cada una de las parroquias.

#### Tamaño de la Muestra

La muestra que se determina para obtener la información, se calcula según la siguiente fórmula, que es la que presenta mejores resultados para el cálculo con poblaciones finitas.

Finita:

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

N = Tamaño de la Población

Z<sup>2</sup> = Nivel de Confianza (Z<sub>95</sub>) de la curva normal (1.96)

**P** = Proporción de éxito/Porcentaje de casos positivos (0.5)

**Q** = Proporción de fracasos. Valor numérico (0.5)

**E<sup>2</sup>** = Margen de error (7%)

**n**= Muestra

Entonces:

Muestra(n) parroquia San Miguel de Puela

Para el presente estudio el tamaño de la muestra **N** es de **648** pobladores, el nivel de confianza **Z<sup>2</sup>** es de 95%, que representa 1.96, el porcentaje de probabilidad a favor **P** es del 50% es decir 0,5 al igual que el porcentaje de probabilidad **Q**, esto se realiza para que exista equidad; finalmente el margen de error **E<sup>2</sup>** que vamos a manejar es del 9%, es decir 0.09.

### CÁLCULO

$$n = \frac{1.96^2 * N * P * Q}{E^2(N-1) + 1.96^2 * P * Q}$$

$$n = \frac{3.84 * 648 * 0.50 * 0.50}{0.09^2(648-1) + 3.84 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 100$$

Como se puede observar la muestra dio como resultado a efectuar 100 entrevistas/encuestas, las cuales serán aplicadas a los pobladores de la parroquia.

Caso Bilbao:

Muestra(n) parroquia Bilbao

Para el presente estudio el tamaño de la muestra **N** es de **204** pobladores, el nivel de confianza **Z<sup>2</sup>** es de 95%, que representa 1.96, el porcentaje de probabilidad a favor **P** es del 50% es decir 0,5 al igual que el porcentaje de probabilidad **Q**, esto se realiza para que exista equidad; finalmente el margen de error **E<sup>2</sup>** que vamos a manejar es del 9%, es decir 0.09.

CÁLCULO

$$n = \frac{1.96^2 * N * P * Q}{E^2(N-1) + 1.96^2 * P * Q}$$

$$n = \frac{3.84 * 204 * 0.50 * 0.50}{0.09^2(204-1) + 3.84 * 0.50 * 0.50}$$

$$n = 75$$

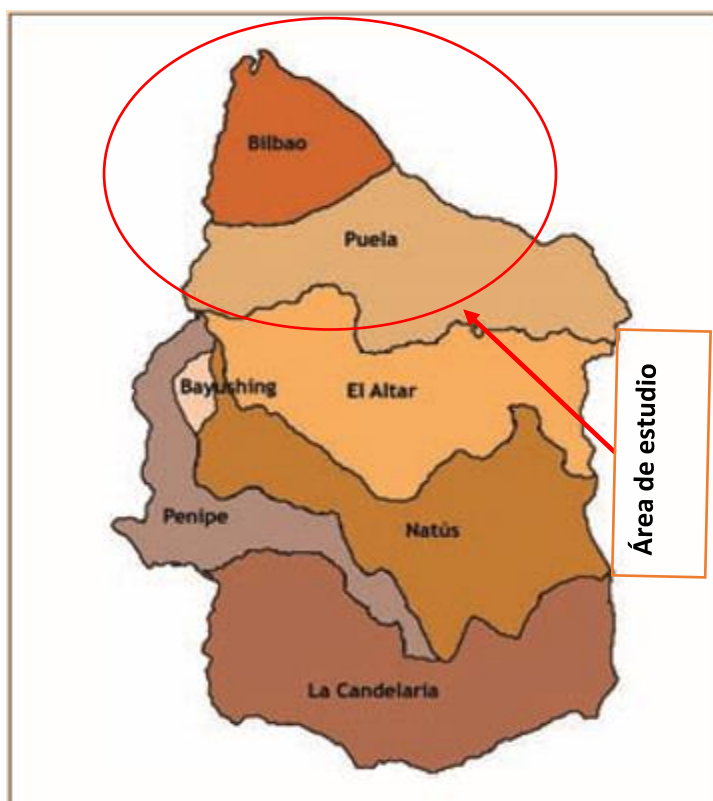
La herramienta estadística arrojó como resultado a efectuar **75 encuestas**, las cuales serán aplicadas a los pobladores de la parroquia Bilbao.

## 5. ÁREA DE ESTUDIO

### 5.1 Ubicación espacial y caracterización geográfica

El cantón se encuentra en la provincia de Chimborazo, ésta, en la parte central de la región interandina identificada también como serranía o sierra ecuatoriana por su topografía extremadamente irregular. En la sierra central, es donde la Cordillera Occidental de los Andes alcanza su máxima altitud con 6.310 m.s.n.m en la cumbre del nevado Chimborazo, que homónimamente da origen a la provincia.

**Imagen 10.** División Política Administrativa del cantón Penipe



Este cantón, de los más jóvenes de la región, se ubica al nororiente de la provincia de Chimborazo, inserto en la Cordillera Oriental o Real de los Andes de Ecuador, tiene una extensión de 396 km<sup>2</sup> que se subdivide en una parroquia urbana (Penipe) y seis rurales (San Miguel de Puela, Bilbao, El altar, San Antonio de Bayushig, Matus y La Candelaria).

**Fuente.** (Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, 2009, p.13)

El cantón ocupa un territorio de fuertes pendientes que superan los 50° en los flancos o zonas de declive de la Cordillera Oriental con una configuración en relieve y terrazas que se extienden desde los 2300 a los 5319 m.s.n.m, en la cumbre del Altar; terrenos muy escarpados en los que

predomina la presencia volcánica, inmerso el Tungurahua. La temperatura de la zona oscila entre 10°C y 18°C, debido a que recibe vientos dominantes y corrientes lluviosas provenientes de la Amazonía. La temperatura media estimada en el cantón es de 12.5°C, con un rango que varía entre 10°C la mínima a 14°C la máxima. La temperatura promedio es más baja durante los meses de junio y agosto, lo que influye notablemente sobre el paisaje y la agricultura. Además, las precipitaciones regulares anuales (entre 500 y 1000 mm) son aprovechadas para el desarrollo agrícola, base de la economía local.

**Límites.** - Limita al norte con los cantones San Pedro de Pelileo y Baños de Agua Santa, al sur con los cantones Riobamba y Pablo Sexto, al este con el cantón Palora, al oeste con el Río Chambo (Mapa 1). Su territorio está poblado con siete parroquias y veinte y nueve comunidades.

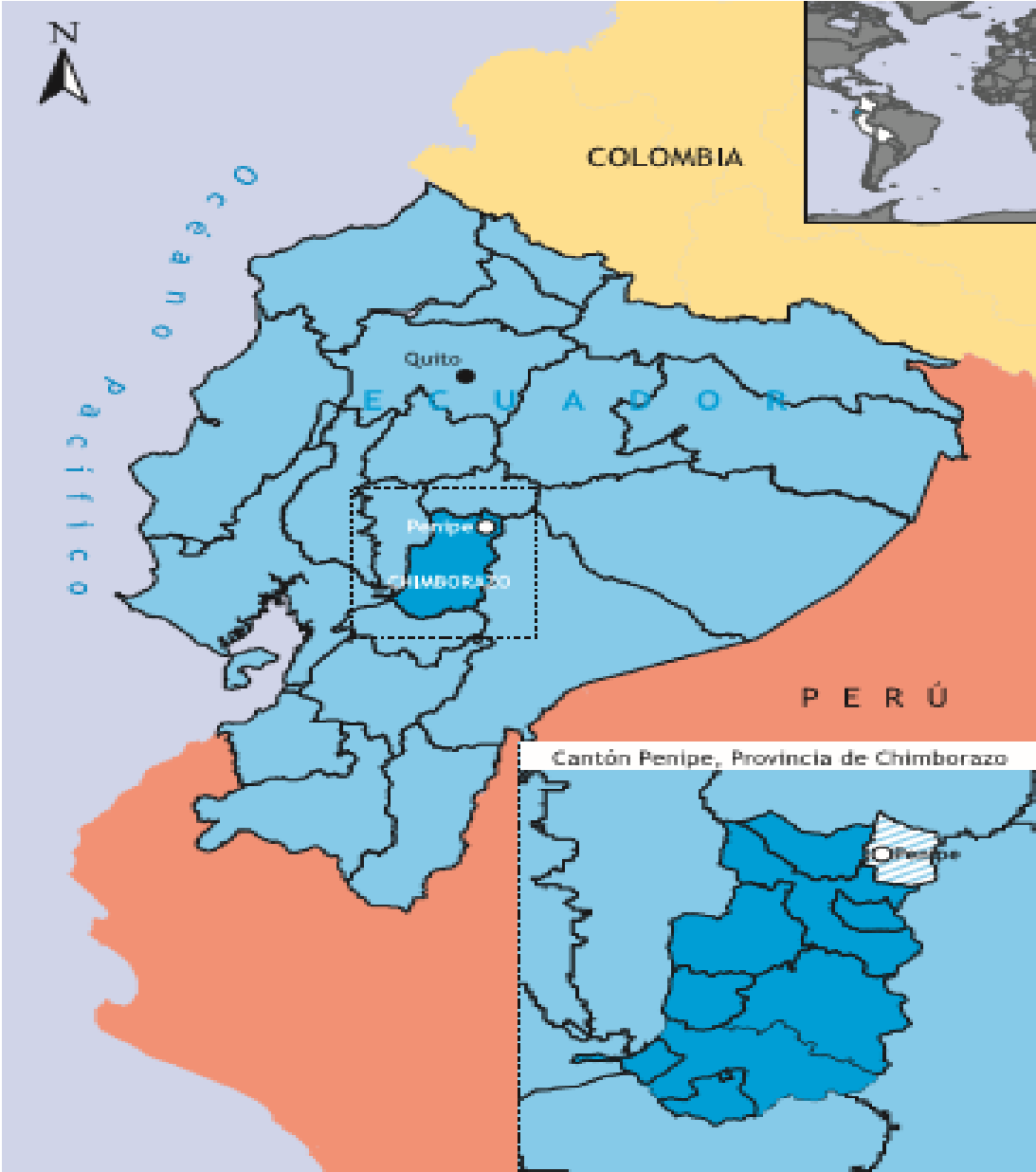
**Coordenadas Geográficas.** - El cantón Penipe se encuentra ubicado espacialmente entre 1° 26' 00" y 1° 41' 45" de latitud sur entre los 78° 21' 30" y 78° 32' 45" de longitud oeste, tiene 26 km de longitud por 14 km de ancho, posee una superficie de 386 km<sup>2</sup>. Penipe se ubica en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental del Ecuador.

En lo referente a la pluviosidad, Penipe está bajo la doble influencia de las regiones, tanto de la Amazonía como de la sierra central. Sin embargo, el ritmo de estaciones sigue el ritmo de la Sierra. Los datos de la serie Pluviométrica de 1965-1984 de la estación Penipe permiten dar una idea de la repartición estacional de las precipitaciones.

Una pequeña Temporada de Precipitaciones, se aprovecha para realizar siembras, esta se enmarca en el periodo estacional, desde finales del mes de octubre a inicios de diciembre; a continuación se presenta una época soleada corta, los lugareños lo denominan verano, esta breve

temporada seca del inicio del año en la sierra o región interandina, denominada así por encontrarse en la parte interna del macizo de los Andes, esto es, entre las dos cordilleras, la Occidental y la Oriental respectivamente, alcanza los meses de enero y febrero.

**Figura 11.** Ubicación Geográfica Espacial del cantón en el contexto nacional



**Fuente.** (Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, 2009, p. 10)

En la región andina central del Ecuador se encuentra la provincia de Chimborazo, inmersa en la zona nor oriental de ésta, el cantón Penipe. La temporada lluviosa conocida como invierno se presenta desde finales de marzo a julio, es la época de floración y fecundación, especialmente en las zonas frutícolas. Temporada que permite también el engrosamiento y maduración de los granos cultivados como fréjol, arveja, lenteja, entre otros, acompañados mayoritariamente por la producción del maíz, en el cantón es la principal base alimenticia.

Luego se tiene una temporada seca, veraniega en la sierra<sup>19</sup> centro, desde julio hasta mediados de octubre, destacándose una presencia de humedad en la zona oriental del cantón, provocada por la influencia de vientos húmedos que provienen de la región amazónica.

**Imagen 13.** Periodo lluvioso y el aprovechamiento temporal con sembríos de maíz dentro de una huerta de perales

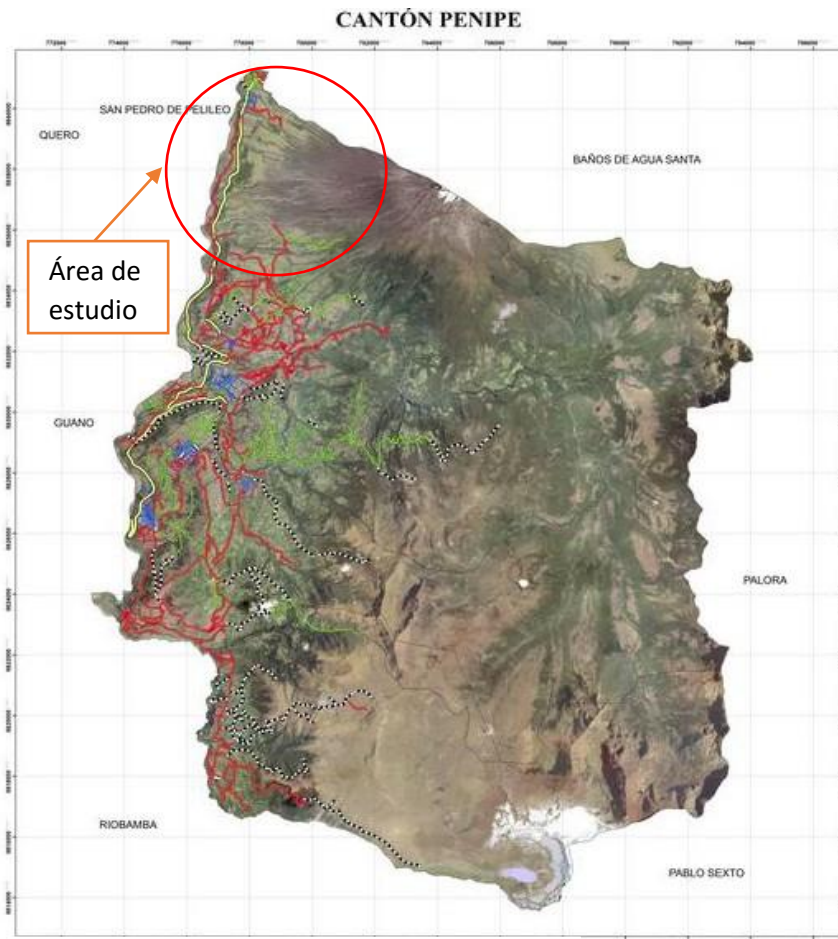


Elaboración propia, 2016

---

<sup>19</sup> “Equivocadamente los conquistadores españoles denominaron sierra a la región andina, debido a que ellos observaron las diversas formas de las montañas (colinas, quebradas, cordilleras, sierras) del territorio peruano y pensaron en las Sierras de Toledo de España, de allí que le asignaron una denominación incorrecta. Actualmente, en lugar de Sierra debe denominarse región andina”. Mariano Felipe Paz Soldán (1865).

## Mapa 2. Componente Físico Penipe







Fuente. GAD, Penipe, 2015

 <b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN PENIPE</b>	
 <b>DIRECCIÓN DE PROYECTOS Y PLANIFICACIÓN TERRITORIAL</b>	
<b>TEMA:</b> PROYECTOS DEL GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN PENIPE PARROQUIA MATRIZ PENIPE	
<b>FUENTE:</b> ORTOFOTOGRAFÍA DEL CANTÓN PENIPE I.G.M CARTOGRAFÍA BÁSICA I.G.M. ESCALA 1:50.000.	
<b>ESCALA GRÁFICA:</b> 1:50.000	<b>ELABORADO POR:</b>  ING. FABRICIO MORENO
<b>ESCALA DE TRABAJO:</b> 1:55.000	

Proyección Universal Transversa de Mercator UTM  
Elipsoide y Datum Horizontal Sistema Geodésico Mundial WGS 84  
Zona 17 Sur

### Leyenda

#### Vías

-  Calle
-  Rodera
-  Via Principal
-  Via Secundaria
-  Via Terciaria



## 5.2 BIOFÍSICO

### 5.2.1 Relieve

El cantón cuenta con una variada topografía, al situarse en la zona central de los Andes acompañada de presencia volcánica y ser la antesala para el rompimiento de la Cordillera Oriental hacia el ramal central amazónico ha dado origen a la conformación de espacios físico geográficos diversos, con edificios volcánicos y áreas de nieve perpetua (Subnivel), hasta las zonas bajas, espacios que han sido tomados para el asentamiento de la mayor cantidad poblacional.

El territorio cantonal tiene una superficie del 33,76% que está constituido por relieves de tipo Vertiente Andina Alta, que se encuentra en el rango altitudinal comprendido entre los 3600 a 4300 m.s.n.m, área de la mayor presencia de ecosistemas naturales.

Considerando la base de datos cartográficos de curvas de nivel escala 1:50.000 del Sistema Nacional de Información y de acuerdo a la clasificación de elevaciones, propuesta por el Ministerio del Ambiente 2006, esta jurisdicción se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Chambo con aguas que drenan hacia la región oriental o amazónica, Penipe presenta una altura mínima de 1900 m.s.n.m., y un altura máxima de 5023 m.s.n.m. (Mapa 3), con las siguientes clases de elevaciones (Tabla 6, Mapa3).

**Tabla 6.** Rangos y clasificación de elevaciones

Clasificación de elevación	Altitud (m.s.n.m)	Superficie (ha)
Montano	1900-2800	6459,88
Montano alto	2800-3600	17336,25
Páramo	3600-4300	11561,88
Subnival	Mayor a 4300	1300,38
<b>Total</b>		<b>36658,39</b>

**Fuente.** GAD, Chimborazo, 2015

La estructura geomorfológica de la zona es muy variada, presentando rangos altitudinales que van desde los 1900 m hasta las altas cumbres andinas sobre los 5000 m.s.n.m. La mayor superficie del territorio corresponde a pisos altitudinales entre los 2800–3600 m.s.n.m, abarcando una superficie 17336.25 ha, espacios territoriales donde se realizan actividades variadas de género agrícola y ganadero; seguida por el piso entre 3600-4300 m.s.n.m, con una extensión de 11561.88 ha, dedicada a la conservación por pertenecer al ecosistema páramo. El piso comprendido entre 1900-2800 m.s.n.m, de tipo montano, corresponde al rango el de mayor asentamiento poblacional con 6459.88 ha. Por brindar las mejores condiciones climáticas y de relieve.

Los asentamientos de San Miguel de Puela y Bilbao, no son la excepción, al estar ubicados en esta franja altitudinal, mismos que hacen de los recursos en estos enclaves naturales su fuente principal de vida.

La Secretaría Nacional de Información (SNI), 2014 organismo rector del manejo de información a nivel nacional ha estructurado la cartografía al año expuesto para este componente con modificaciones en los relieves del cantón de manera total (Tabla 7) de acuerdo a estudios Geomorfológicos que han permitido diferenciar la conformación física del tipo de Relieve y Microrelieve con una descripción pormenorizada que identifica y caracteriza a los diferentes espacios geográficos como son los niveles de pendiente y la forma misma del terreno, en áreas o superficie por rangos (ha) y porcentaje (%) equivalente en el territorio asignando una clasificación acorde a la realidad.

Bajando el nivel de análisis es menester hacer una valoración del tipo de relieve que sirve de asentamiento para la jurisdicción afectada (Tabla 8), nuestro caso de análisis y de manera puntual corresponde al estudio de las formas del terreno con rangos en escalas de menor a mayor y que marcará a posterior el nivel de riesgo presente, cuyas características se exponen a continuación en el siguiente orden:

**Tabla 7.** Relieves existentes a nivel cantonal

Relieve	Micro-relieve	Descripción	Hectárea (ha)	Porcentaje (%)
<b>Edificios volcánicos y Subnival</b>	Edificios volcánicos y Subnival	Comienza desde los 4300 m.s.n.m hasta los 5319 m.s.n.m (Nevado El Altar), incluye además el Volcán Tungurahua (5023 m.s.n.m)	1563,25	4,22
<b>Vertiente Andina Alta</b>	Vertiente Andina Alta	3600 a 4300 m.s.n.m, incluye zonas de páramo y bosques andino.	12516	33,76
<b>Pie de monte</b>	Pie de monte muy escarpado de alta montaña	Pendientes superiores al 50%, muy fuertes a abruptas, desde los 2800 a 3600 m.s.n.m.	5106	13,77
	Pie de monte escarpado de alta montaña	Desde los 2800 a 3600 m.s.n.m, con pendientes colinadas, de 25 al 50%	6312	17,02
	Pie de monte inclinado de alta montaña	Pendientes del 12 al 25% de ondulación moderada, irregular desde los 2800 a 3600 m.s.n.m	3199,75	8,63
	Pie de monte ondulado de alta montaña	Pendientes del 5 al 12% de inclinación Regular, Suave o Ligeramente ondulada desde los 2800 a 3600 m.s.n.m	1016,75	2,74
	Pie de monte plano de alta montaña	Pendientes del 0 al 5% plano, desde los 2800 a 3600 m.s.n.m	1342,75	3,62
<b>Zona baja</b>	Zona baja muy escarpado montañoso	Pendientes superiores al 50%, muy fuertes a abruptas, desde los 1900 a 2800 m.s.n.m.	1290,5	3,48
	Zona baja escarpado montañoso	Desde los 1900 a 2800 m.s.n.m, con pendientes colinadas, de 25 al 50%	1666,5	4,49
	Zona baja inclinado montañoso	Pendientes del 12 al 25% de ondulación moderada, irregular desde los 1900 a 2800 m.s.n.m.	1818	4,90
	Zona baja ondulado montañoso	Pendientes del 5 al 12% de inclinación Regular, Suave o Ligeramente ondulada desde los 1900 a 2800 m.s.n.m.	651,5	1,76
	Zona baja plano montañoso	Pendientes del 0 al 5% plano, desde los 2160 a 2800 m.s.n.m.	595,75	1,61
	<b>Total</b>		<b>37078,75</b>	<b>100,00</b>

**Fuente.** Sistema Nacional de Información (2014), (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 1)

**Tabla 8.** Relieves existentes a nivel de las áreas de incidencia volcánica (Parroquias Puela y Bilbao)

Parroquia	Comunidad	Edificios volcánicos y Subnival		Vertiente andina alta		Pie de monte muy escarpado de alta montaña		Pie de monte escarpado de alta montaña		Pie de monte inclinado de alta montaña		Pie de monte ondulado de alta montaña		Pie de monte plano de alta montaña		Zona baja muy escarpado montañoso		Zona baja escarpado montañoso		Zona baja inclinado montañoso		Zona baja ondulado montañoso		Zona baja plano montañoso	
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bilbao	Centro Parroquial	18,2	1,1	95,1	0,7	39,3	0,7	304,6	4,8	48,4	1,5	0,0	0,0	0,0	0,0	76,7	5,9	324,5	19,4	332,6	18,3	44,1	6,8	44,3	7,5
	Yuibug	45,6	2,9	159,0	1,2	25,3	0,5	301,5	4,7	142,	4,4	5,5	0,5	1,4	0,1	18,5	1,4	140,3	8,4	247,7	13,6	33,2	5,1	14,7	2,5
	<b>Subtotal</b>	<b>63,9</b>	<b>4,1</b>	<b>254,1</b>	<b>2,0</b>	<b>64,7</b>	<b>1,2</b>	<b>606,1</b>	<b>9,6</b>	<b>191,2</b>	<b>5,9</b>	<b>5,5</b>	<b>0,5</b>	<b>1,4</b>	<b>0,1</b>	<b>95,2</b>	<b>7,3</b>	<b>464,9</b>	<b>27,8</b>	<b>580,4</b>	<b>31,9</b>	<b>77,4</b>	<b>12,0</b>	<b>59,1</b>	<b>10,1</b>
Puela	Anabá	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	42,7	0,6	19,2	0,6	3,3	0,3	1,2	0,0	5,2	0,4	19,3	1,1	109,8	6,0	90,4	14,0	14,1	2,4
	Centro Parroquial	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	49,8	2,9	58,3	3,2	57,1	8,8	22,0	3,7
	El Manzano	34,7	2,2	41,6	0,3	2,2	0,0	66,8	1,0	71,6	2,2	1,8	0,1	0,0	0,0	53,6	4,1	136,3	8,1	262,1	14,4	102,5	15,9	42,4	7,2
	Pungal de Puela	183,7	11,8	1853,1	14,8	1120,5	21,9	1145,9	18,1	630,6	19,7	158,5	15,6	239,5	17,8	193,2	14,9	187,9	11,2	207,9	11,4	45,5	7,0	16,6	2,8
	<b>Subtotal</b>	<b>218,5</b>	<b>14,0</b>	<b>1894,7</b>	<b>15,1</b>	<b>1122,8</b>	<b>21,9</b>	<b>1255,5</b>	<b>19,9</b>	<b>721,5</b>	<b>22,5</b>	<b>163,7</b>	<b>16,1</b>	<b>240,7</b>	<b>17,9</b>	<b>252,0</b>	<b>19,5</b>	<b>393,5</b>	<b>23,5</b>	<b>638,3</b>	<b>35,1</b>	<b>295,6</b>	<b>45,8</b>	<b>95,2</b>	<b>16,2</b>
<b>Total</b>		<b>1556,9</b>	<b>100,0</b>	<b>12495,4</b>	<b>100,0</b>	<b>5106,6</b>	<b>100,0</b>	<b>6310,4</b>	<b>100,0</b>	<b>3196,3</b>	<b>100,0</b>	<b>1013,9</b>	<b>100,0</b>	<b>1340,9</b>	<b>100,0</b>	<b>1288,5</b>	<b>100,0</b>	<b>1668,1</b>	<b>100,0</b>	<b>1816,3</b>	<b>100,0</b>	<b>644,2</b>	<b>100,0</b>	<b>584,5</b>	<b>100,0</b>

**Fuente.** Sistema Nacional de Información (2014), (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal Cantón Penipe, 2015, p. 5)

El área de influencia volcánica tomada en consideración para este estudio está territorialmente conformada por el siguiente relieve en su enmarcación geopolítica: Puela, que la denominaré sector uno, presenta una extensión de 218.5 ha que corresponden al 14% del territorio en la designación de Edificios volcánicos y Subnival, cuya estructura comienza desde los 4300 hasta los 5023 en la cima del Volcán Tungurahua (5023 m.s.n.m). En el sector de Pungal de Puela con 1853.1 ha, equivalente al 14.8% y El Manzano con 41.3 ha, equivalen al 0.3% del territorio están dentro de la asignación de Vertiente Andina Alta en pisos comprendidos entre 3600 a 4300 m.s.n.m que incluye zonas de páramo y bosque andino. Mientras que, 1120,5 ha, en una relación del 21,94% del relieve Pie de Monte Muy escarpado de Alta Montaña se localiza en Pungal de Puela cuya característica principal es que presenta pendientes superiores al 50%, muy fuertes a abruptas, desde los 2800 a 3600 m.s.n.m.

Mientras que en la denominación Pie de Monte Escarpado de Alta Montaña distribuidas en 1255,5 ha, con 19.9% cuyas pendientes se estructuran entre el 5 al 12% de inclinación Regular, Suave o ligeramente Ondulada desde los 2800 a 3600 m.s.n.m. El 22.5%, cuya extensión corresponde a 721.5 ha, corresponde a la asignación de Pie de Monte Inclinado de Alta Montaña, cuyas características estructuran Pendientes del 12 al 25% de ondulación moderada, irregular desde los 2800 a 3600 m.s.n.m. La zona El Manzano posee el 15,92% de las zonas Bajas Onduladas Montañosas. El centro poblado denominado cabecera parroquial se asienta entre el 3.2 al 8.8% del territorio en la denominada Zona Baja Inclinado Montañoso a Zona Baja Ondulada Montañosa.

El análisis del relieve para el sector dos, Bilbao, en relación a su extensión territorial presenta la siguiente connotación. Mientras que el territorio del centro Parroquial de Bilbao, está constituido en el porcentaje de 6.8% de Zonas Bajas Ondulada Montañosas a el 19,45% de Zonas Bajas Escarpadas Montañosas con características en sus pendientes del

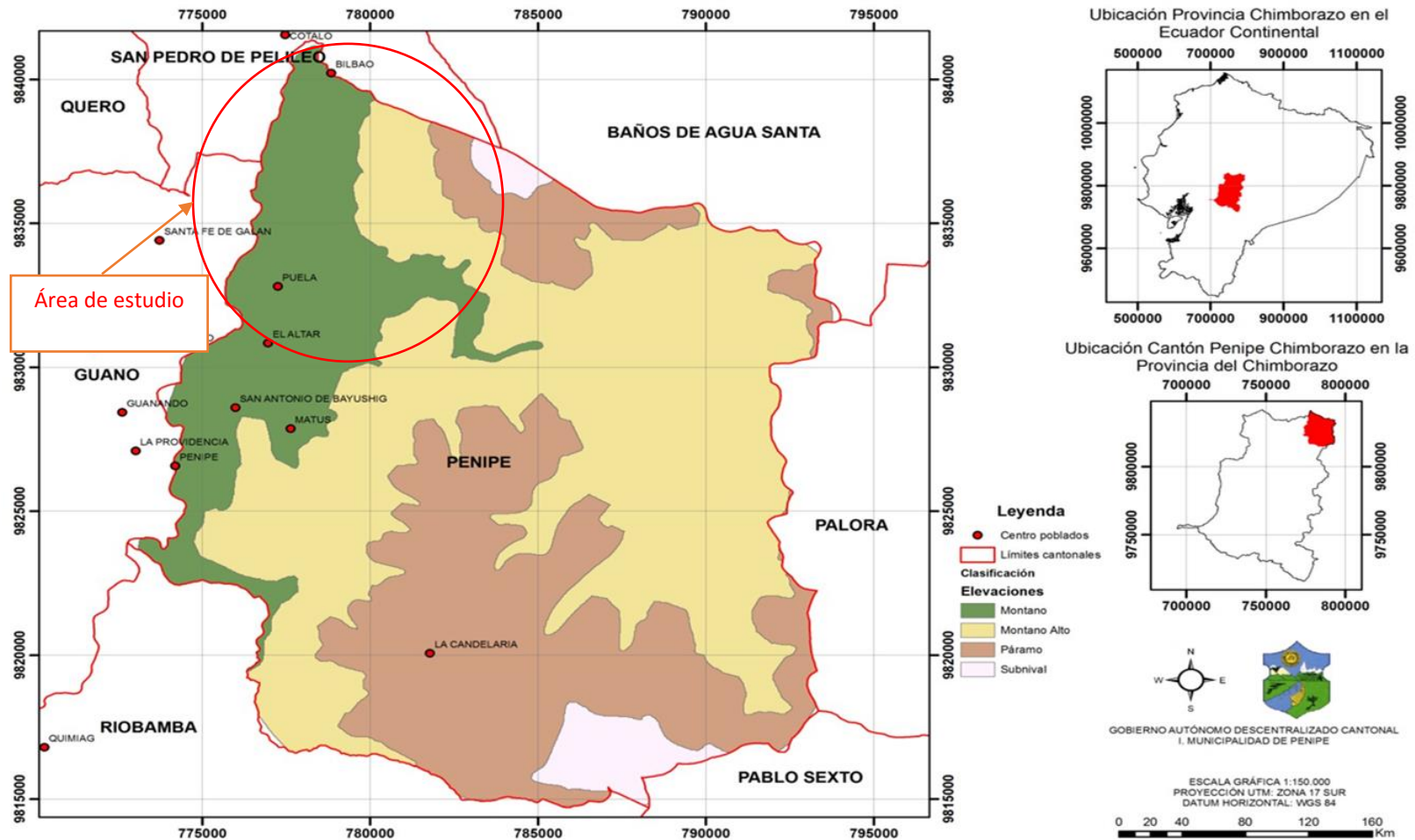
5 al 12% de inclinación regular suave o ligeramente ondulada desde los 1900 a 2800 m.s.n.m, a pendientes superiores al 50%, muy fuertes a abruptas, desde los 1900 a 2800 m.s.n.m, en rangos extremadamente cortos todos en la zona baja, que caracteriza a este sector y existen a nivel cantonal donde se asienta el grupo poblacional. Es menester hacer la reflexión en cuanto a este componente, el sector uno, cuya superficie territorial es mayor en el área de influencia con respecto al sector dos, está ubicada el área mayoritariamente poblada en la zona denominada Baja Ondulada Montañosa entre los rangos de 11.4 a 14.4%, dando seguridad en este aspecto a los habitantes. Mientras el área dos, poblacionalmente al menos la cabecera parroquial se asienta en un pequeño colinado ondulado montañoso, excepto el sector de Yuibug cuya población se encuentra dispersa ocupando un territorio que va desde lo ondulado suave a pendientes superiores al 50%, muy fuertes a abruptas, desde los 1900 a 2800 m.s.n.m en espacios muy cortos similar al desplazamiento que también se presenta en el centro parroquial hacia los costados, dejando vulnerable al sector.

**Imagen 14.** Parroquia Bilbao asentada sobre un Pie de Monte Inclinado de Alta Montaña



Elaboración propia, 2017

**Mapa 3. Clasificación de elevaciones**



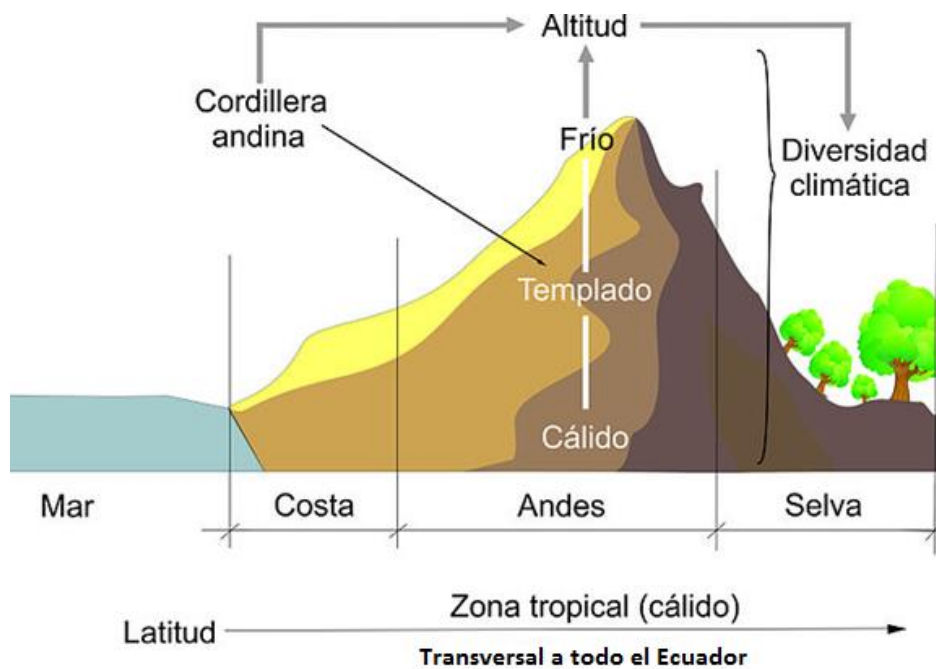
Fuente. GAD, Chimborazo, 2015, p.19

## 5.3 INFORMACIÓN CLIMÁTICA

### 5.3.1 Clima del Ecuador

El factor determinante del clima del Ecuador es la latitud. Por hallarse atravesado por la línea equinoccial y ubicado entre los 01°58'54" de latitud Norte y los 05°00'00" de latitud Sur, se encuentra en plena zona tórrida, lo que le daría al país las características de un clima totalmente cálido, si no intervinieran factores modificadores que son: las corrientes frías de Humboldt y cálida de El Niño; la cordillera de los Andes y su altitud; sumado a las perturbaciones atmosféricas de la Amazonia. (Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004).

**Figura12** Estructura altitudinal de la conformación del clima en el Ecuador



**Fuente.** Los factores climáticos<sup>20</sup> Recuperado de: [https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiNjuT33\\_TTAhUCWRoKHRuHDkQjR-wIBw&url=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FClima\\_del\\_Per%25C3%25BA&psig=AFQjCNGaoGBdOWOUPcBQex-fQCRJgvi91WQ&ust=1495033537893304](https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiNjuT33_TTAhUCWRoKHRuHDkQjR-wIBw&url=https%3A%2F%2Fes.wikipedia.org%2Fwiki%2FClima_del_Per%25C3%25BA&psig=AFQjCNGaoGBdOWOUPcBQex-fQCRJgvi91WQ&ust=1495033537893304) **Adaptación.** Elaboración propia

<sup>20</sup> En las zonas tórridas de América debería existir solo un clima tropical de altas temperaturas conforme a la baja latitud; esta situación difiere en las zonas de montaña por la influencia de la altitud en la cordillera de los Andes. La variedad climática influye en la diversidad ecológica y biológica de los países de la región. Ecuador, parte de Colombia y Perú.



La corriente de Humboldt ejerce su acción de mayo a diciembre causando una temporada de escasas lluvias conocida con el nombre de “verano”, en la que hace un poco de frío en los lugares de mayor influjo como es la subregión periférica de la Costa, donde alcanza valores menores de 15° C de temperatura.

La Corriente cálida de El Niño que no debe ser confundida con el fenómeno cíclico de El Niño, se produce todos los años durante la época de Navidad y va desde diciembre a mayo, la causa de su presencia es el sobrecalentamiento de las aguas del océano en la región ecuatorial; su acción e influjo sobre el litoral ecuatoriano se presenta más acentuada sobre la subregión Nor Occidental del litoral ecuatoriano, causando abundantes precipitaciones y aumentando la temperatura; mientras dura su influjo se produce el llamado “invierno” en la Costa. (Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004).

La corriente de El Niño denominada también Ecuatorial del Norte o de Panamá, converge a la altura del Cabo Pasado en la provincia de Manabí y se encamina a través del frente ecuatorial hacia el occidente en el océano Pacífico, alcanzando 1000 Km desde el perfil costanero hasta las islas del Archipiélago de Galápagos. Tanto la corriente de El Niño como la de Humboldt influyen, aunque la segunda, en grado menor en la Región Interandina o Sierra. La cordillera de los Andes modifica el clima debido a la acción altitudinal que tiene una marcada influencia desde el nivel del mar hasta las más elevadas cumbres, donde podemos encontrar una gran gama de temperaturas. Existe una constante climática altitudinal que fue descubierta por el Geógrafo y Geólogo alemán doctor Teodoro Wolf. (Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004). Según esa constante climática se estableció un índice experimental por el cual aproximadamente por cada 200 metros que se asciende sobre el nivel del mar, disminuye 1° C la temperatura, considerándose como *media* térmica al nivel del mar, 26° C (caso experimental válido en el Ecuador continental).(Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004).

**Imagen 15.** Bosque Nuboso en la zona Anteandina



**Fuente.** Fotografía: Jonathan Serrano

**Figura13** Características de las zonas climáticas en la región interandina



**Recuperado de:** <https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjH3dDw3vTTAhWSDRoKHOZ1BpAQjRwIBw&url=https%3A%2F%2Fwww.slideshare.net%2Ftripler%2Fgeografia-fisica-de-la-sierra-ecuador-7821646&psig=AFQjCNFOR7-0 JvtgWfhl jql8E1Y-i7w&ust=1495035328973087>

Las circunstancias anotadas han dado lugar en el país a los microclimas, es decir una gran variedad de fajas climáticas que han producido nichos ecológicos de gran variedad pues van desde el clima tórrido y tropical hasta el polar o glacial de los nevados andinos. En todos esos pisos climáticos se pueden producir todos los cultivos del mundo, es decir la flora macrotérmica, mesotérmica y microtérmica.

Las perturbaciones atmosféricas de la Amazonía que se presenta en una mesoescala de 36 a 40 kilómetros de altura influyen con corrientes de viento que se desplazan desde el Este

**Imagen 16.** Evapotranspiración en el pie de montaña en la Cordillera Oriental



**Fuente.** Fotografía: Universidad Nacional de Colombia

tienen una dirección convergente a lo largo de la línea equinoccial y se chocan principalmente con la alta cordillera Oriental, causando en el lugar de resistencia o pie de montaña las mayores precipitaciones pluviales en el denominado alto Amazonas.(Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004, p. 82).

Con la altitud disminuye también la presión atmosférica, de aquí las diferencias de presión media entre la Costa = 1013 milibares, con los de la Sierra = 720 milibares.

La humedad relativa que en parte depende de la temperatura, muestra también contrastes notables en el Ecuador, así ésta es de 84% en la zona Nor Occidental de la Costa, 92% en la Amazonia Norte y de 69% en la Sierra Centro. La Sierra influye en las condiciones de pluviosidad, pues provoca el ascenso y enfriamiento del aire que llega desde la Costa y la Amazonia, esto origina mucha lluvia topográfica en las vertientes externas de la cordillera andina. Es así que la zona ubicada en la regada Anteandina de la cordillera Occidental recibe el influjo costanero con 2096 mm anuales de precipitación. Lo opuesto sucede con el aire que después de pasar por la cordillera baja al Callejón Interandino y pierde humedad en la medida en que desciende, originando condiciones semiáridas, por ejemplo, en los Valles del Chota y de Guayllabamba. (Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004, p. 82)

**Imagen 17.** Características climáticas de la zona interandina



**Fuente.** Argenpapa, 12/05/2016

En la Amazonia por el ambiente caluroso, el ascenso convencional de aire permite condiciones húmedas durante todo el año. Pertenecen a estas zonas las regiones centrales con 4500 mm anuales de precipitación.

**Tabla 9.** Régimen de lluvias medias mensuales Amazonia

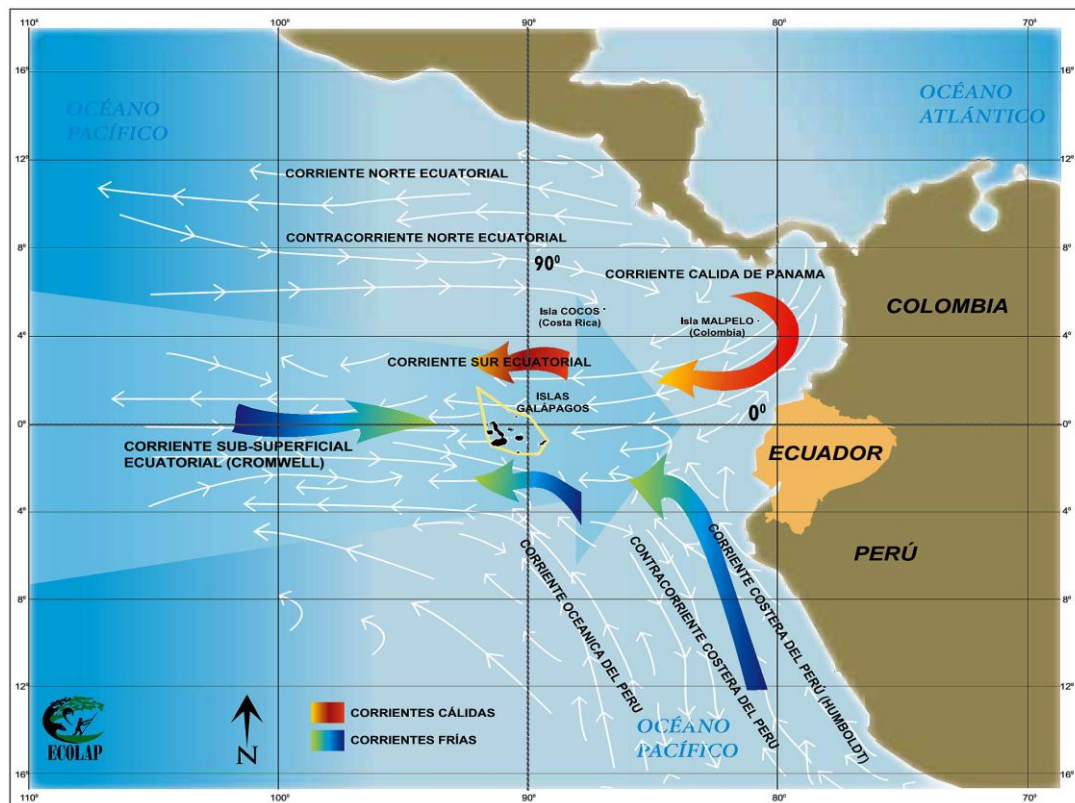
ESTACION	LATITUD	ALTITUD	PRECIP_ANUAL mm
Pto. Asís	0° 31' N	254	3683
Lago Agrio	0° 04' N	297	4014
Limoncocha	0° 24' S	310	3146
Tiputini	0° 46' S	219	2519
Puyo	1° 30' 27S	960	4500

**Fuente.** INAMHI e INECEL, 2012. Elaboración propia

En la Costa el régimen de humedad anual es menos uniforme debido al influjo de las dos corrientes marinas: de diciembre a mayo, la corriente de El Niño, que trae aire húmedo y caliente que promueve la lluvia convencional. Durante los demás meses del año prevalece la corriente de Humboldt que transporta aire frío del sur, dando como resultado pocas nubes, garúa y muy poca lluvia.(Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004).

Es de resaltar la heliofanía como un elemento climático muy importante, debido a su posición astronómica, el Ecuador recibe doce horas de claridad diarias durante todo el año, con cortas y variadas alteraciones durante los meses de mayor nubosidad y lluvia. Elementos, todos estos que sumados a la rápida ascensión desde las regiones más cálidas ecuatoriales hacia la región alta andina, con una estructura semejante a escalones naturales que marcan la diferencia aproximadamente cada 170 metros, mismos que configuran un mosaico climático denominado Pisos Térmicos.

**Figura 14.** Conformación de las corrientes marinas que influyen al Ecuador.



**Fuente.** Ecolap, 2016

Actualmente se han hecho estudios sobre las variaciones climáticas de la temperatura según la altura en el Ecuador, cuya variación es más aproximada a la realidad que la constante antes señalada, el valor determinado es la disminución de 1° C por cada 170 metros, es decir que la temperatura desciende 6° C por cada kilómetro que se asciende.

Para la zona tropical de montaña del Ecuador se puede utilizar la fórmula propuesta por Eidt:  $T = 30 - 6H/1000$ , misma que permite la temperatura promedio (Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004, p. 80). Podemos determinar el promedio, para el caso de Riobamba.

$$T = 30 - 6(2710/1000)$$

$$T = 30 - 6(2.71)$$

$$T = 13, 7^\circ \text{ C}$$

**Tabla 10.** Heliofanía en amazonia ecuatoriana

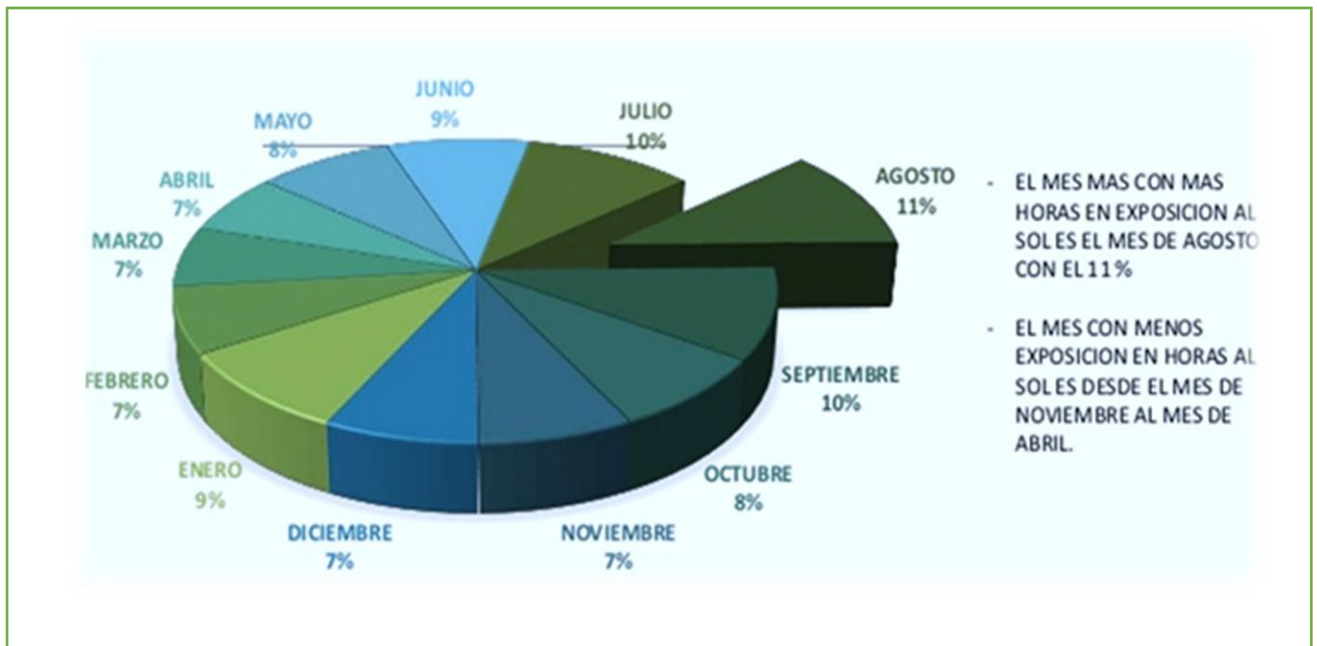
MEDICIONES/MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
Horas de Sol medidas	177.7	137.2	91.9	88.5	123.2	103.2	118.3	142.4	151.6	155.0	141.4	129.9	1560.3
Ídem Unidad de 12 horas	14.8	11.4	7.7	7.4	10.3	8.6	9.9	11.9	12.6	12.9	11.8	10.8	130.0
Horas de Sol Teóricas	31.2	28.2	31.2	30.3	31.2	30.3	31.2	31.2	30.3	31.2	30.3	31.2	367.8
% Horas medidas teóricas	47.4	40.4	24.7	24.4	33.0	28.4	31.7	38.1	41.6	41.3	38.9	34.6	35.3

**Fuente.** INAMHI e INECEL, 2012. Elaboración propia

Las persistentes precipitaciones registradas en las estribaciones de la Cordillera Oriental (Puyo 4500 mm y Lago Agrio 4014 mm), son índices de una fuerte nubosidad lo que disminuye considerablemente las horas de sol. En general, los meses de mayores precipitaciones tienden a tener menos horas de sol y viceversa (Tabla.10). En la llanura amazónica la relación es prácticamente la misma por lo que a una menor precipitación (Tiputini 2519 mm) se registran valores más bajos de nubosidad y en consecuencia mayor número de horas sol.

La naturaleza montañosa del país provoca una diferencia de horas de sol recibidas y la nubosidad en general. La mayor parte recibe a plenitud la luz del sol excepto en horas del amanecer y ocaso, en donde las elevaciones provocan sombras en ciertas zonas. Las zonas más altas y los valles son los primeros en recibir luz, pero antes llegar al ocaso pasan más tiempo con sombra que el resto de la cuenca. Los valores máximos de heliofanía se encuentran entre 2000 y 3000 m.s.n.m, la zona correspondiente a los fondos de valles, en donde se recibe el calor del sol durante más tiempo lo que genera convecciones que alejan a las nubes durante el día (en la noche se da el efecto inverso). Este comportamiento disminuye en altitudes superiores (3000 y 4000 m.s.n.m), que corresponden a los páramos, debido a la formación de neblinas en esta zona, para después en las zonas altas por sobre los 4000 m.s.n.m. la heliofanía aumenta nuevamente. (La Granja, Revista de Ciencias de la Vida, 2012, p. 23-47).

**Figura 15.** Heliofanía en Ecuador



**Fuente.** Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología 2002-2011, Elaboración propia

La disminución considerable de nubosidad y precipitaciones en el país está enmarcada en el mes de agosto, generando la mayor heliofanía en la geografía, 11%. Lo contrario sucede desde el mes de noviembre hasta abril, mayormente nublado, complementándose con fuertes precipitaciones, denominado invierno; atmósfera cubierta y disminución de radiación solar en el territorio con un promedio de 7.3%.

La naturaleza del Ecuador, al depender de su latitud y altitud da paso de manera vertical a diferentes espacios climáticos o pisos térmicos. Los Pisos Térmicos son zonas que tienen características climáticas especiales, como la altitud, la temperatura, el brillo solar y el viento. Los pisos térmicos son cinco: nieves perpetuas, páramo, frío, templado y cálido; así reconocidos en el territorio nacional.

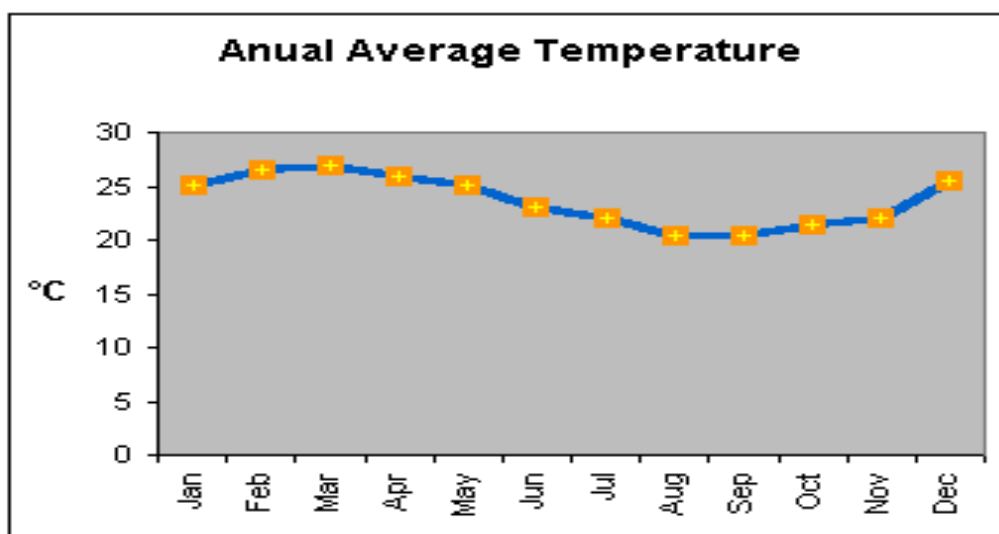


**Imagen 18.** Diversidad de cultivos en la región interandina, resultado de la heliofanía ecuatorial.



**Fuente.** Ecuador Agrícola, 2016

En relación a sus características bioclimáticas en el Ecuador se diferencian nueve tipos de climas que son: seco, tres tropicales (húmedo, monzónico y de sabana), tres mesotérmicos (húmedo, semi-húmedo y seco) y el de páramo. El noveno clima es el de las Islas Galápagos. A pesar de estar en el Ecuador las islas Galápagos no tienen un clima húmedo y caliente igual al de otras regiones ecuatoriales, por estar en una zona seca del Pacífico, donde las temperaturas se mantienen bajas por influencia de la corriente fría de Humboldt, que viene



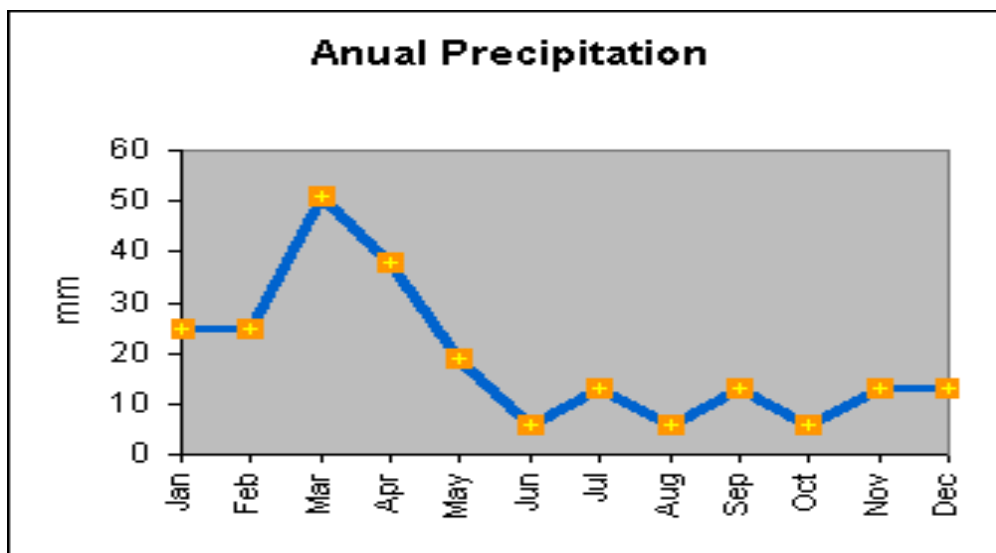
**Figura 16.** Promedio de temperaturas anuales en Galápagos.

Recuperado de: <https://www.ecured.cu/EcuRed:Acerca de>

desde el Antártico. Este fenómeno muy particular de enfriamiento del aire, junto a los vientos Alisios del sureste y en ocasiones la influencia de El Niño, producen dos estaciones climáticas a lo largo del año. La estación “lluviosa” desde enero a mayo, se caracteriza por temperaturas cálidas entre 23 y 27° C y días soleados. El océano es más tibio y menos movido, con mejor visibilidad bajo el agua.

Esta estación puede tener períodos de lluvia, que por lo general son escasos, sin embargo, pueden provocarse lluvias excesivas por el fenómeno de El Niño.

**Figura 17.** Precipitación anual en Galápagos



Recuperado de: [https://www.ecured.cu/EcuRed:Acerca\\_de](https://www.ecured.cu/EcuRed:Acerca_de)

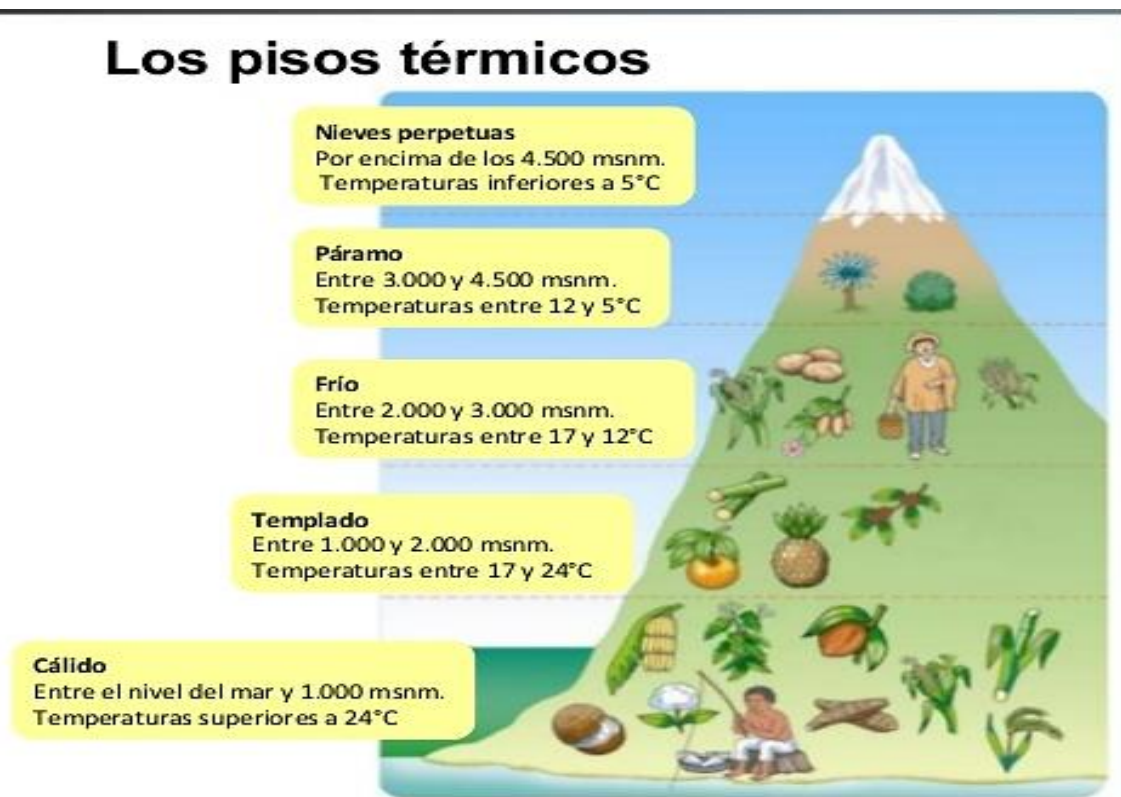
**Imagen 19.** Estragos provocados por la influencia del fenómeno de El Niño



**Fuente.** Municipio de Quito, 2017

### 5.3.2 PISOS TERMALES

Figura 18. Distribución general de Pisos Térmicos en Ecuador



Recuperado de: <https://image.slidesharecdn.com/clima-140806182310-phpapp02/95/clima-12-638.jpg?cb=1407349440>

La altitud es un factor climático importante en las zonas montañosas. Es un hecho notorio que la temperatura media del aire cerca del suelo disminuye en dirección a cotas más elevadas. En las regiones del Ecuador terrestre como las cercanas a esta región, la altura del relieve modera y hasta reduce drásticamente las altas temperaturas que a poca altitud se presentan durante todo el año. (Silva León, 2002, p. 2).

En la climatología ecuatoriana se han denominado pisos altitudinales, térmicos o climáticos, y también franjas o zonas altitudinales a aquellas porciones de territorio limitadas hacia abajo y hacia arriba por ciertas altitudes o temperaturas medias anuales escogidas. Estos límites de alguna manera arbitrarios se representan cartográficamente por una curva de nivel o una isoterma anual, según el caso. Los pisos térmicos o altitudinales son porciones de

territorio limitadas hacia abajo y hacia arriba por valores determinados de temperatura media anual o de altitud. Las clasificaciones de pisos térmicos tienen un interés climático en atención al confort humano y al desarrollo de actividades agropecuarias, pero también tienen un interés ecológico y biogeográfico. El Ecuador ha determinado los siguientes:

### 5.3.2.1 Clima Seco

En la región litoral hacia la parte del océano Pacífico se presentan condiciones de escasa precipitación durante gran parte del año, cuyo valor anual queda por debajo del requerido

**Imagen 20.** Bosque seco en la provincia de Santa Elena



**Fuente.** Fundación Natura

para cubrir las pérdidas por efecto de la evapotranspiración, bajo estas características a esta franja se lo identifica como árida.

El primer tipo de clima denominado seco se caracteriza por las pocas precipitaciones anuales, promedio 500mm. Hay una sola época lluviosa que va desde enero hasta abril. La temperatura promedio de este tipo de clima es de 24° C. Este clima se da sobre todo en la

península de Santa Elena y el cabo San Lorenzo, siendo la ciudad de Salinas donde hay menos precipitaciones anuales (126mm) y una temperatura media de 23, 4° C.

### **5.3.2.2 Clima Tropical**

El clima tropical de sabana se presenta al Norte y Este de la península de Santa Elena. Abarcaría la zona más occidental de las provincias de Guayas, exceptuando la península de Santa Elena, Manabí y Esmeraldas. Lluve aproximadamente entre 500 y 1.000 mm al año concentrándose las lluvias entre diciembre y mayo. Los bosques secos y de ceibos son particulares de esta zona climática. Las temperaturas medias son de unos 26° C.

**Imagen 21.** Bosque de Ceibos en la provincia de Manabí



**Fuente.** Fundación Natura

### **5.3.2.3 Clima Tropical de Monzón**

El siguiente clima es el tropical de monzón que se extiende desde la ciudad de Esmeraldas hasta el golfo de Guayaquil. Las precipitaciones en esta región son de 1.000 y 2.000 mm que ocurren principalmente entre diciembre y mayo. La vegetación de esta zona es una selva densa con una temperatura media de 23 a 27° C.

**Imagen 22.** Cultivos de arroz



**Fuente.** Fundación Natura

**Imagen 23.** Selva húmeda



**Fuente.** Fundación Natura

#### **5.3.2.4 Clima Mesotérmico**

El clima mesotérmico húmedo se presenta en las vertientes occidentales y orientales de la cordillera de los Andes. Es un cambio climático entre la Sierra y las dos regiones que la limitan (Costa y Amazonía). Se da en altitudes de 500 a 1.500 m.s.n.m, los niveles de lluvia anuales son de 2.000 a 4.000 mm y la lluvia es constante, creando una sola estación lluviosa. La temperatura varía según la altitud; la vegetación es casi selvática, bosques que lamentablemente están destruyéndose por la deforestación

**Imagen 24.** Bosque en el flanco externo de la Cordillera Occidental



**Fuente.** Fundación Natura

#### **5.3.2.5 Clima Mesotérmico Semihúmedo**

Otro clima del Ecuador es el mesotérmico semi húmedo. La precipitación anual es de 500

a 2.000 mm, tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero-mayo y octubre-noviembre. Es el clima que más se encuentra en los valles interandinos de la Sierra, exceptuando los valles calientes como Guayllabamba y los que están sobre los 3.200 m.s.n.m. La temperatura media oscila entre 12 y 20° C. La vegetación original de esta zona ha ido modificándose desde la llegada de los españoles, ya que es el sector donde se asientan los principales poblados hoy en día.

**Imagen 25.** Valle interandino



**Fuente.** Fundación Natura

#### **5.3.2.6 Clima Mesotérmico Seco**

El clima mesotérmico seco se presenta en el fondo de los valles de callejón interandino.

Las temperaturas y la vegetación son las mismas que las del clima anterior. Las precipitaciones son inferiores a los 500 mm anuales.

Estos valles presentan condiciones de temperatura idóneas para desarrollar cultivos de tipo subtropical y tropical, mismos que abastecen al mercado nacional e internacional durante todo el año.

**Imagen 26.** Valle interandino mesotérmico seco, región norte del Ecuador



**Fuente.** Fundación Natura

### **5.3.2.7 Clima de Páramo**

El clima denominado de páramo es muy frío, se presenta a partir de los 3600 m.s.n.m en la altitud de las montañas andinas. La temperatura anual de este clima es de 4 a 8° C. La vegetación característica es el pajonal y matorral de páramo. Las precipitaciones anuales son de 800 a 2.000 mm, dependiendo de la temporada se presentan aguaceros torrenciales a lluvias que caen con leve intensidad, pero prolongadamente.

**Imagen 27.** Páramo Reserva Cayambe-Coca



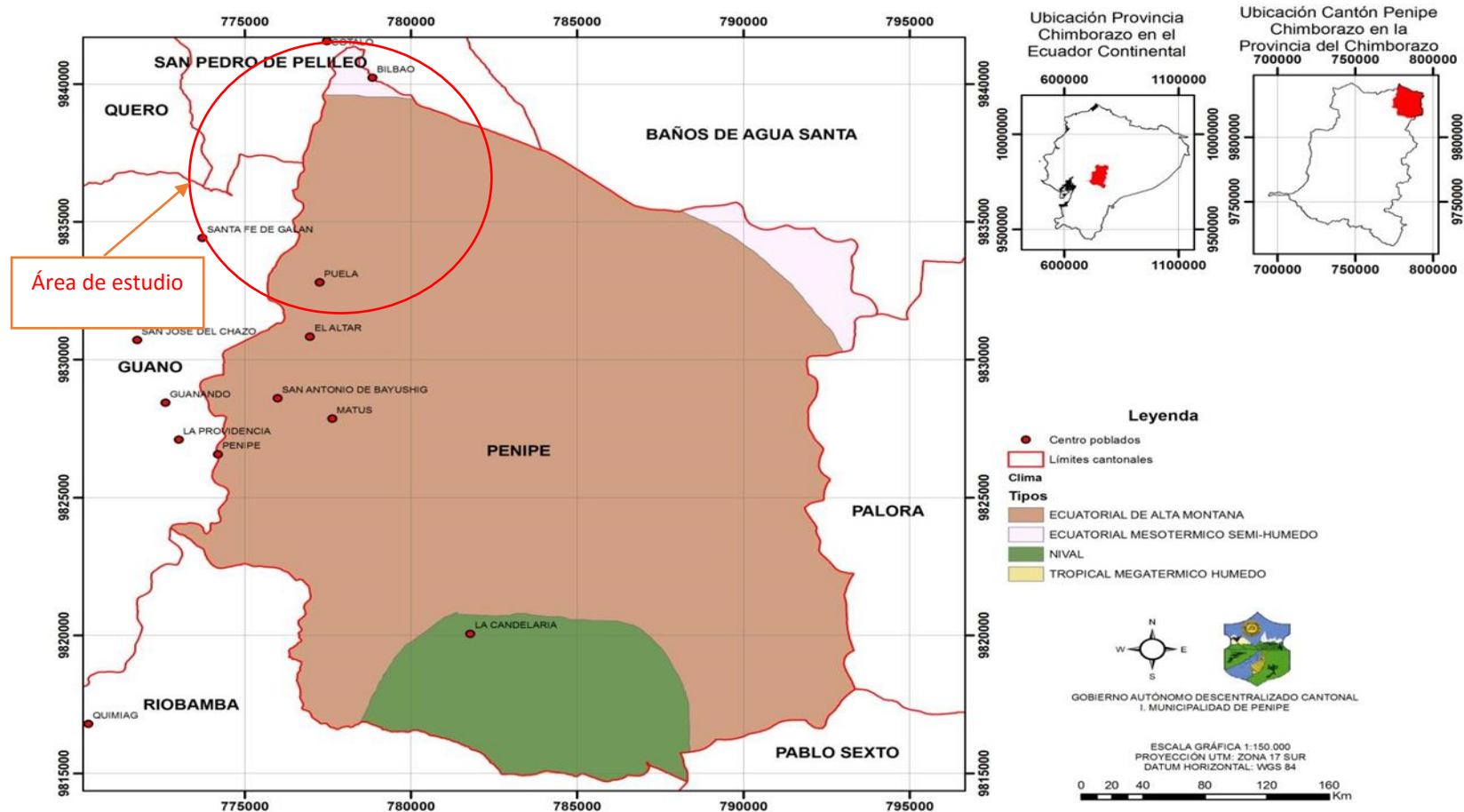
**Fuente.** Pillajo Patricio



## 5.4. Análisis Biofísico de la Zona de Afectación

### 5.4.1. El clima del cantón

Mapa 4. Tipo de clima



Fuente. GAD, Chimborazo, 2015, p.19

El 84,49% del territorio cantonal, se caracteriza por tener un clima Ecuatorial de Alta Montaña por encima de los 3000 m.s.n.m. La altura y la exposición de heliofanía son los factores que condicionan los valores de las temperaturas y las lluvias. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 22° C, las mínimas tienen sin excepción valores que no descienden de los 9° C, presentando una estructura de rangos térmicos muy estables; exceptuando la zona sobre los 3500 metros que fluctúan entre 4 y 8° C. En general la región mantiene una temperatura promedio de 15. 5° C.

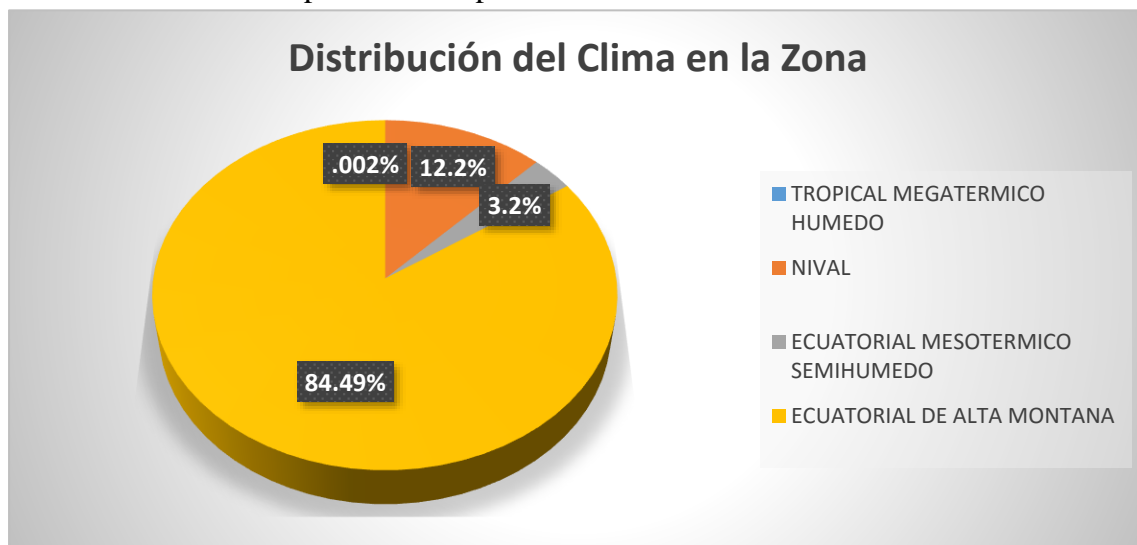
La gama de los totales pluviométricos anuales va en el rango de 800 a 2.000 mm, la mayoría de las precipitaciones son de larga duración, pero de baja intensidad. La humedad relativa presente esta sobre el 80%. La vegetación natural llamada matorral en el bosque alto andino o denominado ceja de montaña, en el piso más bajo, es reemplazada en el piso inmediatamente superior por un espeso tapiz herbáceo frecuentemente saturado de agua, el páramo.

**Tabla 11.** Tipos de Clima

Tipo de Clima	Hectáreas	Porcentaje
TROPICAL MEGATERMICO HUMEDO	0,89	0,002
NIVAL	4499,5	12,274
ECUATORIAL MESOTERMICO SEMIHUMEDO	1185,16	3,233
ECUATORIAL DE ALTA MONTANA	30972,84	84,490
<b>TOTAL</b>	<b>36658,39</b>	<b>100</b>

**Fuente.** SNI, 2014; GAD Penipe, 2015. Elaboración propia

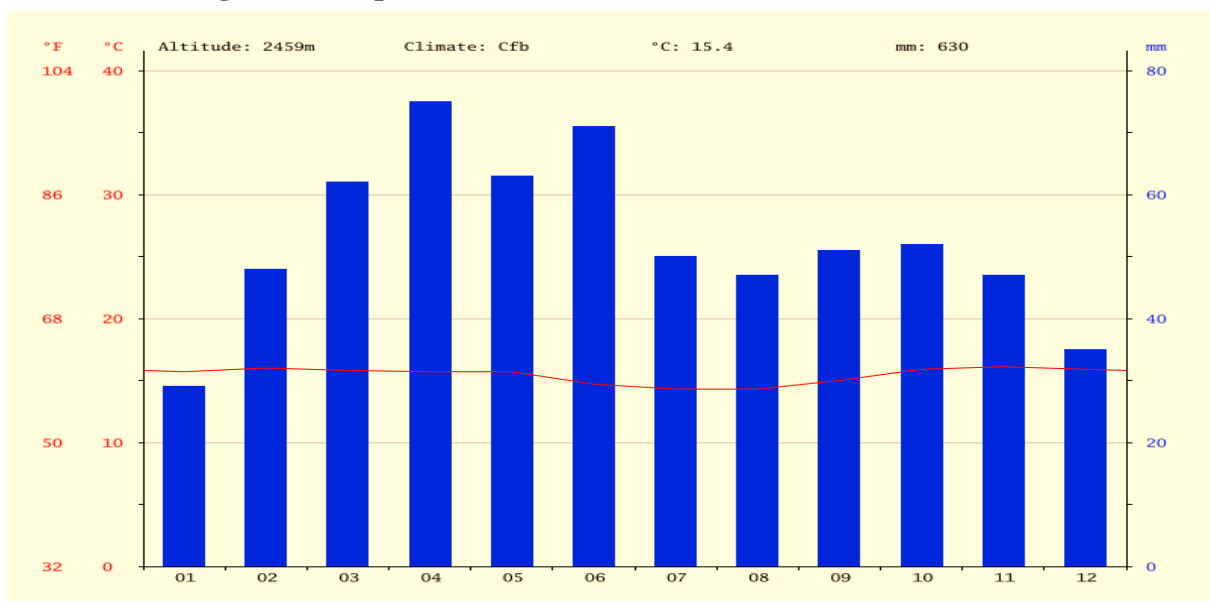
**Tabla 12.** Distribución porcentual Tipos de Clima



**Fuente.** SNI, 2014; GAD Penipe, 2015. Elaboración propia

Enfocando el mismo componente y descendiendo a las parroquias de análisis, podemos ver que la relación climática es muy similar al contexto cantonal. En general, el área de estudio afectada se caracteriza por tener dos estaciones bastante definidas. Una lluviosa entre los meses de enero a junio con picos ascendentes de manera paulatina, alcanzando el nivel pluviométrico más alto en abril con 75 mm, seguido por el mes de junio con 72 mm, mientras que enero registra el periodo más bajo con 29 mm.

**Tabla 13.** Climograma Penipe



**Fuente.** Datos climáticos Mundiales, 2016

Una segunda temporada denominada seca entre los meses de julio a diciembre con variadas precipitaciones, alcanzando el pico más alto de esta en el mes de octubre con 52 mm. Además, existe la presencia de heladas entre los meses de julio y agosto, por el cambio brusco de la temperatura atmosférica.

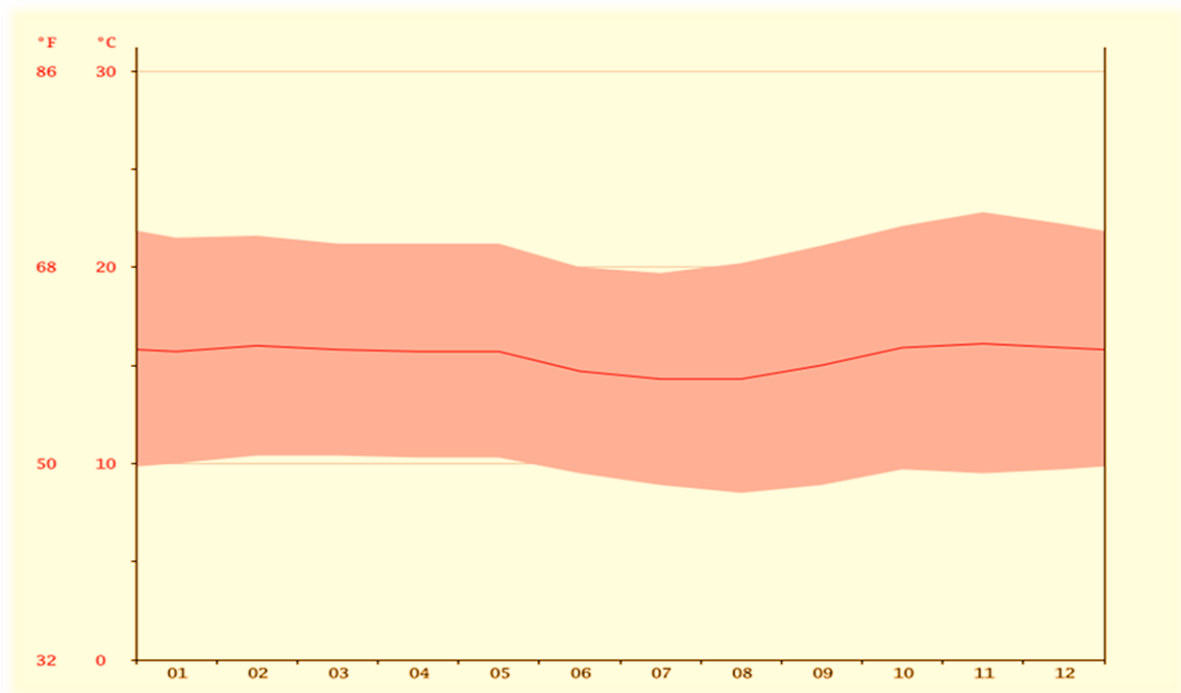
Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 46 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 1.8° C. Para la interpretación y lectura de la tabla climática (Tabla 14) para cada mes, se expresan datos sobre precipitación (mm), temperatura media, máxima y mínima (grados Centígrados y Fahrenheit). Significado de la primera línea: (01) Enero, (02) Febrero, (03) Marzo, (04) Abril, (05) Mayo, (06) Junio, (07) Julio, (08) Agosto, (09) Septiembre, (10) Octubre, (11) Noviembre, (12) Diciembre.

**Tabla 14. MATRIZ CLIMÁTICA / DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO PENIPE**

MESES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
mm	29	48	62	75	63	71	50	47	51	52	47	35	630
°C	15,7	16	15,8	15,7	15,7	14,7	14,3	14,3	15	15,9	16,1	15,9	15,4
°C (min)	10	10,4	10,4	10,3	10,3	9,5	8,9	8,5	8,9	9,7	9,5	9,7	9,7
°C (máx.)	21,5	21,6	21,2	21,2	21,2	20	19,7	20,2	21,1	22,1	22,8	22,2	21,2
°C	60,3	60,8	60,4	60,3	60,3	58,5	57,7	57,7	59	60,6	61	60,6	59,8
°C (min)	50	50,7	50,7	50,5	50,5	49,1	48	47,3	48	49,5	49,1	49,5	49,4
°C (máx.)	70,7	70,9	70,2	70,2	70,2	68	67,5	68,4	70	71,8	73	72	70,2

**Fuente.** Datos Climáticos Mundiales, 2016. Elaboración propia

**Tabla 15.** Diagrama de Temperatura Penipe



**Fuente.** Datos climáticos Mundiales, 2016

#### 5.4.1.1 Análisis climático parroquia San Miguel de Puela

**Tabla 16.** Información climática.

Variable	Descripción
<b>Precipitación</b>	600 mm anuales
<b>Temperatura</b>	12 a 15°C
<b>Pisos climáticos</b>	Ecuatorial Frío ALTA Montaña Ecuatorial Frío Semi Húmedo Alta Montaña
<b>Humedad</b>	96.8% de humedad relativa

**Fuente.** Ministerio del Medio Ambiente 2014; GAD Puela, 2015

En la Parroquia de San Miguel de Puela se definen dos tipos de clima bastante marcados, el Ecuatorial Frío de Alta Montaña y el Ecuatorial Frío Semi Húmedo Alta Montaña, con temperaturas entre 12 a 15°C. La influencia de vientos cálidos de la Amazonia, hace que se tenga una

humedad relativa del 96.8% y una precipitación de 600 mm anuales, según expresa el equipo técnico del GADPR de Puela 2015.

**Imagen 28.** Valle de producción agrícola beneficiándose del clima de la zona

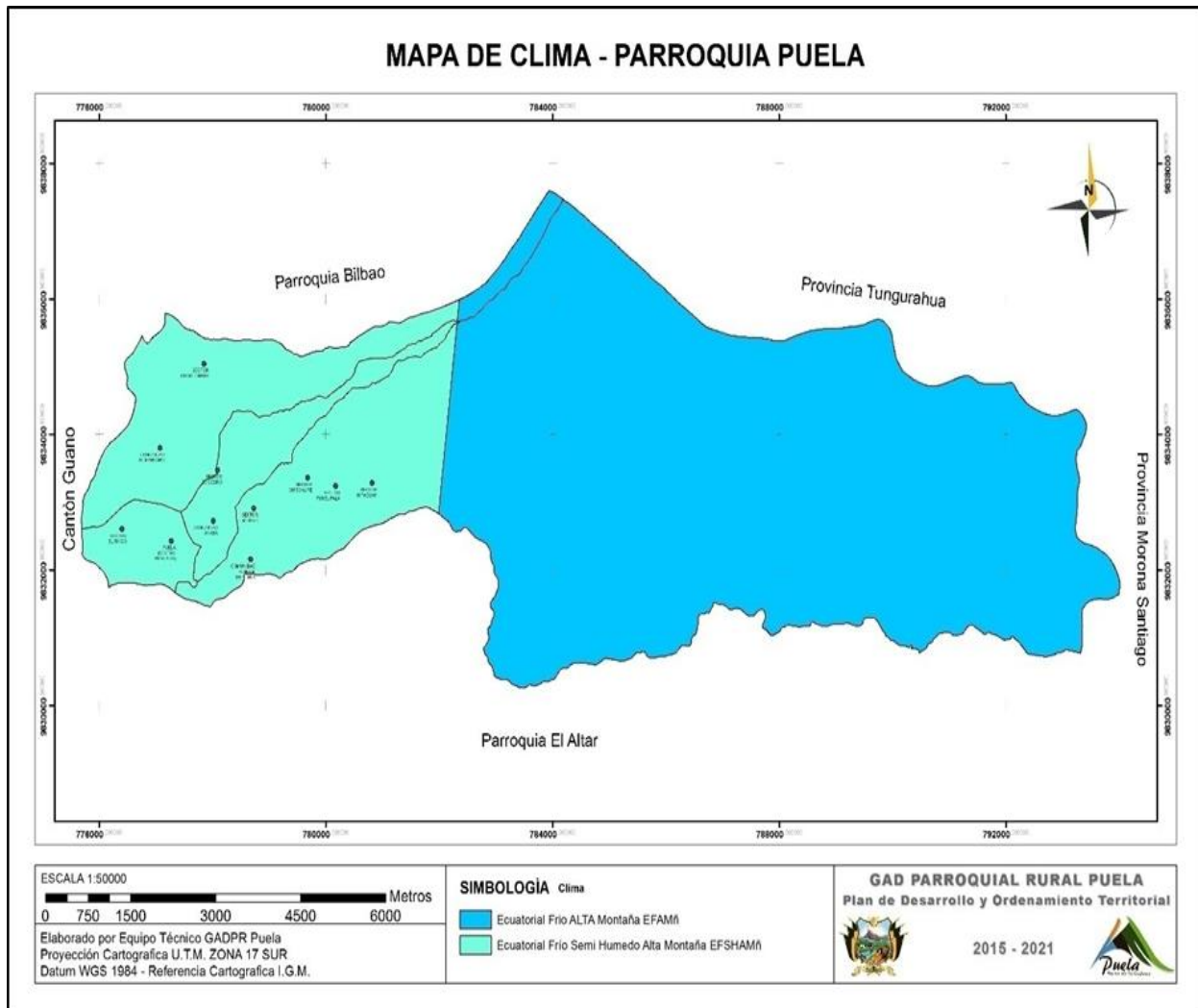


Elaboración propia, 2016

La temperatura, presenta una sensación térmica más elevada en la zona baja junto al valle de los ríos Chambo y Puela, misma que va descendiendo paulatinamente cada 200 metros aproximadamente mientras se desplaza en altitud, esto ha permitido que a nivel agropecuario los moradores puedan desarrollar actividades en este entorno con una diversidad de cultivos adaptados a los diversos pisos climáticos que se desarrollan en la zona de influencia. El entorno junto a la orilla de los ríos, con temperaturas más altas es apta para cultivar diferentes tipos de cereales, gramíneas, hortalizas entre otras; además se cultiva una diversidad de frutales únicos para la región, como son, la mandarina, aguacate, durazno, melocotones, granadilla, tomate, mora, babáco, entre otros. Las condiciones biogeográficas han permitido mejorar la calidad en

pastizales desarrollados e incorporar mejor calidad de ganado vacuno utilizado para producción lechera. La zona de valle goza de una temperatura promedio de 13. 5° c (INAMHI, 2015).

**Mapa 5.** Clima de la parroquia Puela



**Fuente.** (GAD\_Puela, 2015)

Es en la estación lluviosa de la zona baja del territorio donde se desarrolla la actividad agrícola, proceso que en el último periodo se refuerza con el agua de riego distribuida entre los habitantes para paliar el déficit pluviométrico, especialmente en las épocas de menor precipitación; mientras en la zona alta, que sobrepasa los 2.700 m.s.n.m la humedad presente en el ambiente, mantiene lo verde la vegetación.

La conformación climática en general está enmarcada por las mismas características temporales antes estudiadas del cantón.

#### 5.4.1.2. Análisis climático parroquia Bilbao

**Tabla 17.** Información climática

Variable	Descripción
Precipitación	700 - 1.000mm anuales
Temperatura	12 - 18°C
Pisos climáticos	Ecuatorial ALTA Montaña Ecuatorial Meso Térmico Semi Húmedo
Humedad	80% de humedad relativa

**Fuente.** Ministerio Ambiente 2014; GAD BILBAO, 2015

La temperatura oscila entre 12° a 18° C, con sensación térmica más elevada en la zona baja junto al valle del Chambo, misma que va descendiendo paulatinamente mientras se desplaza en altitud, presentando una temperatura promedio en la zona de 15° C, tendiente a variar entre un mínimo de 6 hasta un máximo de 24° C, desde la zona alta montañosa al valle del Chambo, respectivamente (INAMHI, 2015).

Esta variabilidad se puede apreciar de acuerdo a la “estación” que se encuentre; durante la noche y en la época lluviosa (la población la identifica como invierno) suele presentar temperaturas muy bajas y en la época soleada (la población la identifica como verano) a medio día en la zona baja la temperatura es elevada, esto determina que se puedan cultivar varios productos que dependen de condiciones climáticas de temperatura mayor.

La precipitación anual promedio en la zona está alrededor de 700 - 1.000 mm. Con una humedad relativa que oscila entre el 75 y 85%. (Diagnóstico Participativo Comunitario del P.D.L. del cantón Penipe 2000).



Este nivel de precipitación afecta a las condiciones de vulnerabilidad de los cultivos especialmente en la zona baja en donde no hay fuentes y vertientes de agua por lo que se ven afectados los cultivos y el sector productivo. En la parroquia Bilbao no existen fuentes de agua en los diferentes niveles de altura.

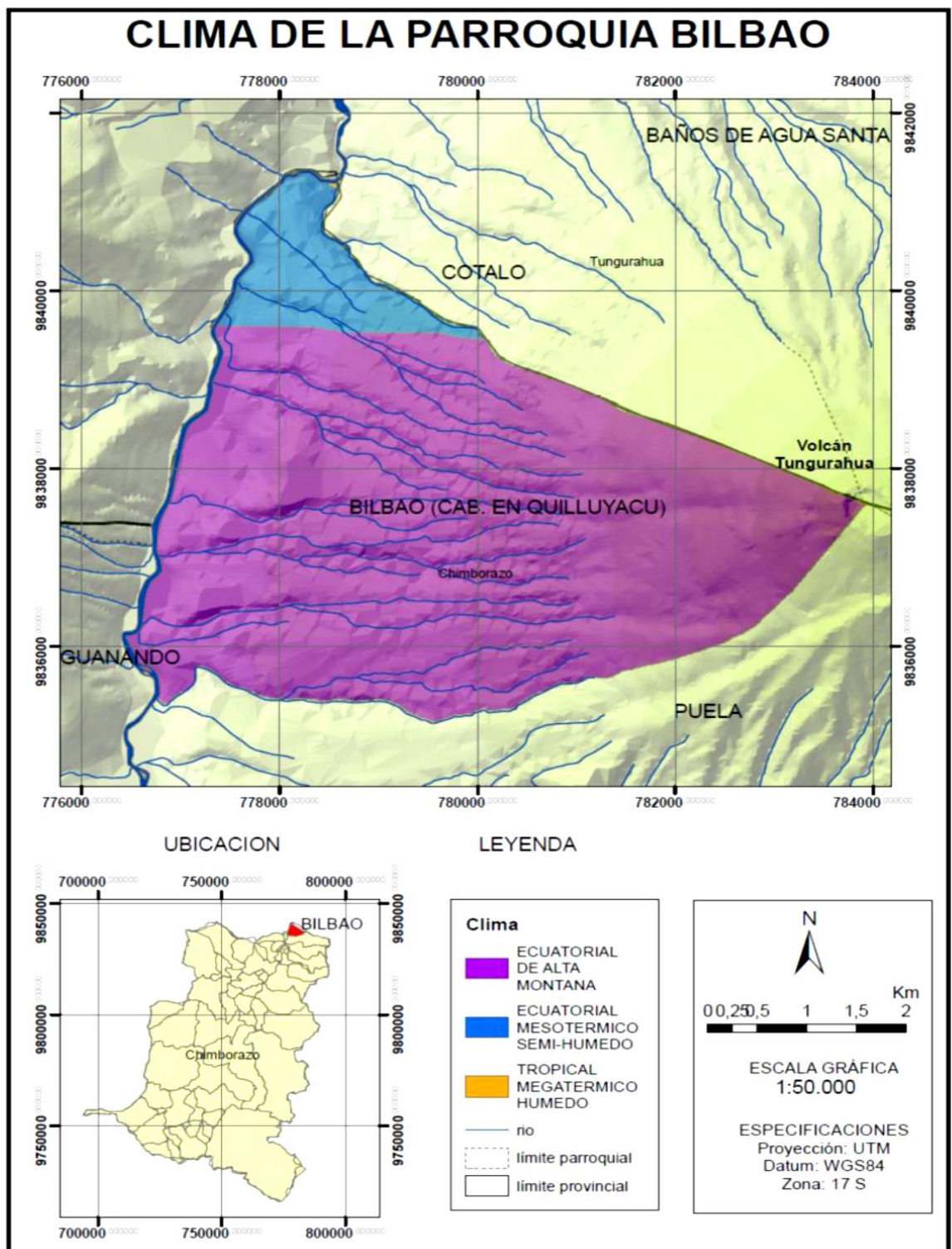
Es en la estación lluviosa en la parte baja que se desarrolla la actividad agrícola, mientras en la zona alta, que sobrepasa los 2.700 m.s.n.m no se siente el “verano” la humedad ambiental se mantiene por lo que la calidad de los pastos se regenera en corto tiempo.(GAD\_Bilbao, 2011)

**Imagen 29.** Variación altitudinal y su relación climática en Bilbao



Elaboración propia, 2016

Mapa 6. Clima de la parroquia Bilbao



Fuente. Ministerio del Ambiente 2014; GADPR BILBAO, 2015

## 5.5 Formaciones Geológicas y sus Características

Según datos del Sistema Nacional de Información, 2014 y referido en el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Penipe 2015, se determina que las formaciones geológicas presentes en la zona corresponden al siguiente análisis: Derrumbes, en los flancos y estribaciones de las quebradas como resultado de procesos sísmicos y tremores, también en cortes de montaña por afectaciones e inestabilidades en construcciones de obras civiles. Depósito Aluvial en la micro cuenca de los ríos Chambo y Puela, provocado por arrastre de material desde la zona alta de la cordillera occidental y oriental, respectivamente, siendo la del Chambo la de mayor afectación erosiva. Depósito Coluvial en los flancos del volcán Tungurahua, Depósito Glacial, en la zona alta de la cordillera oriental, hacia los páramos de Minsas. Presencia de Piroclastos del Chimborazo además de Ceniza del Tungurahua, formando espacios aterrizados que son el área de desenvolvimiento antrópico en el porcentaje más alto.

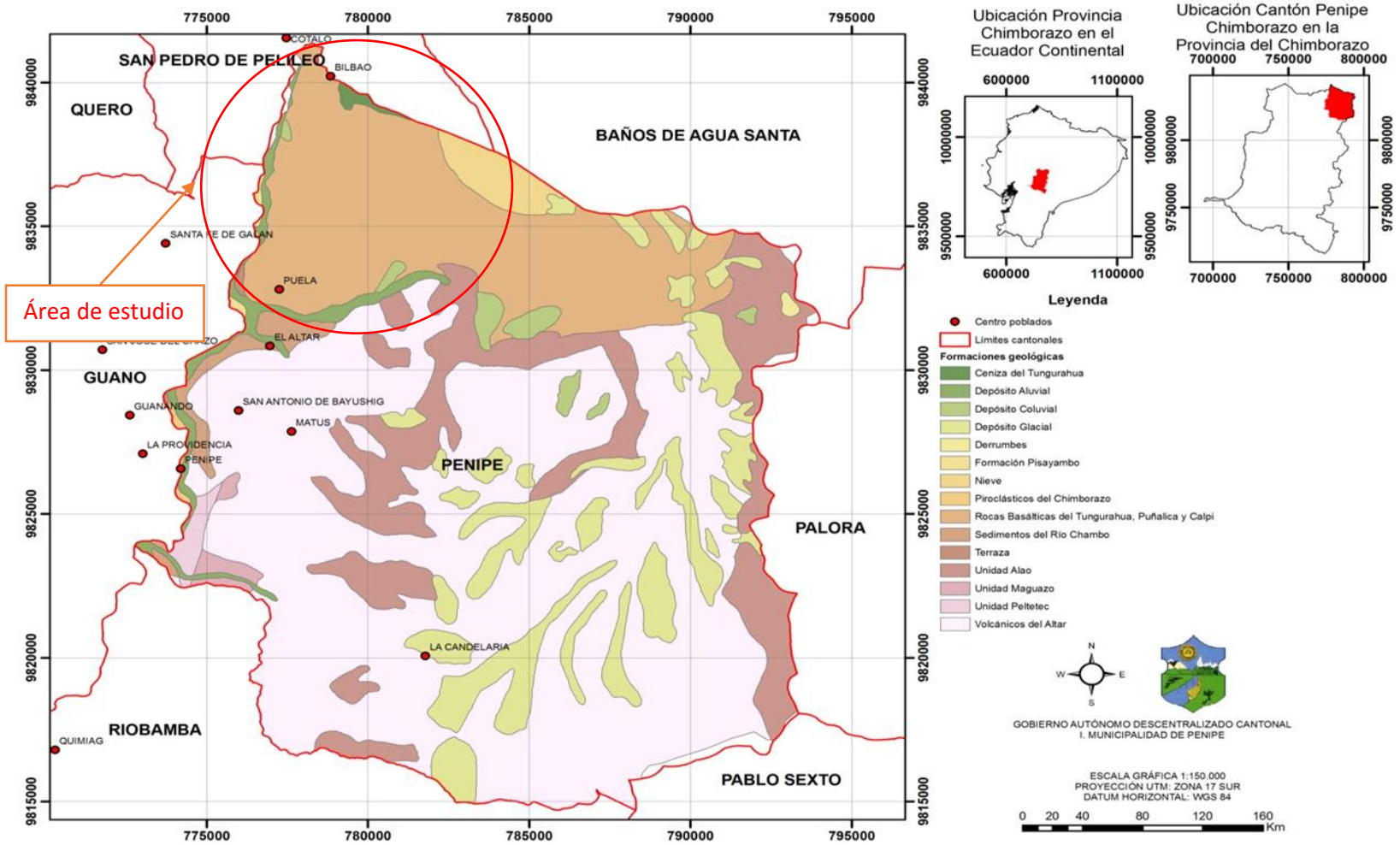
La descripción de estas formaciones geológicas, como también los periodos de su formación y edad se describen en la tabla 18 y mapa 7.

**Tabla 18.** Características de formaciones geológicas, período de formación y edad

Formaciones Geológicas	Período de Formación	Edad	Características	Superficie hectáreas	Porcentaje
Derrumbes	CUATERNARIO	Holoceno	Deslizamientos de Masa y Derrumbes	351.05	4.81%
Depósito Glacial	CUATERNARIO	Pleistoceno	Tilitas Brechosas	460.61	6.32%
Sedimentos del Río Chambo	CUATERNARIO	Holoceno	Areniscas y Conglomerados	37.60	0.52%
Piroclásticos del Chimborazo	CUATERNARIO	Pleistoceno	Flujos Piroclásticos	1284.68	17.6%
Terraza	CUATERNARIO	Holoceno	Grava y Arenas Sueltas	283.02	3.88%
Nieve			Nieve	357.76	4.91%
Rocas Basálticas del Tungurahua, Puñalica y Calpi	CUATERNARIO	Pleistoceno	Lavas Basálticas y Cenizas	4519.09	61.96%
<b>TOTAL</b>				<b>7293.81</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** SNI, 2014; referido Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Penipe, 2015. Elaboración propia

Mapa 7. Características de formaciones geológicas, período de formación y edad área de afectación volcánica



Fuente. GAD, Chimborazo, 2015, p.19

## 5.6 SUELOS

La Cordillera de los Andes constituye una imponente barrera montañosa de 100 a 120 kilómetros de ancho, con vertientes externas muy abruptas de alrededor de 3500 a 4000 metros de desnivel y con dos direcciones predominantes: NE-SO al norte de Quito y al sur de Alausí y N-S en su parte central. En la parte norte de la frontera con Colombia hasta Alausí el paisaje general está compuesto por dos cordilleras meridianas, paralelas con altitudes medias de 4000 a 4500 metros separadas por la depresión intra-andina cuyas altitudes varían de 1600 a 3000 metros (Sauer, 1971; Winckfl, 1982). La cordillera occidental está constituida por el complejo volcánico cretácico y la cordillera oriental se desarrolla sobre facies metamórficas levantadas por la orogénesis andina. La primera pertenece a una serie calco-alcalina-andesita-dacita, mientras que en la Cordillera Oriental corresponde a la serie de andesita-dacitariodacita (Hörmann & Pichler, 1982; Stern, 2004). Estas cordilleras están coronadas por dos filas paralelas de grandes volcanes que han emitido enormes cantidades de piroclastos, coladas y lahares, andesíticos y dacíticos que han cubierto toda la parte norte de la Sierra. También la cobertura muy extensa de lapillis y cenizas en la parte oriental de la región costera y en el piedemonte amazónico está correlacionada con esta fase. En la parte central de la Sierra, entre las cordilleras occidental y central, aparecen altiplanos formados por numerosos valles, constituye una serie de cuencas deprimidas intra-andinas, que se trata de graben o fosas de origen tectónico rellenas con una alternancia de sedimentos fluvio-lacustres, localmente fluvio-glaciares cuaternarios (areniscas, arenas, conglomerados, arcillas) y de origen volcánico (coladas, lahares, proyecciones, cineritas, cenizas cementadas o cangahua) (Winckfl, 1982).

### **5.6.1 Estructura del Suelo**

La estructura al igual que la textura afecta profundamente muchos procesos en el suelo, incluido los movimientos de agua y aire, como resultado de las interacciones entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica (Porta et al., 2003; Brady & Weil 2004). Los suelos evaluados en la Sierra presentan estructuras débiles de bloques sub angulares, de diferentes tamaños, en los horizontes con textura franco arenosa y de grano suelto en los arenosos, lo que favorece la aireación, pero significa menos retención de agua.

El origen de los suelos volcánicos muestra patrones relativamente similares en diferentes regiones del Ecuador; sin embargo, las condiciones ambientales específicas de cada sitio, en un gradiente altitudinal, ha dado lugar a diferentes factores y procesos que han influido en la formación del suelo, así el clima es considerado el factor más importante en el desarrollo de los suelos estudiados. Hay un marcado efecto de la distancia de los volcanes, fuente de los sedimentos piroclásticos que han dado origen a los suelos. Mientras mayor es la distancia menor es el tamaño de las partículas sedimentadas. El tipo y tamaño de las partículas que constituyen los suelos, muestran significativas variaciones a lo largo del gradiente altitudinal. En los sitios altos de las laderas volcánicas, las bajas temperaturas y las condiciones de humedad han favorecido, en general, la acumulación de materia orgánica, mientras que en las zonas bajas las altas temperaturas y mayores precipitaciones facilitan la rápida descomposición de ésta y han acelerado el desarrollo pedológico.(Luna Milton & Aspiazu Patricia, 2004).

La oferta nutritiva de los suelos presenta importantes variaciones en el gradiente altitudinal, que están relacionadas con las características texturales. Los suelos evaluados en el Litoral son más ricos en coloides y presentan alta oferta; mientras los suelos de la región Interandina pobres en coloides minerales fluctúan entre una oferta media. La reacción más ácida de los suelos, observados en la región de la Sierra, estarían relacionados con suelos menos meteorizados, más ricos en materia orgánica y aunque con precipitaciones medias presentan mayor lixiviación de bases. (García, Luz & Schlatter, Juan, 2012, p. 8).

Los datos analizados para este contexto fueron tomados de archivos del “Proceedings of the Sixth International Soil Classification Workshop, Chile and Ecuador” (Beinhort et al., 1985), y comparados con otros que evidenciaron las características de suelos de origen volcánico. El compendio muestral para el estudio ubicó el rango de análisis para los suelos a lo largo del gradiente de elevación desde la Sierra ecuatoriana, entre 3840 a 80 m.s.n.m en la región Litoral. Los sitios fueron seleccionados tratando de incluir localidades con condiciones climáticas contrastantes, pero manteniendo constante el origen del suelo, el estudio determinó que los suelos de la región litoral e interandina, presentan distinguidas diferencias, claro, su estructura y conformación, marcan génesis completamente distintas. El rango considerado para el análisis en la zona de influencia incluye geográficamente al territorio cantonal de Penipe. El área de influencia estudiada corresponde a un gradiente altitudinal con rangos (3840 – 2400 m.s.n.m). Los suelos analizados se encuentran en la Cordillera Oriental, país Ecuador, sierra centro de los Andes, en la provincia de Chimborazo, cantón Penipe.

Según el sistema de clasificación de climas de Pourrut et al. (1995) esta área corresponde al clima ecuatorial de alta montaña, cuya principal característica es el cambio diario de la temperatura en relación a una incipiente variación estacional; en los andes neo tropicales es notorio este cambio, se aprecia este fenómeno en sentido vertical estrictamente marcado, evidenciándose en la diversidad, tipo de flora y fauna en espacios muy cortos de la geografía, aproximadamente cada 200 metros (revisar en la sección clima del Ecuador) hacen la diferencia, en contraste a otras latitudes de la tierra, cuya característica climática depende de la estación del año. En el neo trópico la temperatura media depende de la altitud, para esta zona se registra una constante de 14°C.

**Tabla 19. Clasificación de Suelos, subórdenes existentes en el Cantón Penipe.**

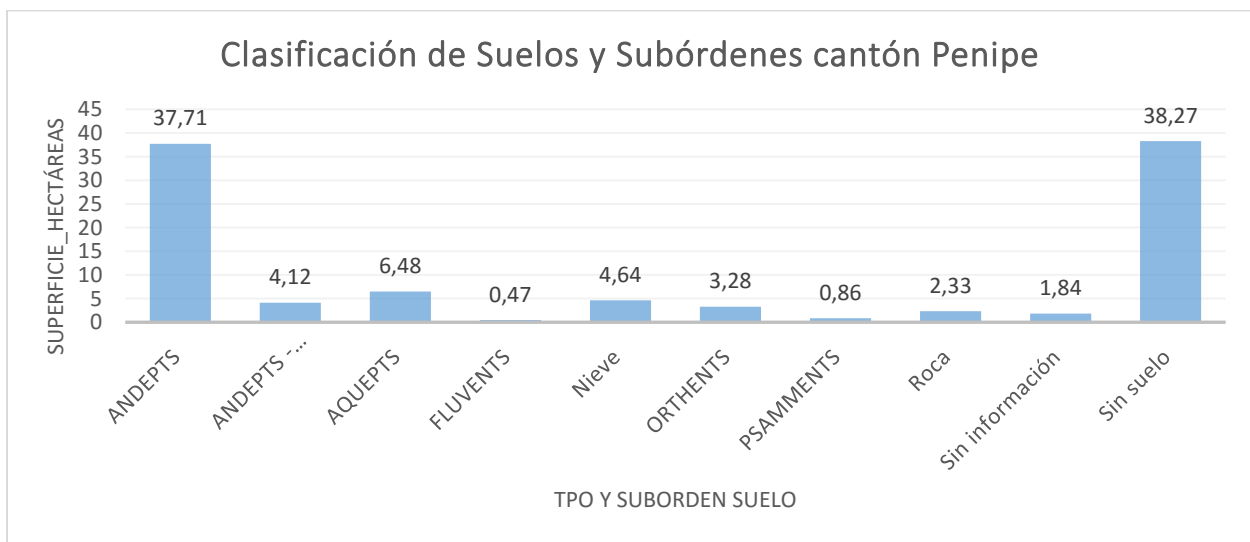
Suborden	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
ANDEPTS	13989,75	37,71
ANDEPTS - PSAMMENTS	1527,39	4,12
AQUEPTS	2403,78	6,48
FLUVENTS	174,12	0,47
Nieve	1722,12	4,64
ORTHENTS	1217,94	3,28
PSAMMENTS	319,7	0,86
Roca	862,53	2,33
Sin información	682,55	1,84
Sin suelo	14194,8	38,27
<b>Total</b>	<b>37094,68</b>	<b>100</b>

**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 15). Elaboración propia



Los suelos del área están estructurados sobre proyecciones volcánicas (arenosos, francos, alofánicos) (afloramientos rocosos o nevados), pertenecen a los subórdenes; AQUEPTS, ANDEPTS, ANDEPTS- PSAMMENTS, PSAMMENTS; (Mapa 8). Además, existen zonas de composición mineral que se caracterizan por presencia de nieve, roca y áreas que carecen de suelo, como lo presenta la tabla siguiente.

**Tabla 20.** Clasificación de Suelos y Subórdenes del cantón Penipe



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 15)

Lo característico que presentan estos suelos es:

**AQUEPTS:** conformados por materia orgánica negra, suave, untuosa, meteorizada sobre 30 a 40 cm o más de espesor. Más abajo se puede observar un suelo alofánico que presenta algunas veces un horizonte álbico (un horizonte en el que la arcilla y los óxidos de hierro libres han sido eliminados hasta el punto que el color del horizonte viene determinado por el color de las partículas primarias de arena y limo más que por los revestimientos sobre estas partículas, y como las partículas de arena son de color blanquecino, estos colores claros son los típicos de este horizonte).

**ANDEPTS:** Suelo pseudo limoso muy negro con más de 50% de agua a pF 3, sobre muestra sin desecación y menos de 80%.

Un suborden de suelos correspondientes al grupo de los inceptisoles derivados de materiales parentales volcánicos. Este suborden posee varios grandes grupos a saber:

- *Cryandepts:* suelos fríos congelados del páramo.
- *Vitrandepts:* suelos con alto contenido de vidrio volcánico y obsidiana.
- *Dystrandepts:* suelos de baja saturación de bases.
- *Eustrandepts:* suelos de alta saturación de bases.
- *Hydrandepts:* suelos bien drenados con alto contenido de agua.
- *Durandepts:* suelos con caliche, cangagua o duripan.

**ANDEPTS – PSAMMENTS:** Suelo negro u oscuro, arenoso, de ceniza, arena fina menos de 0,5 mm. Horizonte superior sobre 20 cm. con 1 a 3% de M.O. Estructura poco granular, sin bloques.

**PSAMMENTS:** Suelo de ceniza arenoso profundo, arena media a gruesa más de 0,5 mm y menos de 2 mm. Con menor al 1% de M.O de 0 a 20 cm., pH agua y KCl cerca de 7.

Un Psamment no distingue los horizontes del perfil de suelo, y debe consistir enteramente de material de arena franca o gruesa en textura. En la clasificación de suelos de FAO (FAO soil classification), los Psamments se conocen como Arenosoles.

Los Psamments tienen una baja capacidad de retención de agua y dada su composición mineralógica son suelos poco fértiles teniendo que utilizarse fertilizantes para su explotación agrícola, lo que encarece la actividad. **FLUVENTS** son arenosos con estratos de granulometría, irregular, arena media o gruesa, generalmente capa de agua a menos de 2 m de profundidad, pero más de un metro; **ORTHENTS**, se encuentran completamente erosionado por el viento con afloramiento de una capa de pómez gruesa, muy poco meteorizada, en algunos lugares testigos de suelos negros,

en otros lugares puede estar mezclado con gravas y piedras duras volcánicas (lavas, scoria) y pómez. **SIN INFORMACIÓN**, se desconoce el suborden de esta zona, sin embargo, según la SENPLADES, 2014, se caracteriza por ser suelos de ceniza arenoso profundo, arena media a gruesa más de 0,5 mm y menos de 2 mm. Menos de 1% de M.O. de 0 a 20 cm, pH agua y KCl cerca de 7; en algunos casos son suelos poco profundos sobre material más o menos duro, no derivado de ceniza o en parte solamente 20 a 30 cm de espesor, erosionados sobre pendientes. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015).

De acuerdo a lo expuesto y considerando la ubicación geográfica de la zona, circundada por varios tipos de volcanes (El Chimborazo, El Altar, Tungurahua) que han mantenido una presencia eruptiva por miles de años, muy determinante para el componente biofísico como antrópico, han marcado una generalidad en los suelos, puedo decir que estos se han desarrollado a partir de sedimentos volcánicos y aluviales denominados como Andosoles; tienen textura franca, arenosa-franca y franca arenosa, en las distintas capas; el perfil es moderadamente profundo delimitados por la presencia de un duripan. Una de las características fundamentales para la identificación de las series de suelos ha sido la forma del relieve, con la consecuente variación de la profundidad del perfil, drenaje, textura, erosión.

En cuanto a los elementos asimilables según el departamento de suelos de la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Politécnica de Chimborazo, son diferentes de acuerdo a las zonas: alta, media y baja.

**Zona Alta**, se observa un alto contenido de materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio, bajo contenido de calcio.

**Zona media**, nitrógeno de medio a bajo, fósforo alto, potasio bajo, materia orgánica bajo.

**Zona Baja**; el contenido de nitrógeno y potasio es bajo, fósforo alto y materia orgánica muy bajo.

**Tabla 21.** Superficie y proporción del tipo de suelos por comunidad e incidencia

Parroquia	Comunidad	AN-DEPTS	ANDEPTS-PSAMENTS		AQUEPTS		FLUVENTS		Nieve		ORTHENTS		PSAMMENTS		Roca		Sin información		Sin suelo		
		ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Bilbao	Centro Parroquial	1086,77	7,7	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	27,76	1,6	131,7	10,8	0,00	0,0	0,0	0,0	0,00	0,0	94,07	0,6
	Yuibug	573,36	4,1	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	46,77	2,7	172,4	14,1	201,6	63	0,0	0,0	73,63	10,7	69,40	0,4
Puela	Centro Parroquial	0,00	0,0	141,3	9,2	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	26,61	8,3	0,0	0,0	0,00	0,0	29,55	0,2
	El Manzano	263,03	1,8	273,0	18,	0,00	0,0	0,00	0,0	32,74	1,9	40,9	3,3	62,22	19,4	0,0	0,0	0,86	0,1	145,6	1,0
	Pungal De Puela	2173,52	15,5	95,84	6,2	142,05	5,9	0,00	0,0	199,64	11,6	873,0	71,6	4,37	1,3	31,6	3,6	0,00	0,0	2473,4	17,4
	Anabá	86,15	0,6	193,2	12,	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,00	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	26,43	0,1
<b>Total</b>		4182,74	54.2	715.2	27.4	142.05	5.9	0	0	306.91	6.2	1231.9	3.3	303.7	9.6	31.6	3.6	74.49	0.1	2841.45	2.3

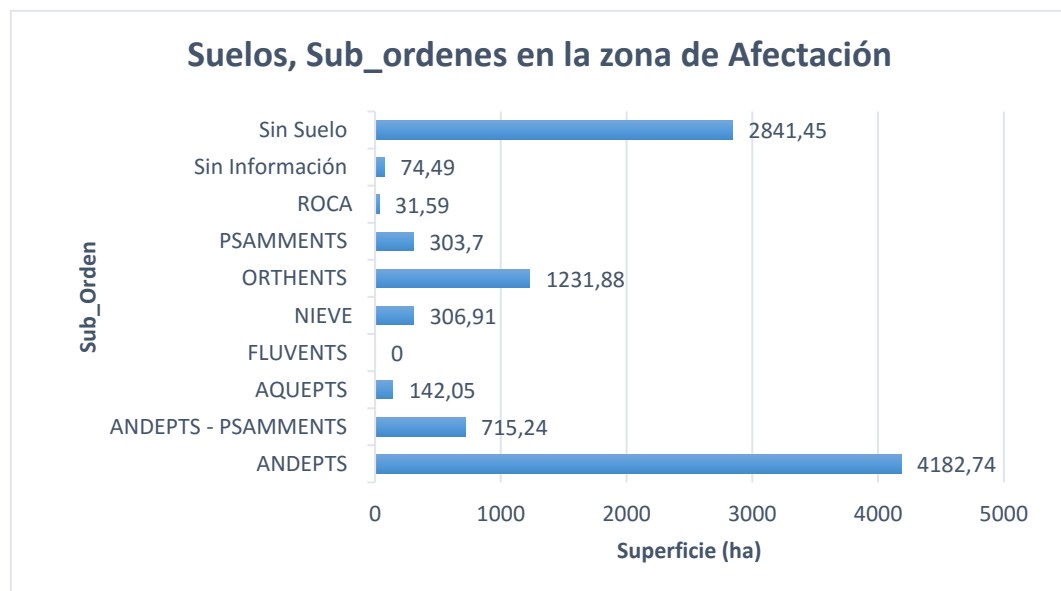
Fuente.(Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 19). Elaboración propia

**Tabla 22.** Tipo de Suelos, Sub Orden y Superficie en zona de incidencia

Sub_Orden	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
ANDEPTS	4182,74	42,55
ANDEPTS - PSAMMENTS	715,24	7,28
AQUEPTS	142,05	1,45
FLUVENTS	0	0,00
NIEVE	306,91	3,12
ORTHENTS	1231,88	12,53
PSAMMENTS	303,7	3,09
ROCA	31,59	0,32
Sin Información	74,49	0,76
Sin Suelo	2841,45	28,91
<b>Total</b>	<b>9830,05</b>	<b>100</b>

**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 18). Elaboración propia

**Gráfico 2.** Tipo de Suelos, Sub Orden y Superficie en zona de incidencia



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 18)

Elaboración propia

### **5.6.2. Clasificación por características texturales**

Comentamos anteriormente que el clima del país Ecuador, está presente en una gran variedad, con cambios considerables a distancias cortas, variación que depende de la multiplicidad de factores, tales como: los gradientes altitudinales, la dirección de las cadenas montañosas, la distancia al Océano Pacífico, las corrientes marinas y los vientos desde éste Océano o de los Alisios procedentes del Atlántico (Pourrut et al., 1995). La relación de estos factores resulta en una amplia diversidad ecológica para el país; sin duda el factor con mayor predominio para la variación del clima en el Ecuador es la altitud del territorio, definida por el gran macizo de la cordillera de los Andes (Pourrut et al., 1995, Zehetner et al., 2003).

Al tomar en consideración que, desde el nivel del mar con una temperatura referencial de 31° centígrados, ésta paulatinamente desciende aproximadamente un grado por cada 200 metros en rango altitudinal, con regiones geográficas que partiendo desde los 0 m.s.n.m hasta alcanzar la cima de la cordillera de los Andes, 6310 metros sobre el nivel del mar (máxima altura en las cumbres del Chimborazo) (Pourrut et al., 1995), formando un abanico ecológico inversamente proporcional. Es decir, a menor altitud, la sensación térmica es mayor; mientras que, a mayor altitud, la temperatura es menor.

Los suelos de este país tienen en consecuencia características muy variadas, como producto del clima, a pesar que el material de origen, predominantemente volcánico, es relativamente homogéneo (Noni et al., 1985). Menos importante para la diferenciación del suelo es la edad de los materiales y la distancia a los volcanes (Beinroth et al., 1985).

Los suelos volcánicos, por su productividad, representan un recurso importante para la agricultura en diferentes regiones del mundo. Estos suelos cubren alrededor del 0,84% de la superficie terrestre mundial (Takahashi & Shoji, 2002). En el caso de la región interandina del Ecuador no es la excepción.

Las grandes áreas de estos suelos se encuentran en Chile, Perú, Ecuador, Colombia, América Central, Estados Unidos, Japón, Kamchatka, y Nueva Zelanda (Neall, 2006). El 31% del territorio ecuatoriano tiene suelos de origen volcánico, formados a partir de materiales piroclásticos, y asociados a la actividad de varios volcanes, primordialmente los siguientes: Cotopaxi, Tungurahua, Sangay y Reventador (Colmet-Daage et al., 1967; Winckfl, 1982).

Los suelos relacionados para el estudio de la Sierra se encuentran en la Cordillera de los Andes, en un rango altitudinal entre los 3840 – 1500 m.s.n.m. Según el sistema de clasificación de climas de Pourrut et al. (1995) esta área corresponde al clima ecuatorial de alta montaña, cuya principal característica es la gran variación diaria de la temperatura en comparación a una baja variación estacional; la temperatura media depende de la altitud.

A continuación, se detallan características geomorfológicas y geológicas generales de la región Sierra del Ecuador.

### **La región Interandina o Sierra**

La Cordillera de los Andes constituye una imponente barrera montañosa de 100 a 120 kilómetros de ancho, con vertientes externas muy abruptas de alrededor de 3500 a 4000 metros de desnivel y con dos direcciones predominantes: NE-SO al norte de Quito y al sur de Alausí y N-S en su parte central.

En la parte norte de la frontera con Colombia hasta Alausí en la provincia de Chimborazo, el paisaje general está compuesto por dos cordilleras meridianas, paralelas con altitudes medias de 4000 a 4500 metros separadas por la depresión intra-andina cuyas altitudes varían de 1600 a 3000 metros (Sauer, 1971; Winckfl, 1982). La cordillera occidental está constituida por el complejo volcánico cretácico; la cordillera oriental se desarrolla sobre facies metamórficas levantadas por la orogénesis andina. La primera pertenece a una serie calco-alcalina-andesita-dacita, mientras que en la Cordillera Oriental corresponde a la serie de andesita-dacitariodacita (Hörmann & Pichler, 1982; Stern, 2004).

Estas cordilleras están unidas por dos filas paralelas de grandes volcanes que han emitido enormes cantidades de piroclastos, coladas y lahares, andesíticos y dacíticos que han cubierto toda la parte norte de la Sierra. También la cobertura muy extensa de lapillis y cenizas en la parte oriental de la región costera y en el piedemonte amazónico está correlacionada con esta fase. En la parte central de la Sierra, entre las cordilleras occidental y central, lugar de ubicación del volcán Tungurahua y la estructura textural por éste originada, donde aparecen altiplanos formados por numerosos valles cuyas altitudes promedian los 2500 m.s.n.m que han servido de espacio para el asentamiento y crecimiento de poblaciones, precisamente con estas características de suelos por estar en el área de influencia volcánica y análisis de este estudio. La zona constituye una serie de cuencas deprimidas intra-andinas, formadas de graben o fosas de origen tectónico rellenas con una alternancia de sedimentos fluvio-lacustres, localmente fluvio-glaciares cuaternarios (areniscas, arenas, conglomerados, arcillas) y de origen volcánico (coladas, lahares, proyecciones, cineritas, cenizas cementadas o cangahua) (Winckfl, 1982).

En los suelos analizados en la región interandina (3840 - 1500 m.s.n.m) existe un mayor contenido de arena en todas las localidades, a lo largo del perfil, mientras el contenido de limo



oscila entre 31.7- 46.5 % en los tres primeros horizontes del suelo, con valores muy bajos en el cuarto horizonte (1.7- 4.4%), rico en pumicita (25%), pero vuelve a subir en el quinto horizonte que es parte de otro estrato volcánico más antiguo. Estos suelos presentan texturas franco arenosas en las tres primeras capas de suelo evaluadas; estas texturas que relacionadas físicamente con la **estructura** conforman la calidad del suelo de una región. La estructura al igual que **la textura** afecta profundamente a muchos procesos en el suelo, incluido los movimientos de agua y aire, como resultado de las interacciones entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica (Porta et al., 2003; Brady & Weil 2004). Los suelos evaluados en la Sierra, en el rango citado, presentan estructuras débiles de bloques sub angulares, de diferentes tamaños, en los horizontes con textura franco arenosa y de grano suelto en los arenosos, lo que favorece la aireación, pero significa menos retención de agua. A diferencia y en relación con el litoral los suelos son más evolucionados, especialmente en el subsuelo.

Los suelos volcánicos, en general, se caracterizan por una densidad aparente baja; en los sitios evaluados, en el primer horizonte fluctúa entre 0,94 y 1,08 g cm<sup>-3</sup>; en contraste con la densidad mayor en las zonas bajas del Litoral ecuatoriano, especialmente en los horizontes profundos, lo que estaría relacionado con el mayor contenido de arcilla y limo y una estructura más cerrada. Los valores de densidad bajos reflejan que los suelos son porosos, bien drenados y con buena penetración radicular, lo cual es una característica especial de los suelos volcánicos, entre otros debido a la presencia de materiales amorfos (Nanzyo, 2002).

Según Thompson & Troch (2002) la mayor parte de las variaciones en la densidad son efecto del volumen total de poros. En general, los suelos con textura fina tienen mayor porosidad total y menor densidad que los suelos arenosos. Sin embargo, en este caso los sedimentos arenos limosos de los materiales volcánicos más jóvenes son todos de baja densidad y más porosos,

pero los sedimentos más antiguos, más finos, son de estructura más cerrada y presentan más densidad.

Además, señalan que la materia orgánica hace descender la densidad del suelo de dos maneras: por un lado, es mucho más ligera que la materia mineral y lo más importante, incrementa la estabilidad de los agregados del suelo. En el estudio referido la correlación carbono densidad es negativa ( $R = 0,23$ ), pues a mayor presencia de carbono, disminuye la densidad de los suelos, corroborando lo anterior citado por Thompson & Troch (2002).

El análisis de pH del suelo caracteriza a los suelos de la región Sierra (3840 – 1500 m.s.n.m) como ligeramente ácidos (5,4 - 5,8). Mientras los suelos de la región Costa, también ligeramente ácidos, tienen un pH que oscila de 6,0 a 6,5.

No hay diferencias importantes del pH en los distintos horizontes; sin embargo, a lo largo del gradiente altitudinal la acidez es ligeramente mayor en la primera capa de los perfiles analizados; según Benavides (2000) esto se debe al efecto de la materia orgánica y la meteorización.

Los suelos de textura más gruesa, pobres en arcillas y más ácidos en la Sierra presentan una menor suma de bases, lo que se explica por los siguientes motivos:

- Las partículas minerales de estos suelos, principalmente de las fracciones arenas y limo, están poco meteorizadas, lo que se debe a su mayor juventud y ubicación en un clima mucho más frío.

- La menor rapidez de meteorización de los minerales se explica por temperaturas más bajas y esto causa una menor liberación de bases. Aunque las precipitaciones son moderadas, estas lixivian en parte estos elementos con el agua de percolación, disminuyendo los cationes en los intercambiadores.

- También la materia orgánica, que tiene mayor probabilidad de ser acumulada en el suelo en estos sitios, por la descomposición más lenta en climas fríos, produce ácidos húmicos que ayudan a lixiviar los cationes de los intercambiadores.

De acuerdo a Brady & Weil (2004) la acumulación de materia orgánica tiende a acidificar el suelo de dos maneras: forma complejos solubles con cationes nutrientes no ácidos ( $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K} + \text{Na}^{+}$ ), facilitando las pérdidas de estos cationes por filtración, y adicionando iones  $\text{H}^{+}$  porque contiene numerosos grupos funcionales ácidos de los cuales estos iones se pueden disociar. Como resultado, el complejo de intercambio (y por tanto también la solución del suelo) experimenta un dominio cada vez mayor de cationes ácidos ( $\text{H}^{+}$  y  $\text{Al}^{3+}$ ), y debido a esta serie de eventos, los procesos que producen iones  $\text{H}^{+}$  acidifican los suelos en regiones húmedas donde la filtración es extensa. (García, Luz & Schlatter, Juan, 2012, p. 7).

A esto se suma, una mayor cantidad de aluminio en los suelos interandinos, pero tiende a disminuir a menores altitudes.

Los valores de aluminio de 1,5 a 0,2  $\text{cmol kg}^{-1}$  en el gradiente climático (3840-80 m.s.n.m) tienen una tendencia decreciente a menores altitudes. De acuerdo a los rangos que maneja el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) de Ecuador, para evaluar la concentración de aluminio en los suelos, se considera: en la Sierra bajo  $< 0,5$ , medio 0,5 - 1,0 y alto  $> 1,0$   $\text{cmol kg}^{-1}$ ; en la costa bajo  $< 0,3$ , medio 0,3 - 1,0 y alto  $> 1,0$ .

El aluminio es constituyente principal de muchos minerales del suelo (aluminosilicatos y óxidos de aluminio), incluyendo las arcillas. Cuando los iones  $\text{H}^{+}$  se adsorben en una superficie de arcilla, normalmente no permanecen como cationes intercambiables por mucho tiempo, en

lugar de eso atacan la estructura de los minerales, liberando iones  $Al^{3+}$  en el proceso.(García, Luz & Schlatter, Juan, 2012, p. 8).

Los iones  $Al^{3+}$  se adsorben en las zonas de intercambio catiónico en el coloide, y, a su vez, estos iones intercambiables  $Al^{3+}$  están en equilibrio con el  $Al^{3+}$  disuelto en la solución del suelo. Los iones  $Al^{3+}$  solubles e intercambiables cumplen dos funciones decisivas en la acidez del suelo. En primer lugar, el aluminio es altamente tóxico para la mayoría de los organismos y es responsable de muchos de los impactos perjudiciales de la acidez del suelo en las plantas. En segundo lugar, los iones  $Al^{3+}$  tienen una fuerte tendencia a la hidrólisis, desintegrando las moléculas de agua en iones  $H^+$  y  $OH^-$ . El aluminio se combina con los iones  $OH^-$ , dejando que el  $H^+$  reduzca el pH de la solución del suelo, y por esta razón,  $Al^{3+}$  y  $H^+$  en conjunto son considerados cationes ácidos(Delhaize & Ryan, 1995; Mossor-Pietraszewska, 2001; Rout et al., 2001; Brady & Weil 2004), referido (García, Luz & Schlatter, Juan, 2012, p. 8).

En contraste, las bajas concentraciones de aluminio en las tierras del Litoral ecuatoriano (280 - 80 m.s.n.m) favorecerían las actividades agrícolas; mientras que los valores altos y medios de este elemento en las localidades interandinas cercanas a volcanes, estarían entre los impedimentos de mayor significado para la agricultura andina, tanto porque disminuyen la presencia de nutrientes a más de que impiden el desarrollo de las raíces; pues se ha observado que el exceso de aluminio obstaculiza la división celular en las raíces, así como el proceso de absorción y utilización de algunos nutrientes.(García, Luz & Schlatter, Juan, 2012, p. 9).

De manera concluyente diremos que los suelos de la Sierra ecuatoriana, en su textura, presentan un marcado efecto relacionado con la distancia de los volcanes, fuente sedimentaria de material piroclástico que ha originado los suelos andinos.

**Tabla 23.** Clases texturales del suelo, a nivel comunitario

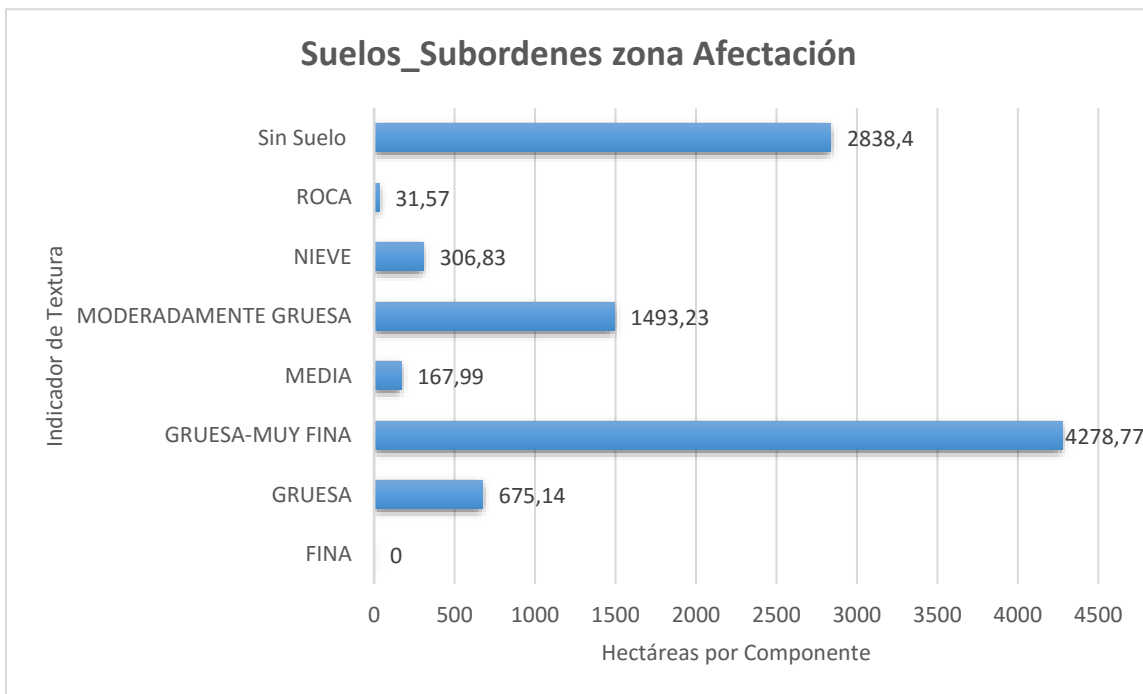
Pa- rro- quia	Textu- ras	Fina		Gruesa		Gruesa-muy fina		Media		Moderadamente gruesa		Nieve		Roca		Sin suelo	
		Comu- nidad	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha
<b>Bilbao</b>	Centro	0,00	0,00	0,00	0,00	1002,68	19,90	0,00	0,00	215,76	2,21	27,74	1,61	0,00	0,00	94,05	0,66
	Parro- quial																
	Yuibug	0,00	0,00	0,01	0,00	993,84	19,72	0,00	0,00	27,03	0,28	46,75	2,72	0,00	0,00	69,38	0,49
	<b>Subto- tal</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	1996,52	39,62	0,00	0,00	242,79	2,49	74,49	4,33	0,00	0,00	163,43	1,15
<b>Puebla</b>	Anabá	0,00	0,00	0,00	0,00	278,65	5,53	0,00	0,00	0,67	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	26,41	0,19
	Centro	0,00	0,00	0,00	0,00	167,86	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	29,53	0,21
	Parro- quial																
	El Man- zano	0,00	0,00	54,79	4,75	585,12	11,61	0,00	0,00	0,00	0,00	32,72	1,90	0,00	0,00	145,58	1,03
	Pungal de Puebla	0,00	0,00	620,34	53,77	1250,62	24,82	167,99	4,48	1249,77	12,80	199,62	11,60	31,57	3,66	2473,41	17,42
<b>Subto- tal</b>	0,00	0,00	675,13	58,52	2282,25	45,30	167,99	4,48	1250,44	12,80	232,34	13,50	31,57	3,66	2674,93	18,84	
<b>To- tal</b>		0,0	0,00	675,14	100,00	4278,77	100,00	167,99	100,00	1493,23	100,00	306,83	100,00	31,57	100,00	2837,97	100,00

**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 32). Elaboración propia

Mientras mayor es la distancia menor es el tamaño de las partículas sedimentadas. El tipo y tamaño de las partículas que constituyen los suelos, muestran significativas variaciones a lo largo del gradiente altitudinal.

En los sitios altos de los declives volcánicos, con bajas temperaturas sumadas las condiciones de humedad han mejorado, en general, la acumulación de materia orgánica, mientras que en las franjas bajas las elevadas temperaturas y considerables precipitaciones favorecen la dinámica putrefacción de ésta y han aligerado el crecimiento pedológico. (García Cruzatty, L C; Schlatter Vollmann, J E; (2012). Caracterización de suelos a lo largo de un gradiente altitudinal en Ecuador. Revista Brasileira de Ciencias Agrarias, 7() 456-464. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119024529014>).

**Gráfico 3.** División por tipo de Texturas de Suelo área Afectación



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 32) Elaboración propia

En la tabla 23, y gráfico 3, se exponen la clasificación de suelos por características texturales como la conformación del suelo en la zona de incidencia.

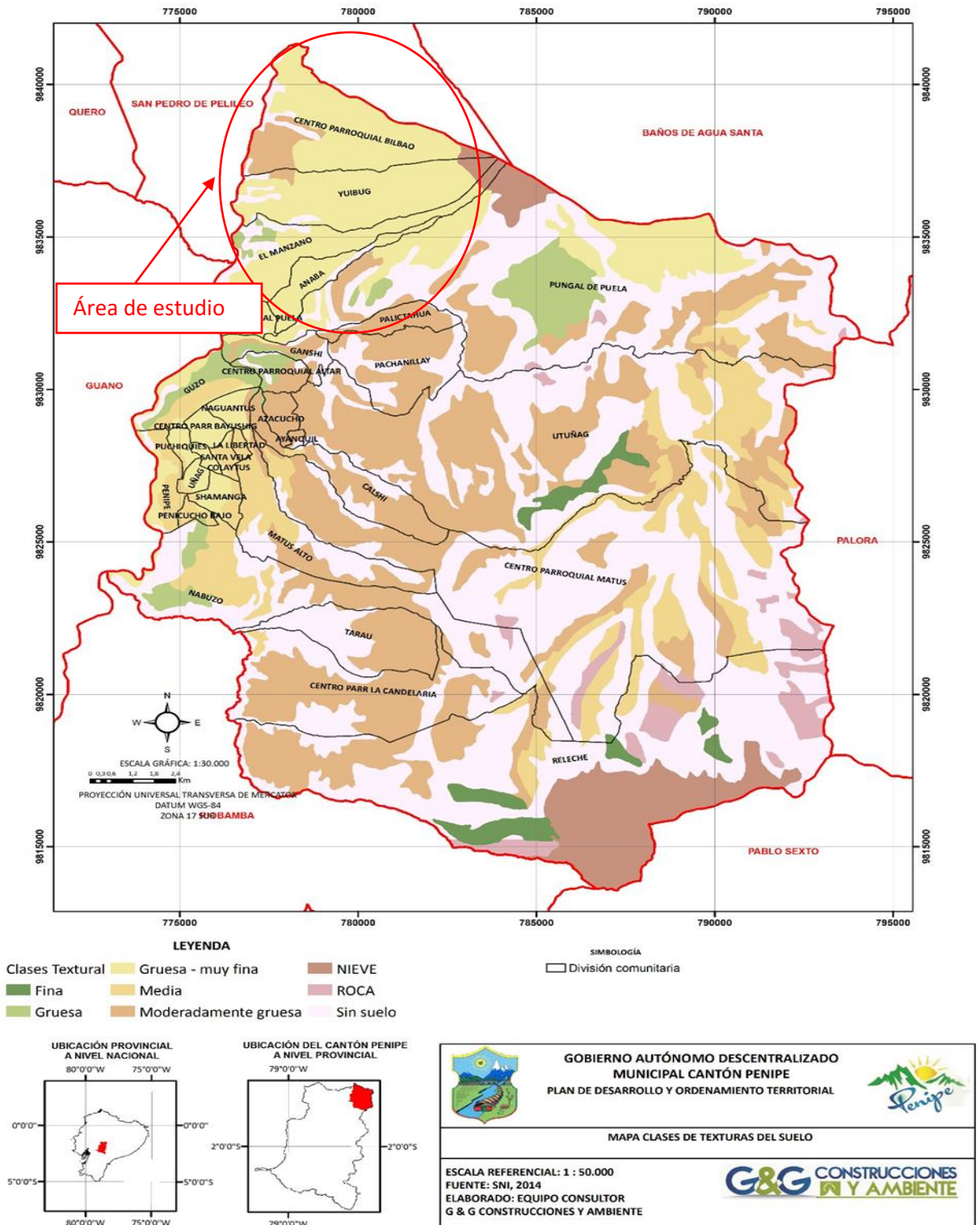
Del estudio se determina que el área de incidencia se encuentra estructurada territorialmente por el 84.92 % con suelos de clase textural gruesa, tendiendo a conformarse en el tipo gruesa-muy fina en el porcentaje del 39,62% en la zona correspondiente a la jurisdicción de la parroquia Bilbao; mientras hacia el flanco sur oriental del volcán con una proporción del 58,52% del territorio presenta una conformación de textura gruesa hacia el sector de Puela. El sector expone un espacio extremadamente incipiente de acuerdo a la proporción de suelo con estructura fina en toda la región. Esta se encuentra inmersa en la zona denominada de peligro, ubicada en línea recta a 3 Km del cráter del volcán, heredando todas las características de las regiones con textura e influencia volcánica, corroborando lo expuesto anteriormente.

**Imagen 30.** Clases texturales del suelo, en valle interandino



Recuperado:[http://3.bp.blogspot.com/\\_GtYU9ojvuwQ/TKelo\\_xnjxI/AAAAAAAAAA4/EOAm-niGfUNg/s1600/valles+interandinos.jpg](http://3.bp.blogspot.com/_GtYU9ojvuwQ/TKelo_xnjxI/AAAAAAAAAA4/EOAm-niGfUNg/s1600/valles+interandinos.jpg); *Jorge Gómez.*

Mapa 9. Clases texturales del suelo



Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015)



### 5.6.3 Uso y cobertura del Suelo

En la tabla 24 se describe la cantidad de hectáreas y porcentajes en el territorio distribuidas por las distintas categorías de uso y conformación de suelo existentes en la zona de afectación en tres periodos que marcan el antes, el durante y el último periodo considerado intermitente dentro del proceso eruptivo con las implicancias al componente natural y humano de la región durante los años 1990 al 2008 y de este hasta el 2015. El último periodo lo respaldó con datos que obtuvo el GAD de Penipe en trabajo de campo apoyada en la aplicación ortofoto del año 2012.

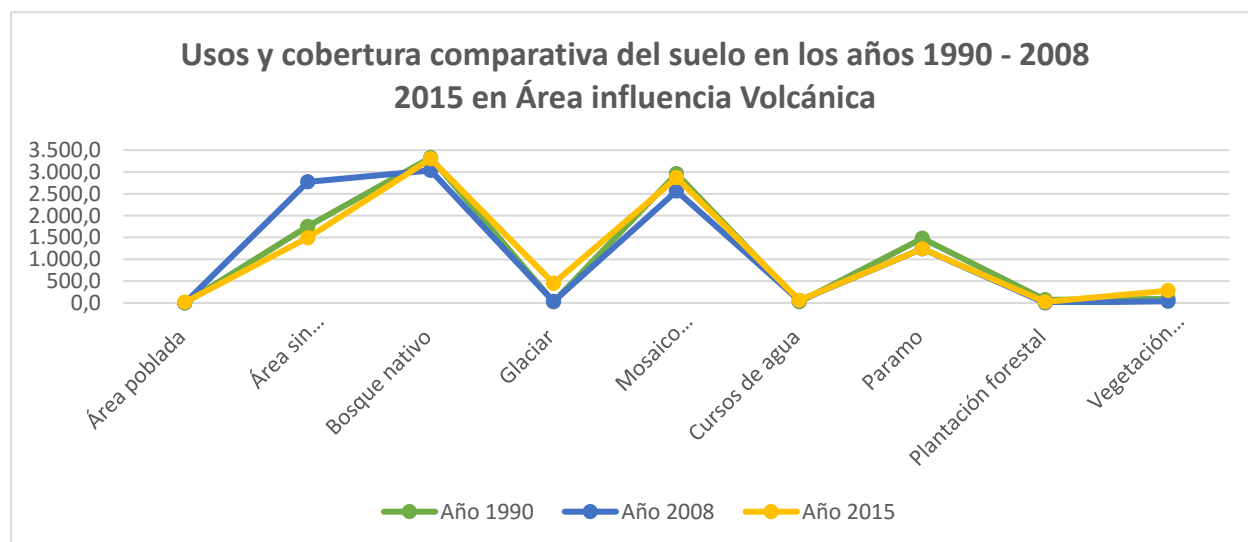
Los diecisiete años de reactivación eruptiva que ha mantenido el volcán Tungurahua desde el año 1999, han determinado un cambio significativo en el entorno de la zona de afectación. Para el estudio se han valorado nueve categorías que, contrastadas en tres periodos de casi una década, cada uno, permiten hacer una radiografía con diagnóstico significativo del lugar.

La información obtenida corresponde de revisar categorías de área de Población, área sin cobertura vegetal, Bosque Nativo, variación del Glaciar, conformación del Mosaico Agropecuario, determinación de fuentes o cursos de Agua Naturales, estado del Páramo, situación de bosques plantados, denominado Plantación Forestal, estado de la Vegetación Arbustiva; el cruce de estos indicadores determinará cuantitativamente el estado de la zona en estudio.

La población en la región presenta un pequeño incremento en la superficie total poblada con un porcentaje de 0.17% cubriendo un área de 597.97 hectáreas en relación a las 8,26 hectáreas que se registraban en relación al primer periodo analizado entre 1990 al 2008.

Desde el año 1990 al 2015 se evidencia una disminución de áreas sin cobertura con extensiones de 1079,08 a -954,65 hectáreas, equivalentes a un porcentaje del 15.33%. Es evidente el Incremento de la Deforestación en Bosques Nativos entre 1990 al 2015, en un 33.91% en una extensión de 266,3 hectáreas de la superficie total del área de influencia.

**Grafico 4.** Uso y cobertura del comparativa del suelo



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 29). Elaboración propia

Un valor positivo presenta el Incremento del Glaciar en el mismo periodo comparativo en un 4.61%, esto es 18.23 ha, tomando en consideración que el proceso eruptivo impacta directamente en la acumulación de glaciar. Relacionando las variaciones en el mosaico de las actividades agropecuarias, se evidencia un incremento de la frontera del 29.48% equivalente a 1154,49 hectáreas de manera progresiva, con tendencia al crecimiento mayoritario a partir del año 2008 al 2015, periodo que comparativamente está relacionado al ciclo intermitente de reactivación y retorno de los pobladores.

La variación es considerable en la región en lo relacionado al Incremento en los niveles de agua natural del 0.63% en una superficie de 7.8 hectáreas en el último periodo, considerando que existe una disminución del territorio de Páramo, en un 12.74% de la superficie en el último periodo a consecuencia del continuo impacto eruptivo. Se valora un pequeño incremento de siembra de bosques o de Plantaciones Forestales en un 0.24% que representan 202.09 hectáreas en la zona en la etapa final.

**Tabla 24.** Uso comparativo del suelo entre los años 1990, 2008 y 2015 en zona de Incidencia Volcánica

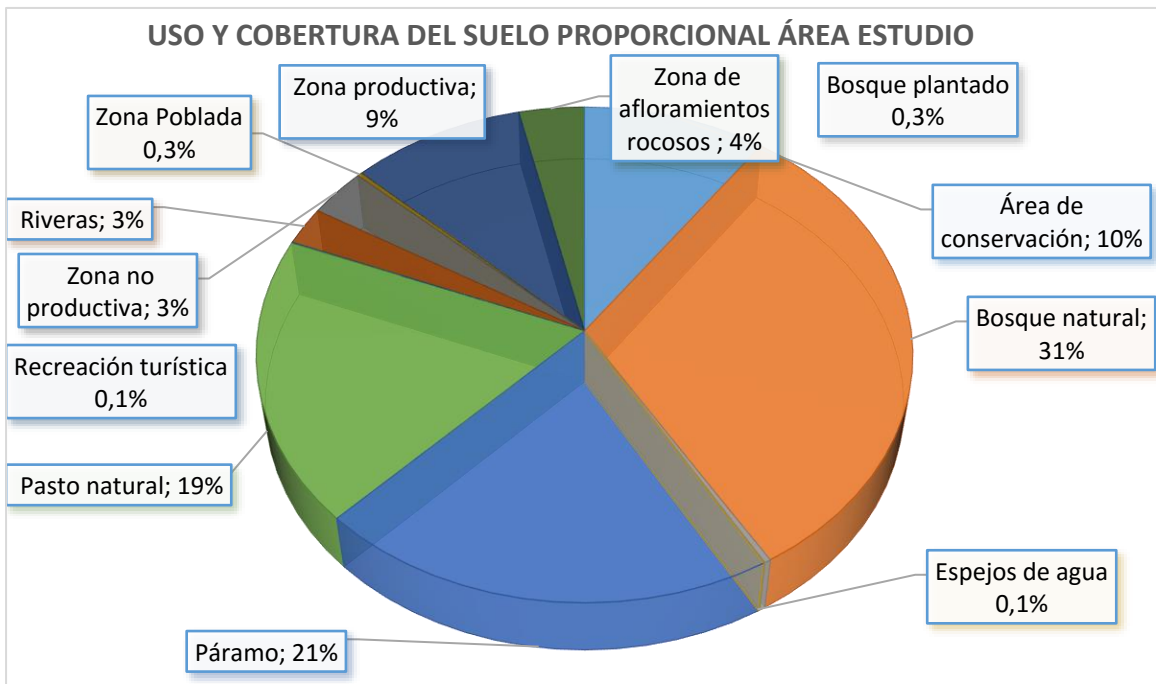
Uso del Suelo	Año 1990		Año 2008		Año 2015		Diferencia años 1990-2008	Diferencia años 2008-2015	Proyecciones
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Superficie (ha)	
Área poblada	0,0	0,00	0,0	0,00	16,7	0,17	8,26	594,97	Incremento de áreas pobladas
Área sin cobertura vegetal	1.754,0	18,01	2773,9	28,49	1492,82	15,33	1079,08	-954,65	Disminución de áreas sin cobertura
Bosque nativo	3.329,5	34,19	3035,8	31,18	3302,15	33,91	-293,66	266,3	Incremento Deforestación
Glaciar	23,9	0,25	31,9	0,33	449,12	4,61	107,43	18,23	Incremento del glaciar
Mosaico Agropecuario	2.960,9	30,41	2563,5	26,33	2870,53	29,48	522,27	1154,49	Incremento de la frontera agropecuaria
Cursos / depósitos de agua natural	24,9	0,26	53,2	0,55	60,95	0,63	127,89	7,8	Incremento en los niveles de agua
Paramo	1.480,3	15,20	1240,3	12,74	1240,25	12,74	-153,21	0	Disminución del páramo
Plantación forestal	72,5	0,74	0,0	0,00	23,57	0,24	-8,05	202,09	Incremento de plantaciones forestales
Vegetación arbustiva	91,3	0,94	38,7	0,40	281,22	2,89	-563,19	247,04	Incremento de la vegetación arbustiva
<b>Total</b>	<b>9.737,31</b>	<b>100</b>	<b>9737,31</b>	<b>100</b>	<b>9737,31</b>	<b>100</b>			

**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 29). Elaboración propia

Las zonas abandonadas o de protección presentan un incremento en la vegetación arbustiva en un total de 247,04 hectáreas con una proporción del 2.89%, espacios que han permitido la reaparición de la fauna y flora nativa que se consideraba casi extinta según los habitantes del sector. Todo esto en relación a la superficie total de la región afectada.

Dentro del estudio se ha valorado la distribución especial y los porcentajes que representan los indicadores en la comunidad dentro de la zona de manera detallada con relación a su uso e interés, se ha subdividido en zonas de dedicación, es decir desde la zona baja, zona media a la zona alta en su distribución altitudinal y de acuerdo a la dedicación en el entorno con beneficio o aprovechamiento.

**Grafico 5.** Distribución porcentual Usos/Cobertura en zona de afectación



**Fuente.** (GAD\_Puela, 2015). Elaboración propia

Es menester contrastar la cobertura y uso del suelo en una zona de intermitencia poblacional por afectaciones volcánicas en periodos extremadamente largos (17 años), mismos que han reorientado su estructura.

Se han analizado en base al mapa de cobertura de suelos desarrollado por el Ministerio del Ambiente en el año 2014 y la información cartográfica procesada por el GAD\_Penipe del año 2015, indicadores que denotan la conformación de cobertura y uso del suelo.

Partiendo que el área involucrada abarca 9737.31 hectáreas, se determina que 3038.02 ha, corresponden a Bosque de tipo Natural, equivalente al 31%; complementándose con la superficie de Páramo con 1734.46 ha, en un porcentaje del 31%, ocupando la segunda porción de espacio natural.

Las actividades productivas que desarrollan sus habitantes relacionadas con la agricultura y fruticultura corresponden al cuarto elemento territorial de mayor ocupación.

La asociación de producción maíz-fréjol son aquellos de mayor cultivo temporal implementado en la zona baja, en menor proporción algunos tubérculos como la papa, melloco, oca, etc., leguminosas como arveja, habas, lenteja, etc., hortalizas y otros en menor proporción como la cebada, el trigo y chocho, estos productos constituyen los elementos básicos de la economía y alimentación de la zona. El cultivo y producción agrícola tradicional es poco rentable, por lo que se ha optado por la siembra de especies vegetales no tradicionales como el tomate de árbol, babáco, taxo, granadilla, frutilla y en menor extensión el cultivo de mora, en áreas cuyas condiciones de suelo y clima favorecen la producción de estos cultivos.

Entre los cultivos de frutales permanentes que se explotan en la zona se encuentran manzanos, claudias, perales, duraznos entre otros. La fruta que se produce en este sector no es lo suficientemente competitiva en relación a la importada, menoscabando la economía de los productores locales.

La distribución del uso del suelo demuestra que el 62,69% están ocupados por pastos, matorrales y páramo mientras que en una cuantía menor de alrededor del 9% se tienen cultivos diversos y frutales. Esto se relaciona con actividades que los habitantes mantienen y desarrollan en espacios de pastura natural y artificial con ganado bobino dedicado para el engorde y la producción lechera en la franja media y alta.

Las zonas denominadas de “monte” en la parte alta es donde preferentemente se realizan actividades ganaderas, estas corresponden a la cobertura de Pasto Natural de gran calidad debido a la conformación del suelo con alto contenido de materia orgánica y a la humedad del sector en un porcentaje del 19% del territorio local, elementos suficientes para considerar al sector con una alta vocación ganadera, superando a la agrícola.

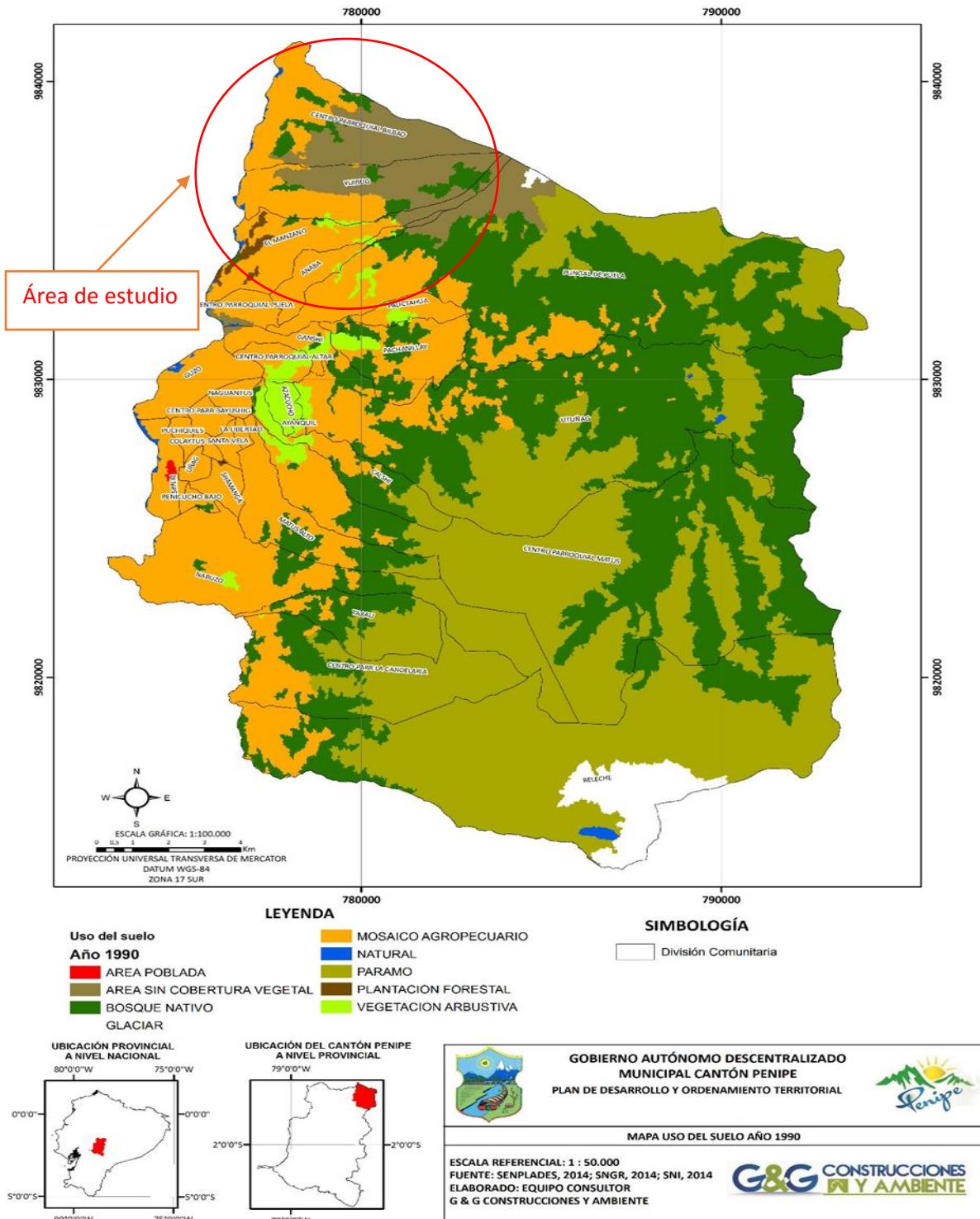
Mientras que un alto porcentaje, 10% de territorio en relación a la superficie total está inmersa dentro de la zona de protección correspondiente al Parque Nacional Sangay y otras áreas. Llama la atención que el 3% de la superficie corresponde a la denominada Zona no Productiva, espacios de terreno agrícola abandonados por efectos volcánicos mayoritariamente. La zona de Riveras corresponde a depósitos aluviales de los ríos Chambo y Puela, utilizados en pequeños espacios con fines diversos como agrícolas, ganaderos y de playas naturales constituida por 3.1%. Un componente notorio en el sector corresponde al Bosque Sembrado o Plantado en una extensión de 0.30% de la superficie, mayoritariamente de la especie de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) de origen australiano, apetecido por su rápido desarrollo como adaptabilidad a diferentes pisos climáticos y la

gran demanda comercial. Otra especie, aunque en menor volumen corresponde a las coníferas de pino (*Pinus radiata*) y ciprés (*Cupressus*).

A raíz de la emergencia un ingreso económico importante para los pobladores se ha constituido la venta especialmente de bosques de eucalipto y especies nativas en las zonas media y alta, así como el retorno a la elaboración de carbón vegetal. El efecto de estas actividades es la pérdida de la vegetación nativa, con los consecuentes problemas ecológicos que de ella se derivan.

La zona poblada denominada Área Urbana que habita en construcciones mixtas ocupa una proporción del 0.3% en sentido paralelo al río Chambo hacia el Nor Oeste; la zona mantiene Espejos de Agua con una proporción de superficie mínima en un porcentaje de 0.1%, fundamental para el aprovisionamiento de agua para actividades diversas en el contexto natural. En una proporción del 0.1% del territorio, se desenvuelven espacios utilizados para la Recreación Turística, extremadamente baja si se considera que un alto porcentaje del territorio está relacionado con áreas de bosque nativo y páramo, espacios con fortaleza y potencial para turismo de naturaleza y aventura.

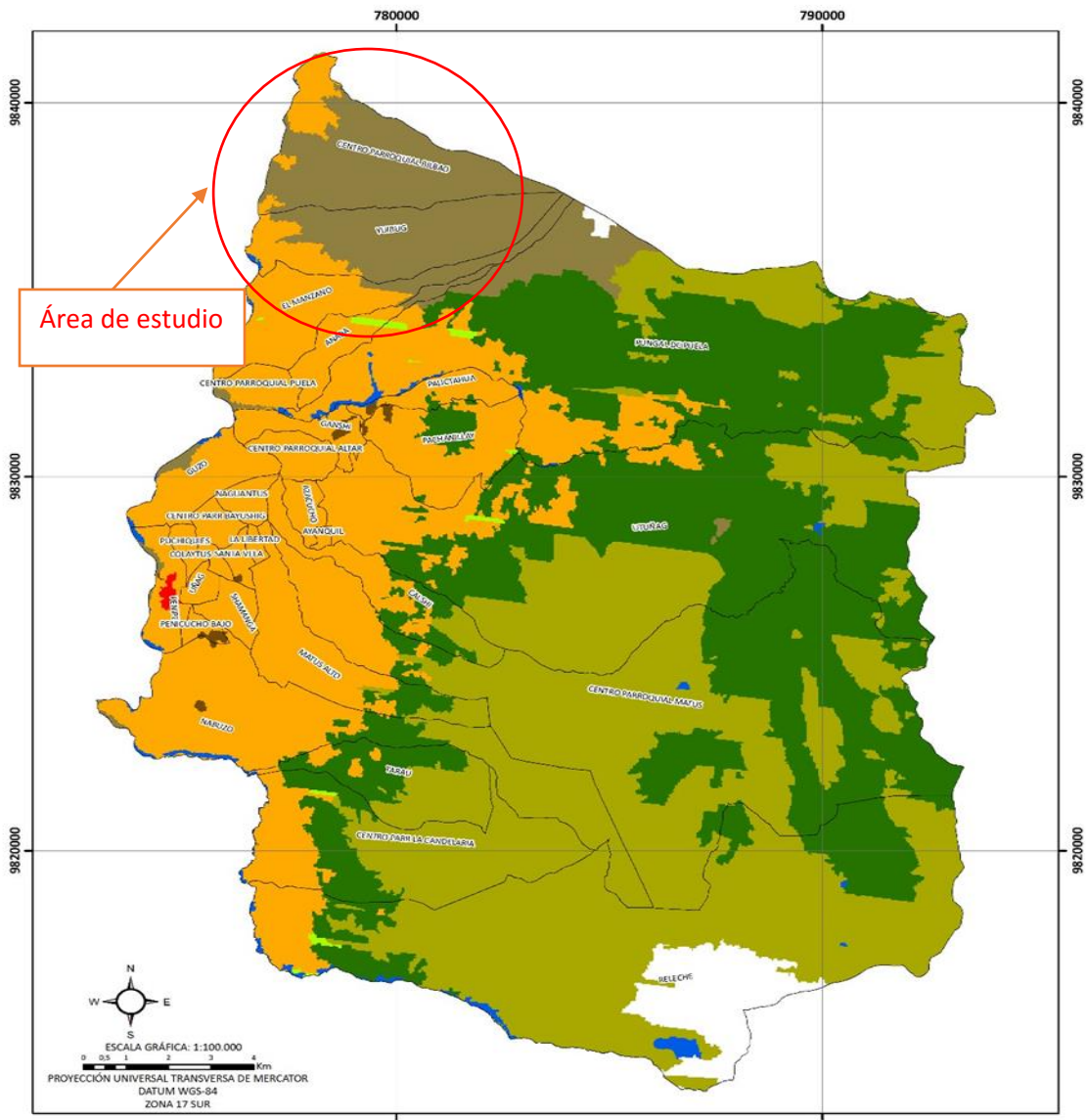
Mapa 10. Uso del Suelo año 1990



Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 31)



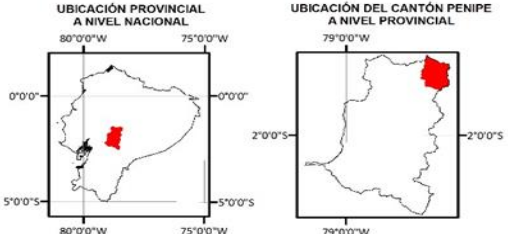
Mapa 11. Uso del Suelo año 2008



- LEYENDA**
- Uso del suelo**
- Año 2008**
- AREA POBLADA
  - AREA SIN COBERTURA VEGETAL
  - BOSQUE NATIVO
  - GLACIAR
  - MOSAICO AGROPECUARIO
  - NATURAL
  - PARAMO
  - PLANTACION FORESTAL
  - VEGETACION ARBUSTIVA

**SIMBOLOGÍA**

□ División Comunitaria



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO**  
**MUNICIPAL CANTÓN PENIPE**  
 PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

---

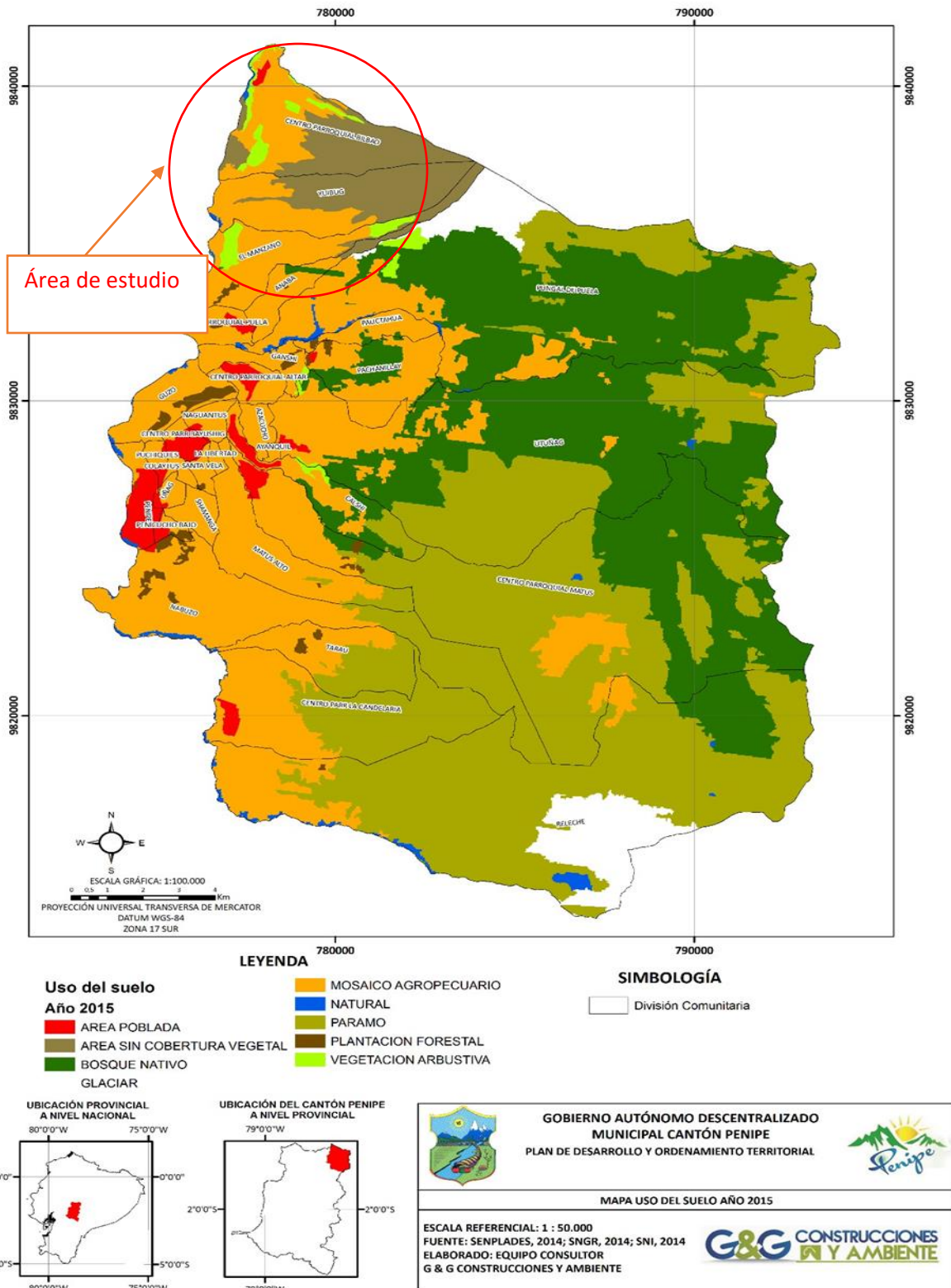
MAPA USO DEL SUELO AÑO 2008

---

ESCALA REFERENCIAL: 1 : 50.000  
 FUENTE: SENPLADES, 2014; SNGR, 2014; SNI, 2014  
 ELABORADO: EQUIPO CONSULTOR  
 G & G CONSTRUCCIONES Y AMBIENTE

Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 30)

Mapa 12. Uso del suelo año 2015



Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 31)

## 5.7. ECOSISTEMAS DE LA ZONA DE ANÁLISIS

Un ecosistema<sup>21</sup> es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico ( [\*Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad , 2016\*](#))

El significado del concepto de ecosistema ha evolucionado desde su origen. El término acuñado en los años 1930s, se debe a los botánicos ingleses Roy Clapham (1904-1990) y Sir Arthur Tansley (1871-1955). En un principio se aplicó a unidades de diversas escalas espaciales, desde un pedazo de tronco degradado, un charco, una región o la biosfera entera del planeta, siempre y cuando en ellas pudieran existir organismos, ambiente físico e interacciones.

Más recientemente, se le ha dado un énfasis geográfico y se ha hecho análogo a las formaciones o tipos de vegetación; por ejemplo, matorral, bosque de pinos, pastizal, etc. Esta simplificación ignora el hecho de que los límites de algunos tipos de vegetación son discretos, mientras que los límites de los ecosistemas no lo son. A las zonas de transición entre ecosistemas se les conoce como “ecotonos”.

Los ecosistemas, engloban características fisonómicas y taxonómicas de la vegetación nativa las cuales dictan además la composición faunística. Según estudios desarrollados por el Ministerio del Ambiente en el año 2012, la ubicación geográfica del cantón Penipe, con características climáticas específicas para cada entorno, contribuye a la presencia de 6 ecosistemas naturales (aproximada-

---

<sup>21</sup> Eventos y situaciones que permiten las interrelaciones y procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia, la simbiosis y con su ambiente de desintegración que vuelve a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes hacen único a un ecosistema. Las especies del ecosistema, incluyendo bacterias, hongos, plantas y animales dependen unas de otras. Las relaciones entre las especies y su medio, resultan en el flujo de materia y energía del ecosistema.

mente el 7% de los ecosistemas naturales existentes en el país). La distribución de estos ecosistemas a nivel de la zona de influencia volcánica, análisis de este estudio, contiene de los seis ecosistemas del cantón, cuatro, se describen a continuación:

**a. Bosque siempre verde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes**

Aproximadamente el 18,14% de este ecosistema se encuentra en Pungal de Puela con las siguientes especies de flora: *Alchornea grandiflora*, *A. leptogyna*, *Alnus acuminata*, *Cecropia andina*, *C. maxima*, *Cedrela montana*, *Ceroxylon parvifrons*, *Cinchona pubescens*, *Clethra revoluta*, *Cyathea caracasana*, *Freziera canescens*, *F. verrucosa*, *Guarea kunthiana*, *Hedyosmum cumbalense*, *H. luteynii*, *H. strigosum*, *Hieronyma macrocarpa*, *Myrcianthes hallii*, *M. rhopaloides*, *Myrsine andina*, *Ocotea rugosa*, *Oreopanax ecuadorensis*, *Schefflera sodiroi*, *Vallea stipularis*, *Weinmannia glabra*, *W. pinnata*, *Bocconia integrifolia*, *Miconia theizans*, *Palicourea amethystin* y *Gunnera brephogea*. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 78)

**b. Bosque siempre verde del Páramo**

El 98,71% de la superficie de este ecosistema se encuentra en la comunidad Pungal de Puela con las siguientes especies de flora:

*Buddleja incana*, *B. pichinchensis*, *Columellia oblonga*, *Escallonia myrtilloides*, *Gynoxys acostae*, *G. cuicochensis*, *G. hallii*, *Hesperomeles ferruginea*, *H. obtusifolia*, *Myrsine andina*, *Oreopanax andreanus*, *Polylepis incana*, *P. lanuginosa*, *P. microphylla*, *P. pauta*, *P. reticulata*, *P. sericea*, *P. weberbaueri*, *Weinmannia fagaroides*. *Geranium ayavacense*, *Luzula gigante* y *Rubus coriaceus*.(Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 78)

### **c. Arbustal siempre verde y herbazal del Páramo**

El territorio con más altitud que constituye este entorno se enmarca en la jurisdicción Pungal de Puela posee el 13,082% de la superficie de este ecosistema, las especies de flora para el ecosistema son:

*Arcytophyllum vernicosum*, *Berberis grandiflora*, *B. hallii*, *B. lutea*, *Diplostephium rupestre*, *Escallonia myrtilloides*, *Hesperomeles obtusifolia*, *Miconia salicifolia*, *Monnina obtusifolia*, *Pernettya prostrata*, *Pentacalia arbutifolia*, *P. andicola*, *P. vaccinioides*, *Ribes andicola*, *Vaccinium floribundum*, *Bomarea glaucescens*, *Tristerix longebracteatus*. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 79).

### **d. Herbazal del Páramo**

Pungal de Puela con el 13,01% de la superficie contiene a este ecosistema; las especies de flora para el ecosistema son:

*Agrostis breviculmis*, *Calamagrostis intermedia*, *C. recta*, *C. effusa*, *Chrysactinium acaule*, *Festuca asplundii*, *Gnaphalium pensylvanicum*, *Oreomyrrhis andicola*, *Pteridium arachnoideum*, *Puya lanata*, *P. eryngioides*, *P. pygmaea*, *Paspalum tuberosum*, *Stipa ichu* y *Viola humboldtii*. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 79)

### **f. Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo**

La zona de influencia directa no posee este tipo de ecosistema.

### **g. Herbazal y Arbustal siempre verde Subnival del Páramo**

La zona de influencia directa no posee este tipo de ecosistema.

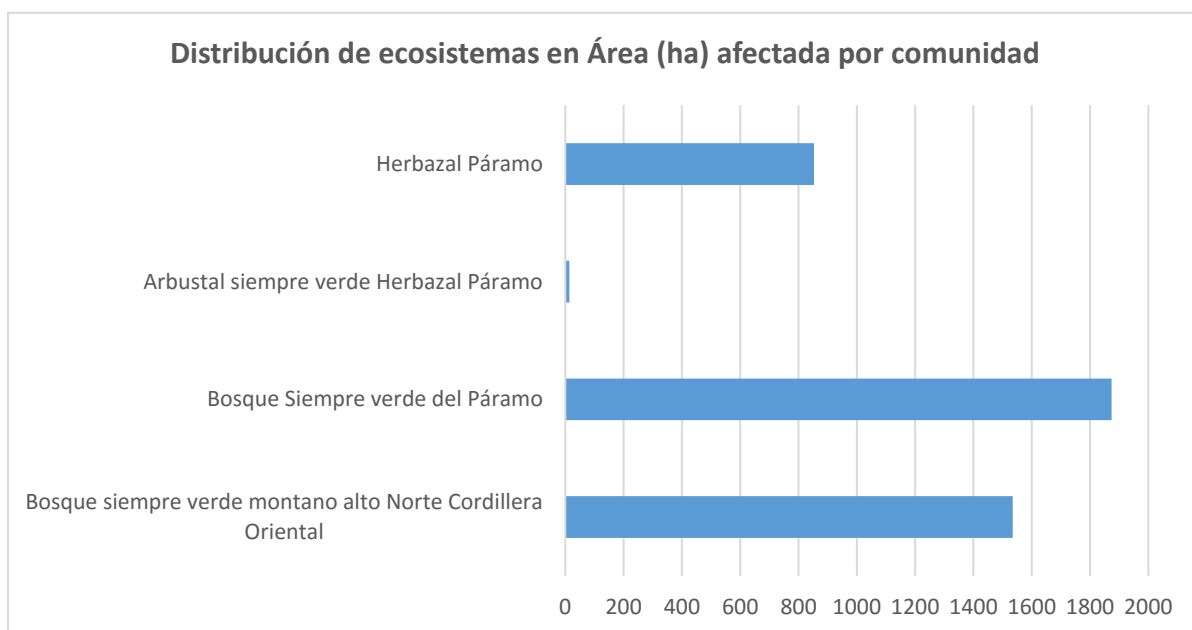
**Tabla 25.** Distribución de ecosistemas en área afectada por comunidad <sup>22</sup>

Comuni- dad	Bosque siempre verde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes		Bosque siempre verde del Páramo		Arbustal siempre verde y Herbazal del Páramo		Herbazal del Páramo		Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo		Herbazal y Arbustal siempre verde Subnival del Páramo	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Pungal de Puela	1534.65	18,14	1873.93	98.71	13,82	0,42	853,1	13.01	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	1534.65	100	1873,93	100	13.82	100	853.1	100	0.00	0.00	0.00	0.00

Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 79)

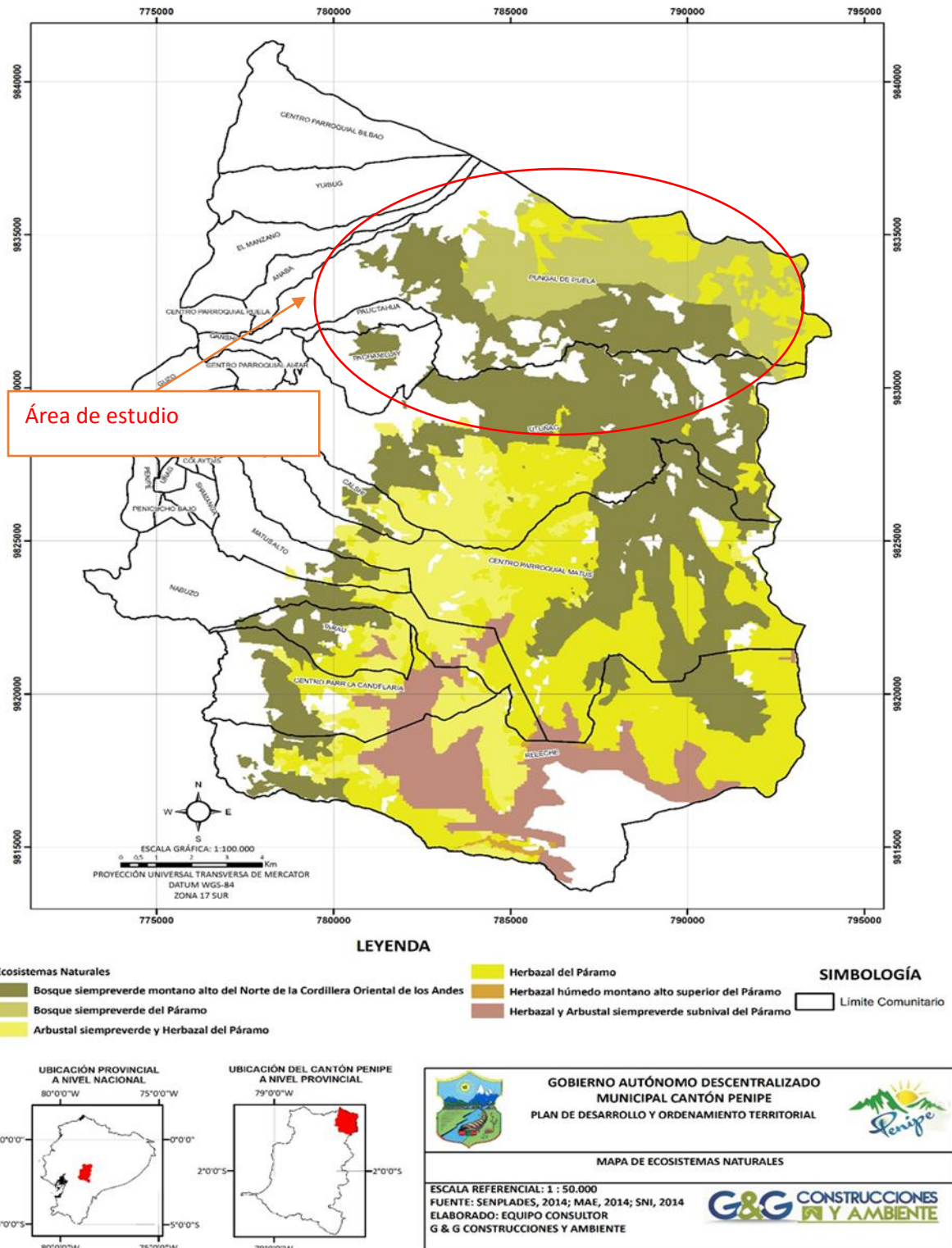
<sup>22</sup> Según el estudio desarrollado por el GAD\_Penipe, 2015, el cantón limita con el Parque Nacional Sangay, se han determinado la existencia de 586 especies endémicas el 45% de estas son orquídeas; agazapadas en algunas especies de flora con riesgo para su conservación, por su estado de amenaza son: *Oreopanax ecuadorensis*, *Oreopanax grandifolius* y *Phaedranassa schizantha*.

**Grafico 6.** Distribución de ecosistemas en área afectada por comunidad



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 79). Elaboración propia

Mapa 13. Distribución de ecosistemas en área afectada por comunidad



Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 84)



### 5.7.1 Biogeografía de la Zona

La biogeografía es la ciencia que estudia la distribución de los seres vivos sobre la Tierra y los procesos que originaron esta distribución. Se trata de una ciencia histórica, es decir, que se ocupa del estudio de sistemas cuya evolución ha seguido una trayectoria única, que debe estudiarse en concreto, no pudiendo obtenerse su conocimiento deductivamente a partir de principios generales. En particular, los seres vivos presentes en una región no pueden deducirse de los factores geográficos, sino que deben ser examinados empíricamente. A la biogeografía se le ha dividido en dos ramas, la conocida como la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica. La biogeografía ecológica estudia la biodiversidad en el tiempo y el espacio, y cada una de estas ramas se apoya más en uno de estos elementos. La biogeografía histórica se enfoca más en el tiempo, buscando como se fueron dando las distribuciones de especies hasta su estado actual. La biogeografía ecológica usando técnicas como la teoría de la tolerancia ecológica, se basa más en la distribución espacial de los seres vivos en el momento actual. Algunos consideran a estas dos ramas irreconciliables, sin embargo, cada una es el complemento de la otra.

La distribución de los seres vivos en la superficie terrestre no es uniforme ni en el tiempo ni en el espacio y cada especie, género, familia, orden (cada taxón) ocupa de modo espontáneo una superficie determinada, continua o discontinua que constituye su territorio, su “área de distribución”. La biogeografía no estudia sólo la distribución de especies y taxones de categoría superior, sus áreas de lo que se ocupa la especialidad llamada corología, sino también la distribución de ecosistemas y biomas (Biogeografía Ecológica). Las áreas de distribución no son casuales y evolucionan a lo largo del tiempo a medida que lo hacen los distintos factores del medio (relieve, suelo, clima, relaciones interespecíficas, presencia humana) o en función de la propia evolución biológica de las especies. (Abdala, Virginia, Biogeografía, 2014).

Para la biogeografía la tarea es definir áreas relativamente homogéneas y distintas de las circundantes, que estén caracterizadas por una biota homogénea. Estas áreas, más o menos idealizadas, son susceptibles de ser presentadas cartográficamente. Así, los mapas de distribución de las especies son una de las principales evidencias empíricas para las inferencias biogeográficas. Cada taxón tiene su área de distribución particular. Dado que ésta viene determinada por sus características propias, capacidad de adaptación y difusión, historia evolutiva y relación con los taxones vecinos, no hay en la práctica dos que resulten exactamente iguales. Sin embargo, en líneas generales se pueden reconocer tres grandes patrones de distribución de los taxones sobre la Tierra (tomado del Open Course de la Universidad de Cantabria. Recuperado. <http://ocw.unican.es/ciencias-sociales-y-juridicas/biogeografia/materiales/tema-1/1.1.3-la-distribucion-de-los-seres-vivos> 10/06/2017).

Los bosques de montaña presentan una combinación peculiar de humedad, temperatura, geomorfología e historia evolutiva que determinan una altísima diversidad florística a diferentes escalas. Los procesos evolutivos a escala continental y regional, las características geomorfológicas, los tipos de suelos subyacentes, la variación en los patrones de precipitación, la fragmentación de hábitats y el gradiente de temperatura han creado un ambiente idóneo para la diversificación y mantenimiento de las especies registradas en los bosques montanos del Ecuador (Stadmiiller 1987, Gradstein 2008). Razón por la cual se ha convertido en uno de puntos calientes para la biodiversidad (Myers 2000). Las epífitas de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae son grupos especialmente diversos y abundantes en los sectores de montaña, así como las hepáticas y briofitas que colaboran de forma especial a la generación de recursos hídricos convirtiendo a los ecosistemas de vertientes en una de las zonas más importantes en la prestación de servicios ambientales (Balslev y Øllgard 2002). Debido a las condiciones geomorfológicas (niveles de pendiente pronunciados) y a los procesos de intervención antrópica, los ecosistemas de montaña son particularmente

frágiles. Los fenómenos de erosión en regímenes de fuertes lluvias y los factores mencionados provocan deslaves con la subsecuente aparición del bosque secundario y pérdida de hábitat reduciendo de esta forma la diversidad de este ecosistema. En términos florísticos los bosques que se encuentran hacia las vertientes externas de la cordillera oriental de los Andes son más diversos que los que se encuentran hacia los valles interandinos y las vertientes internas de la cordillera, sin embargo, los bosques occidentales se caracterizan por un mayor índice de endemismo (Valencia et al. 2000, Pennington et al. 2004). En las estribaciones orientales los bosques son continuos y muy húmedos, a diferencia de las estribaciones occidentales donde los bosques son extensos y continuos en el norte del Ecuador; por el contrario, al sur del país, la franja del bosque es menos húmeda y más estrecha. Los bosques naturales que aún quedan son poco conocidos y están siendo destruidos aceleradamente. Dentro de los Andes, también se encuentra el sector biogeográfico páramo, que se distribuye en un callejón casi ininterrumpido sobre la línea de bosque de las cordilleras occidental y oriental de los Andes sobre los 3300 y 3500 respectivamente y 2800 m en el sur del país. Según el último estudio realizado por Beltrán et al. (2009) se estima que ocupan un área total de 1'337 119 ha (5% del territorio nacional), está presente en 18 de las 24 provincias. En base a la fisonomía y al tipo de flora se distinguen la vegetación zonal y azonal, esta última se encuentra relacionada a condiciones edáficas o microclimáticas locales como aquellas que se desarrollan en partes húmedas, pantanos y turberas (Rangel 1995). Su importancia radica en que forman grandes cuerpos de agua estables y muchas veces en quebradas y ríos. Está conformada por especies como *Plantago rigida*, *Werneria* spp., *Distichia muscoides*, *Oreobolus* spp., *Sphagnum* spp., entre otras. En las cimas más altas, es característico encontrar áreas de páramo desérticas o arenales a elevaciones sobre los 4200 m. La vegetación es escasa, las plantas crecen en parches pequeños de manera aislada. El número de especies y su cobertura decrece rápidamente con la altitud y pocas

especies alcanzan la línea de nieve (4800-4900 m) como *Nototriche* spp., *Draba* spp., *Culcitium* sp. (Ramsay y Oxley 1996). El sector valles tiene un ancho de menos de 40 km y una altitud entre 1600 y 3000 m.

El callejón interandino es una sucesión de cuencas (hoyas) separadas por ramales transversales denominados nudos con elevaciones entre 3000 y 3400 m. Los valles incluyen los matorrales secos y húmedos montanos, y el matorral húmedo montano bajo. En los valles interandinos, la vegetación original ha sido casi totalmente destruida durante los últimos siglos y reemplazada por campos dedicados a la agricultura y a pastizales. Se encuentran remanentes restringidos a quebradas y montañas aisladas. Se caracteriza principalmente por estar compuestos de árboles pequeños y arbustos, frecuentemente con espinos.

Los valles interandinos en la actualidad están dominados por *Eucalyptus globulus*, especie introducida desde Australia alrededor de 1860. Esta especie se encuentra a lo largo de las carreteras y los campos y también está plantado en parcelas silviculturales para la producción de madera. En algunas áreas se encuentran *Pinus radiata* (pino de California) y *Pinus patula* (pino mexicano amarillo) que fueron introducidos de California y México, respectivamente, a principios del siglo XX mientras que la gramínea *Pennisetum clandestinum* (Kicuyo) introducida de África predomina en la mayoría de los pastizales hacia el sur del país, entre los 2000 y 3000 metros de altitud, los valles se caracterizan por la presencia de arbustos y árboles pequeños, algunas veces con suelo desnudo entre las plantas leñosas.

Entre las especies más comunes están: *Oreocallis grandiflora*, *Lomatia hirsuta*, *Hypericum laricifolium*, *Bejaria aestuans* y *Cantua quercifolia*. (Guevara Juan, Medina Byron, Morales Carlos, Salgado Silvia, Santiana Janeth, 2012. p. 30; Ministerio del Ambiente del Ecuador 2012, Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador continental, Ministerio del Ambiente del Ecuador. Quito...).

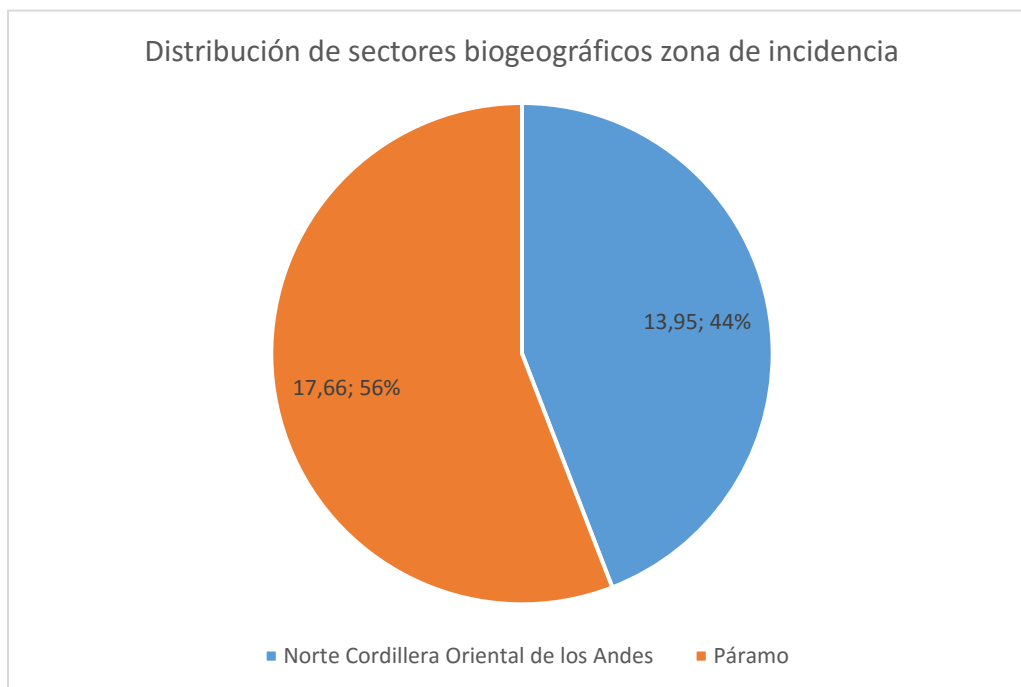
En la distribución biogeográfica del territorio nacional, e inmersa en la Cordillera Oriental parte del territorio del cantón Penipe, con jurisdicciones inmersas en la zona de influencia volcánica posee dos de estos ecosistemas definidos. Norte de la Cordillera Oriental de los Andes y Páramo (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 87) con una representación a nivel nacional ecosistémica del 11%. Dentro de ello la comunidad Pungal de Puela con el 13,95% posee el segundo lugar en distribución de la superficie del sector biogeográfico “Norte de la cordillera Oriental de los Andes” del cantón, complementando con el sector biogeográfico “Páramo”, en la misma comunidad, Pungal de Puela con el 17,66%; dentro de la zona de afectación.

**Tabla 26.** Distribución de sectores biogeográficos zona de incidencia

Comunidad	Norte de la cordillera Oriental de los Andes		Páramo	
	Superficie (ha)	%	Superficie (ha)	%
Anabá	291,58	5,54	14,15	0,31
Centro Parroquial Bilbao	1145,5	21,77	194,73	4,29
Centro Parroquial Puela	197,39	3,75	0,00	0,00
El Manzano	714,79	13,58	103,43	2,28
Pungal de Puela	2094,05	39,80	3899,26	0,86
Yuibug	818,04	15,47	318,97	7,04
<b>Total</b>	<b>5261,35</b>	<b>99,91</b>	<b>4530,54</b>	<b>14,78</b>

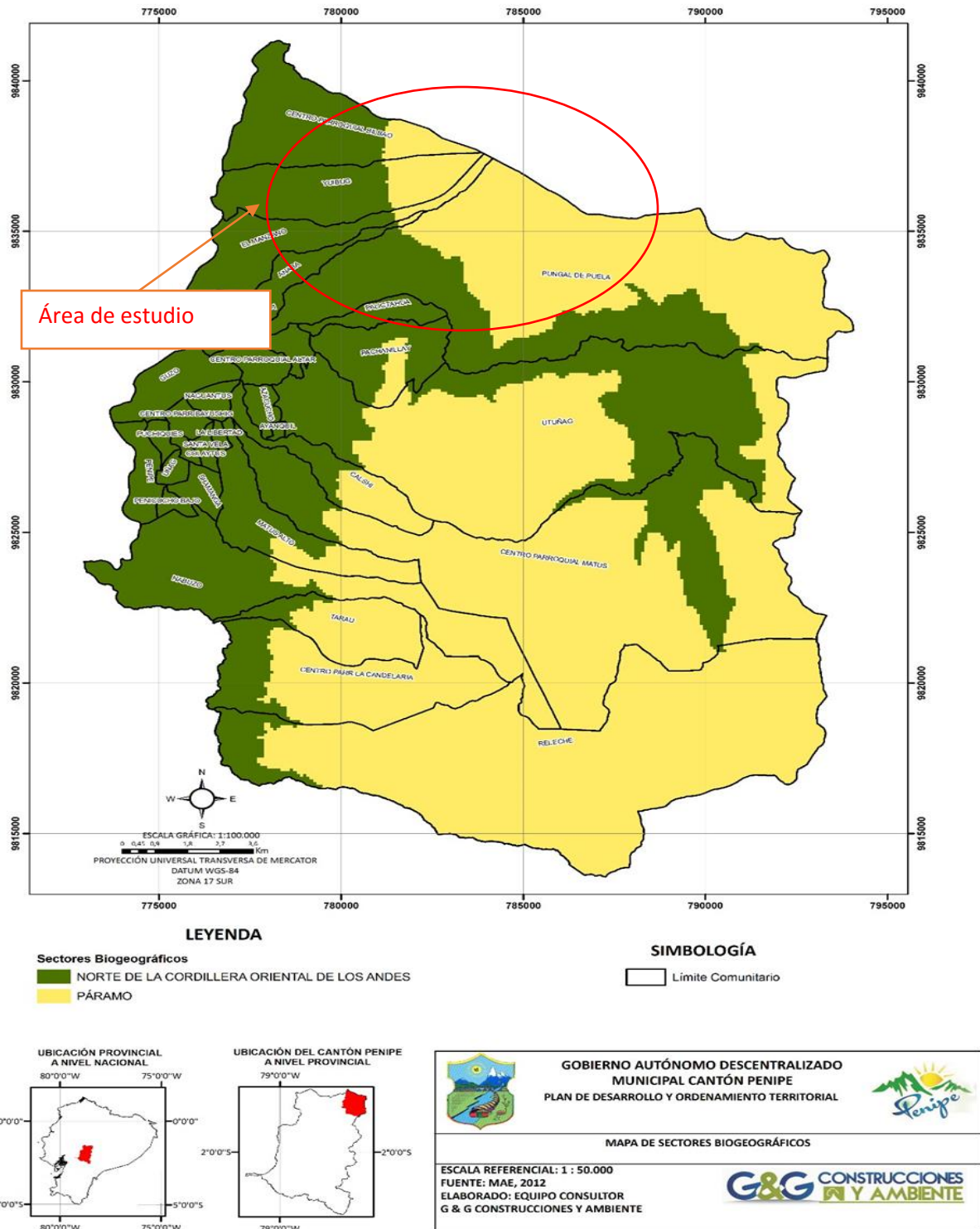
**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 85)

**Grafico 7.** Distribución de ecosistemas en área afectada por comunidad



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 85)

Mapa 14. Distribución de sectores biogeográficos zona de incidencia



Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 89)

### 5.7.2 Fauna y Flora del cantón Penipe y zona de afectación

Para exponer el potencial de Fauna y Flora del cantón y visualizar este componente en las zonas de afectación por el proceso volcánico y su riqueza como valor natural, es menester ubicar el

**Figura 19.** Ubicación espacial de la Cordillera Oriental en el Ecuador<sup>23</sup>



escenario de interacción de las dos zonas de vida presentes en la cordillera Oriental del Ecuador también conocida como Real o Central. Macizo que recorre de norte a sur a lo largo del Ecuador dejando al oeste valles interandinos de gran altitud y al este la gran llanura de la amazonia ecuatoriana. Desde la zona central de la región Interandina hacia el sur, se ha declarado área de protección, na-

ciendo el Parque Nacional Sangay (PNS) desde junio 16 de 1975 (MAE, 2004); la designación de la UICN de Patrimonio Natural de la Humanidad<sup>24</sup> (UNESCO, 1983), distinción otorgada con el mismo mérito que a las Galápagos. En este gran entorno es donde se ubican los volcanes más

<sup>23</sup>Recuperado.

[https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwieybTLip\\_UAhWJVxoKHeivAG8QjhwIBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.mountainstamp.com%2FEcuador\\_pages%2FTungurahua.html&psig=AFQjCNG9LuYipXpeo493q9LS8su5VFVY2Q&ust=1496490198395321](https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=0ahUKEwieybTLip_UAhWJVxoKHeivAG8QjhwIBQ&url=http%3A%2F%2Fwww.mountainstamp.com%2FEcuador_pages%2FTungurahua.html&psig=AFQjCNG9LuYipXpeo493q9LS8su5VFVY2Q&ust=1496490198395321)

<sup>24</sup> La gran biodiversidad existente y luego de realizar un prolijo análisis científico, en 1983 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declaró al **Parque Nacional Sangay** como **Patrimonio Natural de la Humanidad**, debido a su gran importancia biológica, ecológica y cultural.



jóvenes y activos del país, resultado del movimiento tectónico<sup>25</sup>. La Placa de Nazca se desplaza suave y lentamente hacia "adentro" de la Placa Sudamericana a una velocidad promedio de 9 cm por año, modelando el entorno de manera determinante. (Toulkeridis, 2013).

**5.7.2.1 Fauna.** El grupo más representativo corresponde a las aves con 343 especies, determinando una copiosa zona en el contexto regional, seguido por los mamíferos con 100 especies, el grupo de los anfibios registra un número de 25 y los reptiles con 14 especies inventariadas. Se estima que existen más de 500 especies de vertebrados (Freile y Santander 2005), en el contexto general del Parque Nacional.

De acuerdo a lo que se mencionó, los sectores biogeográficos definen la distribución de las especies faunísticas y florísticas, en este contexto el componente avifauna registrada para los dos ecosistemas existentes en el cantón Penipe, corresponde a un listado aproximado de 76 especies de aves. En inventario se registra la presencia de una especie considerada en peligro Crítico, corresponde al Cóndor Andino (*Vultur gryphus*) más dos especies consideradas Casi Amenazadas como es el Aguilucho Cinéreo (*Circus cinerea*) y el Tucán Andino Pechigrís (*Andigena hypoglauca*).

---

<sup>25</sup> Como resultado de la tectónica de Placas, Ecuador registra 10 montañas con más de 5.000 m.s.n.m. Cuatro de ellas están en la Cordillera Oriental; por sus características altitudinales, climáticas, y otros elementos biogeográficos hacen de estos parajes los lugares de mayor contraste y vida en la superficie de la tierra en relación a su ubicación por superficie. (Robert Hofstede et al., 2014).

**Tabla 27.** Avifauna en los sectores biogeográficos del Cantón Penipe

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza en el Ecuador	Sector Biogeográfico
Anatidae	<i>Merganetta armata</i>	Pato Torrentero	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Anatidae	<i>Anas andium</i>	Pato Cerceta Andina	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Anatidae	<i>Anas georgica</i>	Pato Anade Piquiamarillo	Preocupación menor	Páramo.
Anatidae	<i>Anas discors</i>	Pato Cerceta Aliazul	Preocupación menor	Páramo.
Anatidae	<i>Oxyura ferruginea</i>	Pato Rojizo Andino	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Anatidae	<i>Nomonyx dominicus</i>	Pato Enmascarado	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Cathartidae	<i>Vultur gryphus</i>	Cóndor Andino	En Peligro crítico	Páramo
Accipitridae	<i>Circus cinerea</i>	Aguilucho Cinéreo	Casi amenazado	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Accipitridae	<i>Accipiter ventralis</i>	Gavilán Azor Pechillano	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Accipitridae	<i>Buteo platypterus</i>	Gavilán Aludo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Accipitridae	<i>Buteo polyosoma</i>	Gavilán Variable	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo Americano o Quilico	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Cracidae	<i>Penelope montagnii</i>	Pava andina	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Andarríos Solitario	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes

Columbidae	<i>Columba fasciata</i>	Paloma Collareja	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Columbidae	<i>Columba livia</i>	Paloma Comun	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Columbidae	<i>Columba subvinacea</i>	Paloma Morada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Columbidae	<i>Geotrygon frenata</i>	Paloma Perdiz Goliblanca	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Columbidae	<i>Geotrygon montana</i>	Paloma Perdiz Rojiza	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza Campanaria	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Strigidae	<i>Otus albogularis</i>	Autillo goliblanco	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes

Strigidae	<i>Bubo virginianus</i>	Búho Coronado Americano	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Strigidae	<i>Glaucidium jandini</i>	Búho Mochuelo Andino	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Strigidae	<i>Strix albitarsis</i>	Búho rufibandeado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Caprimulgidae	<i>Caprimulgus longirostris</i>	Chotacabras Alifajeado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Apodidae	<i>Streptoprocne zonaris</i>	Vencejo Cuelliblanco	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Colibri coruscans</i>	Colibrí Orejivioleta Ventriazul	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Oreotrochilus chimborazo</i>	Colibrí Estrella Ecuatoriana	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Patagona gigas</i>	Colibrí Gigante	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Aglaeactis cupripennis</i>	Colibrí Rayito Brillante	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes

Trochilidae	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí Terciopelado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Coeligena coeligena</i>	Colibrí Inca Bronceado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Coeligena torquata</i>	Colibrí Collarejo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Ensifera ensifera</i>	Colibrí Pico Espada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Heliangelus exortis</i>	Colibrí Solángel Turmalina	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Eriocnemis luciani</i>	Colibrí Zamarrillo Colilargo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Lesbia victoriae</i>	Colibrí Colacintillo Colinegro	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trochilidae	<i>Lesbia nuna</i>	Colibrí Colacintillo Coliverde	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Trogonidae	<i>Trogon personatus</i>	Trogón Enmascarado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Rhamphastidae	<i>Andigena hypoglauca</i>	Tucán Andino Pechigrís	Casi amenazado	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Picidae	<i>Piculus rivolii</i>	Carpintero Dorsicarmesí	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Picidae	<i>Veniliornis nigriceps</i>	Carpintero Ventribarrado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Furnariidae	<i>Cinclodes fuscus</i>	Cinclodes Alifranjeado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Furnariidae	<i>Cinclodes excelsior</i>	Cinclodes Piquigrueso	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Furnariidae	<i>Synallaxis azarea</i>	Colaespina de Azara	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Furnariidae	<i>Asthenes flammulata</i>	Canastero Multilistado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Furnariidae	<i>Margarornis squamiger</i>	Subepalo Perlado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Formicariidae	<i>Grallaria squamigera</i>	Gralaria Ondulada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes

Formicariidae	<i>Grallaria quitensis</i>	Gralaria Leonada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Elaenia albiceps</i>	Atrapamoscas Elenia Cresti- blanca	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Mecocerculus</i>	Atrapamoscas Tiranillo	Preocupación menor	Norte de la cordillera
	<i>leucophrys</i>	Barbiblanco		Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Anairetes parulus</i>	Atrapamoscas Cachudito Torito	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Pyrrhomyias cin- namomea</i>	Mosquerito Canelo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Ochthoeca fumico- lor</i>	Atrapamoscas Pitajo Dorsi- pardo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Ochthoeca rufipectoralis</i>	Atrapamoscas Pitajo Pechi- rrufo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Myiotheretes fumi- gatus</i>	Atrapamoscas Alinaranja Ahumada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Tyrannidae	<i>Agriornis montana</i>	Atrapamoscas Arriero Piqui- negro	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Cotingidae	<i>Ampelion rubrocris- tatus</i>	Cotinga Crestirroja	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Corvidae	<i>Cyanolyca turcosa</i>	Urraca Turquesa	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Turdidae	<i>Turdus fuscater</i>	Mirlo Grande	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Cinclidae	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Mirlo acuático Gorriblanco	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Hirundinidae	<i>Notiochelidon mu- rina</i>	Golondrina ventricafé	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Hirundinidae	<i>Notiochelidon cya- noleuca</i>	Golondrina Azuliblanca	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Motacillidae	<i>Anthus bogotensis</i>	Bisbita del Páramo	Preocupación menor	Páramo.
Parulidae	<i>Myioborus melano- cephalus</i>	Reinita Candelita de Anteojos	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Fringillidae	<i>Carduelis magella- nica</i>	Jilguero Encapuchado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes

Icteridae	<i>Sturnella bellicosa</i>	Oropéndola Pastorero Peruano	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Emberizidae	<i>Zonotrichia capensis</i>	Chingolo o Gorrión	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Emberizidae	<i>Catamenia analis</i>	Pinzón Semillero Colifajeado	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Emberizidae	<i>Catamenia inornata</i>	Pinzón Semillero sencillo	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Thraupidae	<i>Catamblyrhynchus diadema</i>	Tangara Gorradiadema	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Thraupidae	<i>Thraupis cyanocephala</i>	Tangara Gorriazul	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Thraupidae	<i>Dubusia taeniata</i>	Tangara Montana Pechianteada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Thraupidae	<i>Anisognathus igniventris</i>	Tangara Montana Ventriescarlata	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Thraupidae	<i>Iridosornis rufivertex</i>	Tangara Coronidorada	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Thraupidae	<i>Tangara vassorii</i>	Tangara Azulinegra	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes

**Fuente.** Ridgely, R. S. y Greenfield, P. J (2006); IUCN (2014), Referido.(Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 93).

**Imagen 31.** Tórtola (*Patagioenas oenops*)

**Imagen 32.** Cóndor Andino (*Vultur gryphus*)



**Foto 31, 32.** Recuperado. [https://en.wikipedia.org/wiki/Maranon\\_pigeon](https://en.wikipedia.org/wiki/Maranon_pigeon)

**Mastofauna.** - La Cordillera Oriental, aunque no en la misma proporción de la diversidad florística, no siendo la excepción en la Zona Norte y de Páramo del Cantón Penipe ofrece una alta diversidad de especies animales relacionadas con la Mastofauna.

Los mamíferos (Mammalia) son una clase de vertebrados amniotas homeotermos (de “sangre caliente”) que poseen glándulas mamarias productoras de leche con las que alimentan a las crías. La mayoría son vivíparos con la notable excepción de los monotremas: ornitorrinco y equidnas. Se trata de un taxón monofilético; es decir, todos descienden de un antepasado común que se remonta probablemente a finales del Triásico, hace más de 200 millones de años. Pertenecen al clado sinápsidos, que incluye también numerosos “reptiles” emparentados con los mamíferos, como los pelicosaurios y los cinodontos ([es.wikipedia.org](https://es.wikipedia.org)). Se conocen unas 5487 especies actuales, de las cuales 5 son monotremas, 272 son marsupiales y el resto, 5209, son placentarios. La ciencia que estudia los mamíferos se denomina teriología, mastozoología o mamiferología.

Para la distribución de mamíferos (mastofauna) en la región, los estudios han presentado en su inventario 26 especies distribuidas en categorías de acuerdo a su estado situacional originado por distintas amenazas naturales como antrópicas hasta el año 2014, la valoración del estado está enmarcado de acuerdo a la UICN<sup>26</sup> con respecto a categorías situacionales por su estado, donde se han determinado De Casi Amenazada en las siguientes especies: Yamala (*Mazama rufina*), Guanta andina (*Cuniculus taczanowskii*) y Murciélago de hombros amarillos de dos dientes (*Sturnira bidens*). En la categoría de Vulnerable se encuentran dos especies, Ciervo enano (*Pudu mephistophiles*) y Gato de las pampas (*Leopardus pajeros*). Entretanto en la categoría En Peligro, se sitúa el Oso Andino o anteojos (*Tremarctos ornatus*).

---

<sup>26</sup>La **Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza** (UICN) es una Unión de Miembros compuesta por Estados soberanos, agencias gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil. La UICN pone a disposición de las entidades públicas, privadas y no gubernamentales, los conocimientos y las herramientas que posibilitan, de manera integral, el progreso humano, el desarrollo económico y la conservación de la naturaleza. Creada en 1948, la UICN se ha convertido en la red ambiental más grande y diversa del mundo. La UICN cuenta con la experiencia, los recursos y el alcance de sus más de 1300 organizaciones Miembro y los aportes de más de 16 000 expertos. La UICN es la autoridad mundial en cuanto al estado de la naturaleza y los recursos naturales, así como las medidas necesarias para protegerlos. Nuestros expertos están organizados en seis comisiones dedicadas a la supervivencia de las especies, el derecho ambiental, las áreas protegidas, las políticas ambientales, sociales y económicas, la gestión de los ecosistemas, y la educación y la comunicación.



**Imagen 33.** Tapir Andino (*T. terrestris*), Cordillera Oriental



**Imagen 33 a.** Oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), Cordillera Oriental



**Fuente.** 33, 33 a, Pillajo Patricio, 2016

**Tabla 28.** Mastofauna en los sectores biogeográficos del Cantón Penipe

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza en el Ecuador	Sector Biogeográfico
Caenolestidae	<i>Caenolestes fuliginosus</i>	Ratón marsupial sedoso	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Caenolestidae	<i>Caenolestes sangay</i>	Ratón marsupial de Sangay	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Canidae	<i>Lycalopex culpaeus</i>	Lobo de páramo	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cervidae	<i>Mazama rufina</i>	Yamala	Casi amenazada	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cervidae	<i>Pudu mephistophiles</i>	Pudu, ciervo enano	Vulnerable	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Akodon mollis</i>	Ratón campestre delicado	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Microryzomys altissimus</i>	Ratón arrocero altísimo	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Microryzomys minutus</i>	Ratón arrocero diminuto	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Phyllotis andium</i>	Ratón orejón andino	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Phyllotis haggardi</i>	Ratón orejón de Haggard	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Thomasomys cinnamonus</i>	Ratón andino acanelado	No evaluada	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Thomasomys erro</i>	Ratón andino errante	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Cricetidae	<i>Thomasomys paramorum</i>	Ratón andino de páramo	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Caviidae	<i>Cavia aperea</i>	Cuy silvestre	Preocupación menor	Páramo
Cuniculidae	<i>Cuniculus taczanowskii</i>	Guanta andina	Casi amenazada	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Didelphidae	<i>Didelphis pernigra</i>	Zarigüeya andina de orejas blancas	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.

Felidae	<i>Leopardus pajeros</i>	Gato de las pampas	Vulnerable	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago rostro de fantasma	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Phyllostomidae	<i>Anoura peruana</i>	Murciélago longirostro peruano	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Phyllostomidae	<i>Sturnira bidens</i>	Murciélago de hombros amarillos de dos dientes	Casi amenazada	Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Vespertilionidae	<i>Histiotus montanus</i>	Murciélago marrón orejón andino	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Vespertilionidae	<i>Myotis keaysi</i>	Murciélago vespertino de patas peludas	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Vespertilionidae	<i>Myotis oxyotus</i>	Murciélago vespertino montano	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes,
Procyonidae	<i>Nasuella olivacea</i>	Coatí andino	Datos insuficientes	Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Sciuridae	<i>Notosciurus granatensis</i>	Ardilla de cola roja	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.
Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso andino	En peligro	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes.

**Fuente.** Valencia, J. H., E. Toral, M. A. Morales, R. Betancourt y A. Barahona (2008); IUCN (2014). Referido. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 94)

En lo referente a anfibios, 13 especies presentan distribución en los sectores biogeográficos del cantón Penipe; cuatro de éstas especies se encuentran consideradas En Peligro Crítico, éstas son; Jambato negro (*Atelopus ignescens*), Jambato de Peters (*Atelopus petersi*), Rana cohete de Quito (*Hyloxalus jacobuspetersi*) y Uco de manchas naranjas (*Telmatobius niger*). Además, tres especies están consideradas En Peligro, Cutín de Urbina (*Pristimantis modipeplus*), Cutín de Urdaneta (*Pristimantis orestes*) y Cutín de lomo manchado (*Pristimantis balionotus*). Mientras que Cutín de Orcés (*Pristimantis orcesi*) se encuentra en la categoría Vulnerable. El Cutin de Ville (*Pristimantis devillei*) se encuentra en la categoría Casi Amenazado. Las especies de Cutin de Quito

(*Pristimantis unistrigatus*) y la Rana marsupial de San Lucas (*Gastrotheca pseustes*) están consideradas como Preocupación menor.

**Tabla 29.** Herpetofauna (Anfibios) en los sectores biogeográficos del Cantón Penipe

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza en el Ecuador	Sector biogeográfico
Bufonidae	<i>Atelopus ignescens</i>	Jambato negro	En peligro crítico	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Bufonidae	<i>Atelopus petersi</i>	Jambato de Peters	En peligro crítico	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis bicantus</i>	Cutín de Yanayacu	No evaluada	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis devillei</i>	Cutín de Ville	Casi amenazada	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis modipeplus</i>	Cutín de Urbina	En peligro	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis orcesi</i>	Cutín de Orcés	Vulnerable	Páramo.
Craugastoridae	<i>Pristimantis orestes</i>	Cutín de Urdaneta	En peligro	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis riveti</i>	Cutín de Riveti	Casi amenazada	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis unistrigatus</i>	Cutín de Quito	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Craugastoridae	<i>Pristimantis ballionotus</i>	Cutín de lomo manchado	En peligro	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Dendrobatidae	<i>Hyloxalus jacobuspetersi</i>	Rana cohete de Quito	En peligro crítico	Páramo.
Hemiphractidae	<i>Gastrotheca pseustes</i>	Rana marsupial de San Lucas	Preocupación menor	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Telmatobiidae	<i>Telmatobius niger</i>	Uco de manchas naranjas	En peligro crítico	Páramo, Norte de la cordillera Oriental de los Andes

**Fuente.** Torres-Carvajal, O. y D. Salazar-Valenzuela (2012); IUCN (2014). Referido. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 95)

El grupo de Reptiles, está representado por siete especies, de las cuales una se encuentra en la categoría Vulnerable (*Stenocercus festae*) y dos Casi Amenazadas (*Pholidobolus macbrydei* y *Stenocercus guentheri*).

**Tabla 30.** Herpetofauna (Reptiles) en los sectores biogeográficos del Cantón Penipe

Familia	Nombre científico	Nombre común	Categoría de amenaza en el Ecuador	Sector Biogeográfica
Gymnophthalmidae	<i>Pholidobolus macbrydei</i>	Cuilanes	Casi amenazada	Páramo
Gymnophthalmidae	<i>Riama cashcaensis</i>	Palos	Preocupación menor	Páramo
Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus cadlei</i>	Guagsas de Cadle	No evaluada	Páramo
Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus festae</i>	Guagsas del austro	Vulnerable	Páramo
Iguanidae: Tropidurinae	<i>Stenocercus guentheri</i>	Guagsas de Gunther	Casi amenazada	Páramo
Colubridae	<i>Chironius fuscus</i>	Serpientes látigo olivas	Preocupación menor	Norte de la cordillera Oriental de los Andes
Colubridae	<i>Atractus badius</i>	Culebras tierreras	No evaluada	Norte de la cordillera Oriental de los Andes

**Fuente.** Burneo, S. y C. Boada (2012); IUCN (2014). Referido (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 95)

**5.7.2.2 Flora.** Según estudios del Ministerio del Ambiente hasta el año 2014<sup>27</sup>, la riqueza e importancia florística del Parque supera las 3000 especies vegetales, que se distribuyen en un amplio rango altitudinal desde los 1000 - 4000 m.s.n.m, abarcando cerca de la mitad de las formaciones vegetales existentes en el país.

<sup>27</sup> Situaciones adversas para el ingreso, recolección y posterior cuantificación en las áreas del Parque Nacional han impedido su completo inventario.

La relación que ha mantenido la humanidad con los entornos naturales es desde el origen mismo del Homo Sapiens en la faz de la tierra. La forma de vida de los seres humanos ha establecido y tomado un patrón cultural en relación a los medios biogeográficos disponibles; la naturaleza a provisto de los recursos (flora, fauna) que han sido utilizados para su sobrevivencia, crecimiento y desarrollo en algunos casos, ya en los tiempos actuales.(Vásquez Cerón, Buitrago Castro, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, & Proyecto Páramo Andino, 2011).

Estas situaciones dan origen a la filogenia, siendo la relación de parentesco entre especies o taxones en general. La filogenética es la parte de la biología evolutiva que se ocupa de determinar la filogenia, y consiste en el estudio de las relaciones evolutivas entre diferentes grupos de organismos a partir de la distribución de los caracteres primitivos y derivados en cada taxón, utilizando matrices de información de moléculas de ADN y de morfología. Recuperado (Fundación Wikimedia, Inc., 06 jun. 2017 a las 18:02).

La necesidad de descubrir la historia evolutiva de los organismos se inició con la publicación de *El origen de las especies* por Darwin en 1859. La incorporación de teorías evolutivas en los sistemas de clasificación de los organismos es un proceso que hoy en día aún no está terminado (de Queiroz y Gauthier 1992). Un paso crítico en este proceso fue la adquisición de métodos explícitos para suponer relaciones filogenéticas, ponerlas a prueba y verlas reflejadas en las clasificaciones, métodos para lo que biólogos como Willi Hennig (entomólogo alemán, 1913-1976), Walter Zimmermann (botánico alemán, 1892-1980), Warren H. Wagner, Jr. (botánico norteamericano, 1920 - 2000) y muchos otros han hecho valiosos aportes.

La diversidad entre especies y dentro de cada especie, biodiversidad, es una característica fácilmente observable. Una parte de esta biodiversidad es lo que reconocemos como recursos genéticos

cuya definición, según la FAO (1989), es "el material hereditario con valor económico, científico o social contenido en las especies"; definición que incluye una vasta cantidad de especies si se acepta que su valor sea al menos potencial. Sin embargo, frecuentemente el término de recursos filogenéticos se entiende por los mejoradores de forma más limitada, incluyendo en el los pocos cientos de especies cultivadas, prateras<sup>28</sup> y forestales con utilidad directa y/o cuya diversidad genética puede usarse en mejora y domesticación. Otro de los hechos fácilmente observables en la naturaleza es la adaptación de los seres vivos a su medio natural, lo que implica adaptación a condiciones de los medios físicos (climáticos y edáficos) y del medio biológico: mecanismos de defensa contra predadores y patógenos.(Nebel, Wright, & Javier Dávila, 1999)

Sin embargo, podemos constatar que el origen de las sociedades agrícolas y ganaderas se ha asociado a dos hechos: el uso de una parte muy reducida de la biodiversidad existente en cada una de las áreas en que estas sociedades comenzaron, y a la adaptación de las especies elegidas a nuevas condiciones favorables al uso humano (domesticación). Pero en general la adaptación a las condiciones de domesticación (pérdida de los mecanismos de dispersión de semillas, disminución o eliminación de mecanismos de defensa, por ejemplo) se opone a los mecanismos naturales de adaptación y está asociada a cambios morfológicos y/o fisiológicos. En muchos casos estos cambios hacen que sea difícil reconocer la especie silvestre de la que surgió la correspondiente cultivada. El inicio de las sociedades agrarias se ha basado siempre en la domesticación (cultivo) de no más de una decena de especies vegetales: fuentes de hidratos de carbono, de proteínas, de grasas y de fibras (D. Zohary). Por ejemplo, el inicio de la civilización en Oriente Medio - Mediterráneo

---

<sup>28</sup> La flora prateras y forrajera está constituida por todas aquellas especies cuyas partes vegetativas o bien la planta entera, son susceptibles de ser utilizadas como alimento por el ganado. Las praderas son cultivos forrajeros de dos o más especies de gramíneas y leguminosas que se aprovechan mediante siega o pastoreo en diferentes momentos de su ciclo. Los cultivos monófitos están constituidos básicamente por una única especie que se aprovecha preferentemente mediante siega y, frecuentemente, al final de su ciclo (Universidad Pública de Navarra, 2015).

se basó en el cultivo de trigo y cebada; lentejas, guisantes y habas; y lino. Con posterioridad el número de especies fue incrementándose (avena, centeno, olivo, frutales, etc.), y los intercambios entre culturas y los movimientos migratorios fueron aumentando el número de especies cultivadas usadas en cada área. En este sentido el descubrimiento de América y los intercambios ocurridos en los siglos posteriores representan el máximo de diversidad en los sistemas agrarios. (M. Pérez de la Vega, Área de Genética, Facultad. de Biología y E. S. y T. de Ing. Agraria, Universidad de León, s/f).

Paradójicamente, como consecuencia de los nuevos territorios disponibles se sientan las bases para el inicio de la reducción en la diversidad y los recursos genéticos en agricultura: el establecimiento de extensos monocultivos de café, caña de azúcar, algodón, tabaco, etc., en las colonias.

El segundo antecedente hacia la reducción en la diversidad es la Revolución Industrial. Supone la aparición de herramientas y maquinaria que por una parte cambian paulatinamente los métodos agrícolas y por otra facilitan el transporte de abonos (guano de Chile, por ejemplo) y cosechas, permitiendo así el monocultivo en grandes extensiones productivas y la venta de excedentes lejos de las áreas de producción. Igualmente, la síntesis química permite producir sustancias y fibras que sustituyen a tintes, fármacos, fibras naturales y otros productos obtenidos de plantas (Hoof, Monroy, & Saer, 2007).

La ciencia durante este siglo, y fundamentalmente durante los últimos 50 años, cuando el fenómeno de la erosión genética ha alcanzado unas dimensiones globales: la uniformidad ha sustituido a la diversidad a nivel mundial. El rendimiento, y la uniformidad que facilitan la mecanización, los tratamientos con fertilizantes, plaguicidas, etc., el almacenado y el procesado, son factores que determinan la rentabilidad del producto y por tanto condicionan la agricultura en nuestros días; abandonándose el cultivo de las especies menos rentables, las de difícil mecanización, aquellas



que no pueden venderse (cash crops) y aumentando la superficie sembrada de cada vez menos especies. Como consecuencia de todas estas circunstancias ciertas especies han dejado de cultivarse o se siguen cultivando de forma marginal (Reseda luteola, Gualda; Lathyrus, muelas y titarros; Vicia, algarrobas; Amaranthus; Solanum quitoense, naranjillas, y tantas otras). Pero hoy día la humanidad depende no solo de menos especies vegetales para su subsistencia, si no que en estas variedades locales (landraces)<sup>29</sup>, generalmente variables y localmente adaptadas pero de menor rendimiento, han sido sustituidas por unos pocos cultivos uniformes de alto rendimiento (desiertos verdes). Si revisamos la genealogía de muchos de los cultivos modernos de maíz, trigo, banano, caña de azúcar, palma aceitera, etc., veremos que la base genética de todos ellos es estrecha y muchos de sus genitores son comunes. La agricultura "pretecnológica" favorece la diversidad de cultivos, su rotación, e incluso la variabilidad dentro de un mismo cultivo; por el contrario, la agricultura actual favorece el monocultivo de grandes superficies con variedades uniformes. En definitiva, el acervo genético del que la humanidad depende para su alimentación se ha reducido y de no tomar medidas emergentes, se presentarán escenarios en tiempo no muy lejanos dramáticamente devastadores (Largacha, 1999).

Es así que esta relación ha marcado el estado actual de estos recursos en algunos escenarios, cambiando drásticamente su existencia, en flora y en fauna, alterando taxonómicamente, en algunos escenarios con conocimiento e intención y en otros por afectaciones catastróficas naturales o por acciones antrópicas. La zona de influencia volcánica del Tungurahua, es uno de estos escenarios atípicos, durante el espacio de acumulación magmática, generalmente 70-80 años, la población ha

---

<sup>29</sup> Una especie pura de cannabis o "landrace" es una variedad de cannabis desarrollada en su entorno natural, que nunca se ha cruzado con ninguna otra. El cannabis, también conocido como marihuana, entre otros muchos nombres, es el psicoactivo o psicotrópico obtenido de la planta...

sobre utilizado el recurso, devastando, y en algunos paisajes llegando a la casi extinción de especies vegetales con la consecuente afectación a la fauna del medio por actividades de desmonte con fines comerciales. En el periodo eruptivo (17 años) el intermitente abandono de estas áreas naturales, está permitiendo el aparecimiento y repoblamiento de especies nativas de gran valor natural en el sector (Vásquez Cerón et al., 2011).

**Imagen 33.** Lagunas de Atillo



**Imagen 34.** Diversidad Florística del PNS en la ruta Cebadas-Chimborazo hacia Macas-Morona Santiago



**Imagen. 33, 34.** Herrera, Nelson, 2012

La vegetación natural en esta área mayoritariamente en su diversidad es escasa, las especies nativas en inventario existentes son: Aliso (*Alnus jorullensis*), Lechero (*Euphorbia laurifolia*), Chilca (*Bracchiarias* sp.), Guanto (*Datura alva*), Chocho silvestre (*Lupinus pubescens*), se encuentran en

las parcelas como divisores o linderos de los terrenos. La situación en áreas naturales, en los últimos años ha identificado un avance considerable de la frontera agrícola hacia zonas de bosque nativo y chaparros (Cuesta, Francisco et al., 2012).

Los campesinos ubicados en las zonas baja y media al no tener otra alternativa de subsistencia, paulatinamente talan el bosque nativo y matorrales, y obtener suelos con fines agrícolas. La vegetación natural ha desaparecido o se ha quemado, en algunos sectores el suelo ha quedado desprotegido, aflorando las rocas, poniendo de esta manera en riesgo la cobertura del suelo y la pérdida de sumideros para dotación de agua para las zonas bajas.

De continuar el actual proceso expansionista de la agricultura y la ganadería, no existe posibilidad de asegurar la sustentabilidad en el manejo de los recursos naturales. Por otro lado, el problema de

**Imagen 35.** Áreas de cultivo en Puela, zona media, junto a la ceja de montaña con vegetación nativa.



**Fuente.** Olivo, Medardo, 2015

la disminución de las áreas naturales y la consecuente reducción de la producción de agua, afectarían significativamente la producción agropecuaria de las dos parroquias hacia las zonas medias y bajas.

**Tabla 31.** Especies de flora (recurso filogenético) y su uso presente en la zona de Páramo en los sectores biogeográficos afectados por la erupción del Volcán Tungurahua en Penipe

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación				Uso						
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea		Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas	
Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	X										X
Pumamaqui	<i>Oreopanax heterophylla</i>	X									X	X
Arrayan	<i>Myrtus communis</i>	X										X
Colca	<i>Miconia spp.</i>	X										X
Nogal	<i>Juglans regia</i>	X				X					X	X
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	X							X	X	X	X
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	X							X	X	X	X
Cedro	<i>Cedrella orodota</i>	X										X
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>	X							X	X	X	X
Mortiño	<i>Hesperomeles goudotiana</i>		X			X						

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación				Uso				
		Arborea	Arbustiva	Herbácea		Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña
Chilca	<i>Braccharis latifolia</i>		X				X		X	
Shanshi	<i>Coriaria thymifolia</i>		X		X		X			
Mora Silvestre	<i>Rubus glaucus</i>		X		X					
Musgo Verde	<i>Rigodium implexum</i>			X						
Taxo	<i>Pasiflora mixta</i>			X	X					
Paja Blanca	<i>Estipa icha</i>			X						
Guishcas		X			X					X
Chontal		X			X					X
Zagalejo		X					X		X	
Atunchol		X								X
Tabalbo		X							X	
Turo-Aliso		X								X
Wuishmo		X							X	X
Camotillo		X				X			X	X
Chirimote			X		X					
Achupallas			X					X		
Maihua			X		X			X		
Piña Silvestre			X		X					
Hualicón			X		X					
Oreja de Burro				X				X		
Frutilla				X	X					

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación				Uso					
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea		Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Orquídeas				X					X		
Huaicundo				X					X		
Número total de especies inventariadas				<b>13</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>13</b>

Fuente. (GAD\_Puela, 2015, p. 18)

**Cuadro 31.** Especies de flora presentes en las zonas de ríos y quebradas en la zona de afectación.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación				Uso					
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea		Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Sacha Capulí	<i>Vallea stipularis</i>	X							X	X	
Arrayan de Monte	<i>Myrtus communis</i>	X							X	X	
Shanshi	<i>Coriaria thymifolia</i>	X				X					
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	X						X	X	X	
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	X							X	X	
Retama	<i>Spartium junceum</i>		X					X	X		
Chilca	<i>Cordia alliodora</i>		X					X			
Achupalla	<i>Puya spp.</i>		X					X	X		
Berro	<i>Nastortium officinale</i>			X	X			X			
Musgo	<i>Rigodium implexum</i>			X							
Llantén Macho	<i>Plantago major</i>			X				X			
Sigse	<i>Phragmites australis</i>			X		X	X				
Chochillo	<i>Lupinus bogotensis</i>			X		X	X				

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación			Uso					
		Arborea	Arbustiva	Herbácea	Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Paja	<i>Estipa icha</i>			X		X	X			X
Hualicón		X			X					
Olivo		X				X			X	
Poleo			X					X		
Poxe			X			X	X			
Hongos				X						
Chulco				X				X		
Cañutillo				X			X			
Chamana				X					X	
Alfalfilla				X		X	X	X		
Número total de especies reportadas				<b>2</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>2</b>

**Fuente.** (GAD\_Puela, 2015, p. 20)

**Cuadro 32.** Especies de flora comparten territorio de producción en la zona de afectación.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación			Uso					
		Arborea	Arbustiva	Herbácea	Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Pino	<i>Pinus radiata</i>	X						X	X	X
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	X						X	X	X
Manzana	<i>Malus domestica</i>	X			X				X	
Claudia	<i>Prunus domestica</i>	X			X				X	
Pera	<i>Pyrus communis</i>	X			X				X	
Durazno	<i>Prunus persica</i>	X			X				X	
Aguacate	<i>Persea americana</i>	X			X				X	
Tomate De Árbol	<i>Cyphomandra betacea</i>	X			X			X		
Limón	<i>Citrus limonum</i>	X			X			X		
Uvilla	<i>Physalis peruviana</i>		X		X			X		
Alfalfa	<i>Medicago sativa</i>			X	X	X	X	X		
Papa	<i>Solanum tuberosum</i>			X	X	X	X			
Frutilla	<i>Fragaria vesca</i>			X	X			X		
Chocho	<i>Lupinus bogotensis</i>		X		X	X				
Kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>			X		X	X			
Haba	<i>Vicia faba</i>			X	X	X	X			
Mellico	<i>Ullucus tuberosus</i>			X	X					
Trigo	<i>Triticum aestivum</i>			X	X		X			
Lechuga	<i>Lactuca sativa</i>			X	X	X	X	X		
Cebada	<i>Hordeum vulgare</i>			X	X	X	X	X		
Zanahoria Amarilla	<i>Daucus Carota</i>			X	X	X	X	X		
Zapallo	<i>Cucurbita maxima</i>			X	X	X	X	X		
Zuquini	<i>Cucurbita pepo</i>			X	X					
Quinoa	<i>Chenopodium quinoa</i>			X	X		X			
Coliflor	<i>Brassica oleracea</i>			X	X	X	X			
Brócoli	<i>Brassica oleracea</i>			X	X	X	X			
Cebolla Blanca	<i>Allium cepa</i>			X	X			X		
Col	<i>Allium cepa</i>			X	X	X	X	X		
Perejil	<i>Petroselinum crispum</i>			X	X			X		
Hierba Buena	<i>Mentha sativa</i>			X	X			X		
Toronjil	<i>Melissa officinalis</i>			X	X			X		



Nombre común	Nombre científico	Tipo de ve- getación			Uso					
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de vi- viendas
Tomate Riñón	<i>Lycopersicum esculentum</i>			X	X			X		
Nabo	<i>Brassica rapa</i>			X	X					
Borraja	<i>Borrago officinalis</i>			X	X			X		
Remolacha	<i>Beta vulgaris</i>			X	X			X		
Apio	<i>Apium graveolens</i>			X	X			X		
Escancel	<i>Alternanthera spp.</i>			X	X			X		
Menbrillo		X			X				X	
Mora			X		X					
Muelan			X					X		
Cilantro				X	X			X		
Rey Grass				X		X	X			
Pasto Azul				X		X	X			
Trébol Blanco				X	X	X	X			
Hierba del Infante				X				X		
Zanahoria Blanca				X	X	X	X	X		
Ajo				X	X			X		
Zambo				X	X	X	X	X		
Orégano				X	X			X		
Ocas				X	X					
Mashua				X	X			X		
Camote				X	X					
Número total de especies reportadas					<b>48</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>8</b>	<b>2</b>

Fuente. (GAD\_Puela, 2015, p. 22)

**Cuadro 33.** Especies de flora presentes en las zonas de bosque en el área de afectación.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de vegetación			Uso					
		Arbórea	Arbustiva	Herbácea	Alimentación humana	Alimentación animal de especies mayores	Alimentación animal de especies menores	Medicinal	Leña	Construcción de viviendas
Capulí	<i>Prunus serótina</i>	X			X				X	X
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	X							X	X
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	X						X	X	X
Pino	<i>Pinus radiata</i>	X						X	X	X
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>	X							X	X
Lechero	<i>Euphorbia lactiflua</i>		X				X			
Paja	<i>Estipa icha</i>			X			X			X
Cabuya	<i>Agave spp.</i>			X						X
Ciprés		X						X	X	X
Azucena				X						
Chamana				X				X		
Número total de especies reportadas					<b>1</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>

**Fuente.** (GAD\_Puela, 2015, p. 23)

**Foto 36.** Cachorro de Oso de Anteojos (*Tremarctos ornatus*)



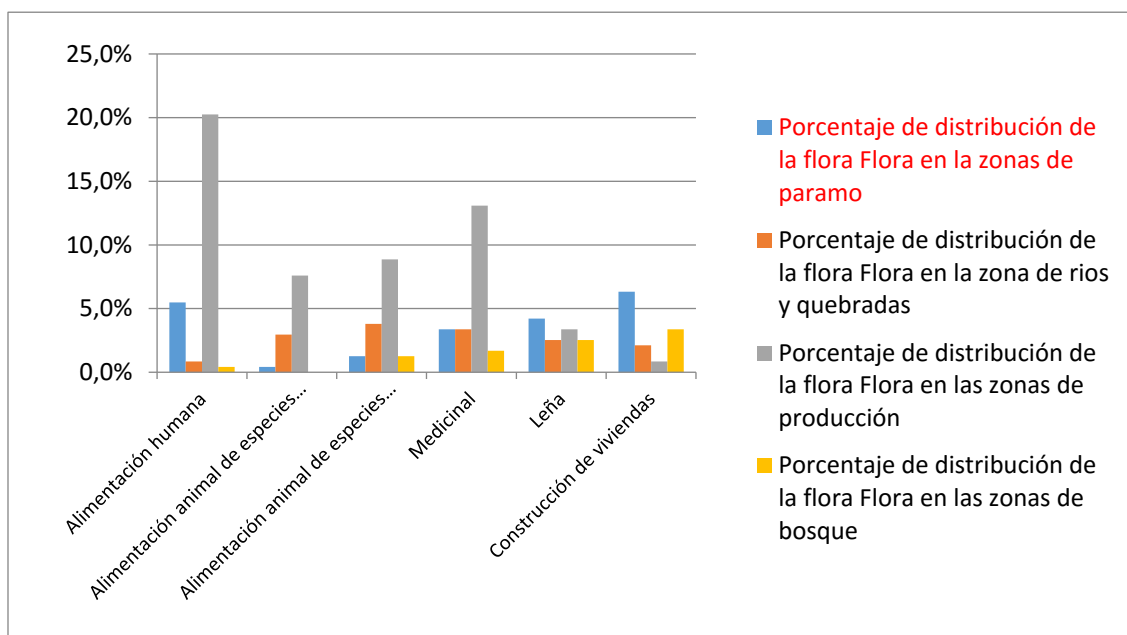
**Fuente.** Centro Latino Americano de Ecología Social, 2017

**Cuadro 34.** Especies de flora y sus usos presentes en las zonas de afectación.

Uso	Páramo		Ríos y quebradas		Zonas de producción		Zonas de bosque		Total	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Alimentación humana	13	5.5%	2	0.8%	48	20.3%	1	0.4%	64	27%
Alimentación animal de especies mayores	1	0.4%	7	3.0%	18	7.6%	0	0.0%	26	11%
Alimentación animal de especies menores	3	1.3%	9	3.8%	21	8.9%	3	1.3%	36	15%
Medicinal	8	3.4%	8	3.4%	31	13.1%	4	1.7%	51	22%
Leña	10	4.2%	6	2.5%	8	3.4%	6	2.5%	30	13%
Construcción de viviendas	15	6.3%	5	2.1%	2	0.8%	8	3.4%	30	13%
<b>TOTAL</b>									<b>237</b>	<b>100%</b>

Fuente. (GAD\_Puela, 2015, p. 24)

**Gráfico 8.** Especies de flora y sus usos en las zonas de afectación.



Elaboración propia

El área territorial en estudio posee diversos tipos de flora según su ubicación geográfica y el uso que los habitantes han dado a este importante recurso, el consumo humano es aquel que mayores beneficios percibe en las diferentes zonas de acceso, alcanzando un total del 27% en utilización de bienes con costo marginal negativo distribuido en los siguientes segmentos. Las zonas del Páramo aportan el 5.5%, las zonas de ríos y quebradas ofertan un porcentaje de 0.8%, mientras que las zonas de producción generan el 20.3% en distintas actividades que se desarrollan en el sector; las zonas de bosque para consumo aportan el 0.4%.

El segmento relacionado a la provisión de alimento para la alimentación animal de especies mayores basa su consumo en las zonas de producción con el 7.6%, actividad que va complementada con el desarrollo de procesos agrícolas o ganaderos en la cota media o baja; dotan de alimento para consumo animal con un rubro importante las zonas de ríos y quebradas con un porcentaje de 3.0%. Mientras que de forma directa de las zonas de Páramo se benefician en un 0.4%.

Para la alimentación o sustento de animales de especies menores de las zonas del Páramo reciben un aporte del 1.3%, rubro considerable en relación a la proporción de otros bienes naturales. Se puede hacer una relación en contraste con el consumo de este bien, la cercanía y facilidad de acceso desde las zonas pobladas. Para este beneficio las zonas de ríos y quebradas aportan con un porcentaje de 3.8%, mientras que de los espacios dedicados a zonas de producción se reciben múltiples beneficios, alcanzando este rubro el porcentaje de 8.9%.

Para el segmento Uso medicinal se verifica que el mayor aprovechamiento se los obtiene de las zonas de producción con el porcentaje del 13.1%, zonas de bosque consumo de 1.3%, mientras que el Páramo y las zonas de Quebradas y Ríos aportan con el 3.4 individualmente.

El uso de leña como combustible es preocupante, ocupa el 13%, la obtención de este recurso se lo realiza de las zonas de bosque natural para consumo en 1.7%, mientras que de las zonas del Páramo

se obtiene el 4.2%, un rubro alto representa la obtención de las zonas de ríos y quebradas con un porcentaje de 2.5%, de las zonas de producción se obtiene el 3.4%, de las zonas denominadas de bosque consumo el 2.5%, valores todos estos altos, considerando que todos estos son de origen natural, evidencian la necesidad de la población de obtener combustible en la zona, evidenciando un bajo nivel en la calidad de vida. Para la construcción la población recurre al recurso natural en un 13%, obteniendo recursos en un alto nivel desde el segmento Páramo con una participación del 6.3%, las zonas de ríos y quebradas aportan 2.1%, mientras que de los bosques sembrados o de consumo se percibe el 3.4%. Mientras que de ciertas especies de plantas adecuadas se aprovecha en las zonas de producción el 0.8% para este fin.

**Imagen 37.** Actividades agrarias en zona de influencia volcánica



**Imagen 38.** Madera de eucalipto para construcción, zona de afectación



**Fotos 37, 38.** Elaboración propia, 2016.

## 5.8. RECURSO HÍDRICO: CUENCAS, SUBCUENCAS, MICROCUENCAS

El recurso hidrológico en el cantón Penipe se localiza en la zona alta de la Cuenca hidrográfica del río Pastaza, la misma que abarca una extensión aproximada de 23.194,85Km<sup>2</sup>, lo que significa que el Cantón Penipe ocupa el 1,59% de la superficie de la cuenca. El Cantón es parte de la Subcuenca del río Chambo, la misma que posee una superficie aproximada de 3.591,76 km<sup>2</sup>, ocupando el 10,33% de la superficie de la Subcuenca. El territorio cantonal está constituido por 17 microcuencas, dentro de las cuales existen 495,14 kilómetros de red hídrica.

**Tabla 32. Unidades hidrográficas pertenecientes al cantón Penipe**

Unidad Hidrográfica	Superficie Total (km2)	Porcentaje que ocupa el cantón Penipe (%)
Cuenca del Río Pastaza	23194,85	1,59
Subcuenca del Río Chambo	3591,76	10,33

Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 96)

### a. Recurso hídrico en el área de influencia

Las parroquias San Miguel de Puela y Bilbao forman parte de la microcuenca del río Puela, el área de drenaje de esta microcuenca descarga sus aguas en el río del mismo nombre, que a su vez desemboca en el río Chambo. Son parte del área de drenaje de la microcuenca del río Puela, las quebradas y ríos que se reportan en la tabla 33.

**Imagen 39.** Microcuenca Río Puela.

Elaboración propia, 2016



**Tabla 33.** Principales ríos y quebradas del área de influencia y uso en la microcuenca del río Puela

Nombre	Sistema de Riego	Caudal Adjudicado	Superficie que riega	Adjudicación
Q. Bramadero	Batán - Puela	30 l/s	350 ha	SI
Q. Mayorazgo	Batán - Puela			
Q. Batán	Batán - Puela			
Q. Carbonera				
Río Quinoaquiroy	Quinoaquiroy – El Altar			
Río Pachanillay	Pachanillay	15 l/s	250 ha	SI
Río Palictahua				

**Fuente.** INAR

El sistema de agua Batán - Puela ha soportado en su infraestructura la destrucción parcial del sistema por efectos de las erupciones del volcán Tungurahua. Por decisión de los habitantes usuarios del sector han logrado recuperar a base de mingas<sup>30</sup> la infraestructura utilizada para consumo humano y la producción agropecuaria de la zona media y baja.

#### **b. Disponibilidad de agua para el riego**

No solo el proceso eruptivo ha afectado seriamente la infraestructura de los sistemas de riego, principalmente el sistema Batán-Puela, en época de estiaje, que corresponde a los meses de julio a

---

<sup>30</sup> Según la asociación popular Argentina Movimiento por la Inclusión “La minga (minka en quechua) es una antigua tradición de trabajo comunitario o colectivo con fines de utilidad social. Ciertamente el significado de la minga se deriva del conocimiento que tenían los aborígenes de que, realizando un trabajo compartido para el bien común, se lo hace más rápido y mejor”. La importancia radica en el valor actitudinal del evento, al ser convocados por los líderes, la gran mayoría de la población acudía al llamado, se movilizaba y organizaba de tal manera, que el esfuerzo físico que la minga representaba, se convertía en una verdadera celebración de vida, de amor, en una auténtica fiesta. Recuperado. <https://lamingaenmovimiento.wordpress.com/la-minga/trackback/>. 10/06/2017

septiembre existe un gran déficit de agua para el riego. Los caudales en las fuentes hídricas disminuyen año tras año, actividades antrópicas como la deforestación de los bosques primarios de las zonas altas, quemas de vegetación, el inadecuado manejo de los páramos, el crecimiento y avance de la frontera agrícola, el incremento de zonas de pastura, y la introducción de nuevas especies vegetales, pueden ser las responsables.

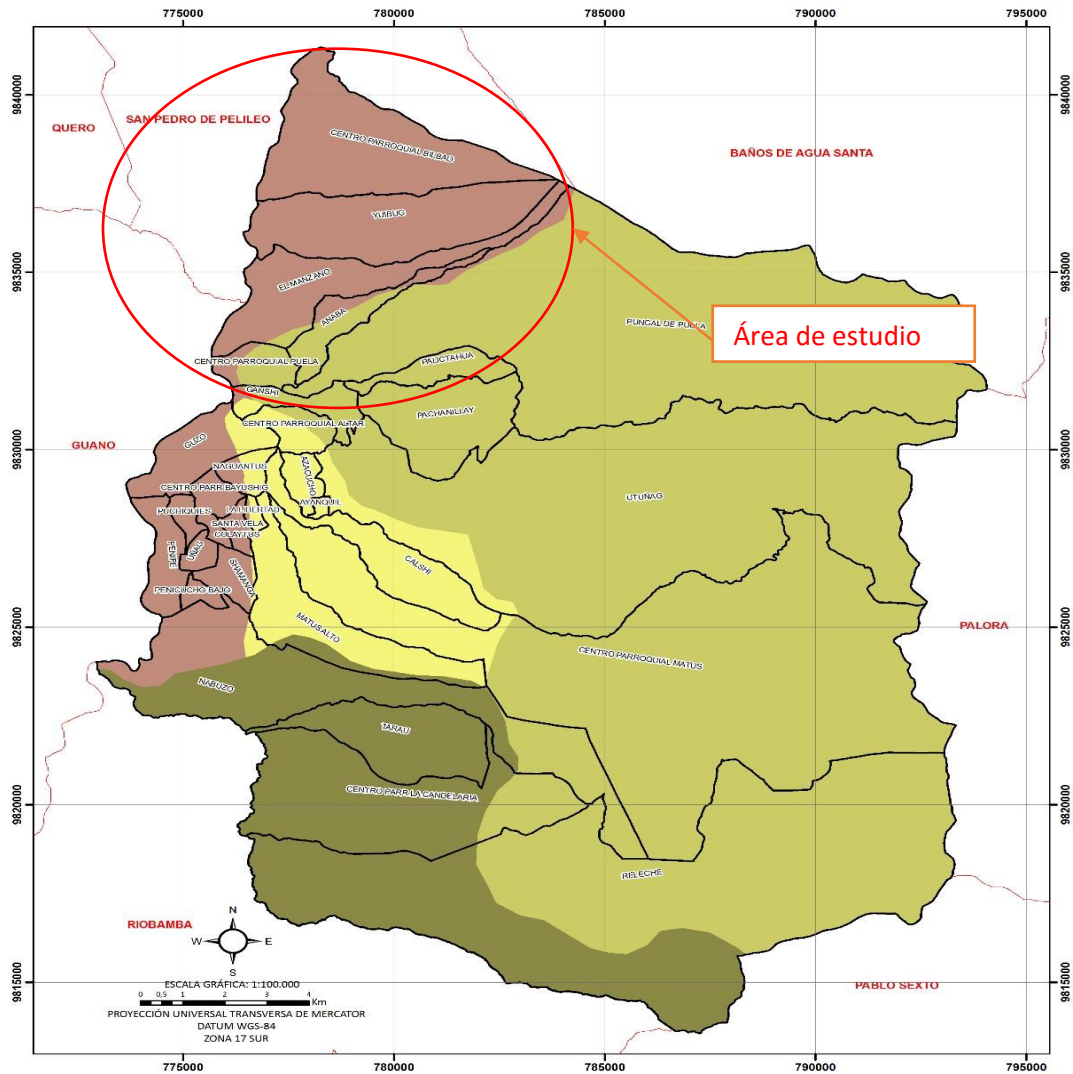
**Imagen 40.** Minga en la reconstrucción del sistema de agua potable en Puela



**Fuente.** (Mahomedy, Downing, Jeal, & Coleman, 1976). Fotografía en Revista científica publicado en febrero/2017



Mapa 16. Mapa Red hídrica y división de microcuencas



**LEYENDA**

- Microcuencas**
- Río Blanco
  - Río Badcahuan
  - Río Puela
  - Drenajes Menores

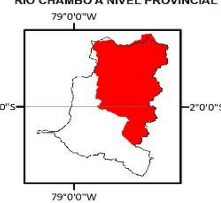
**SIMBOLOGÍA**

- Límite Comunitario

UBICACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL PASTAZA A NIVEL NACIONAL



UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RÍO CHAMBO A NIVEL PROVINCIAL



**GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO  
MUNICIPAL CANTÓN PENIPE**

PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL

MAPA DE MICROCUENCAS

ESCALA REFERENCIAL: 1 : 50.000  
FUENTE: SENAGUA, 2012  
ELABORADO: EQUIPO CONSULTOR  
G & G CONSTRUCCIONES Y AMBIENTE

## 5.9. FENÓMENO VOLCÁNICO

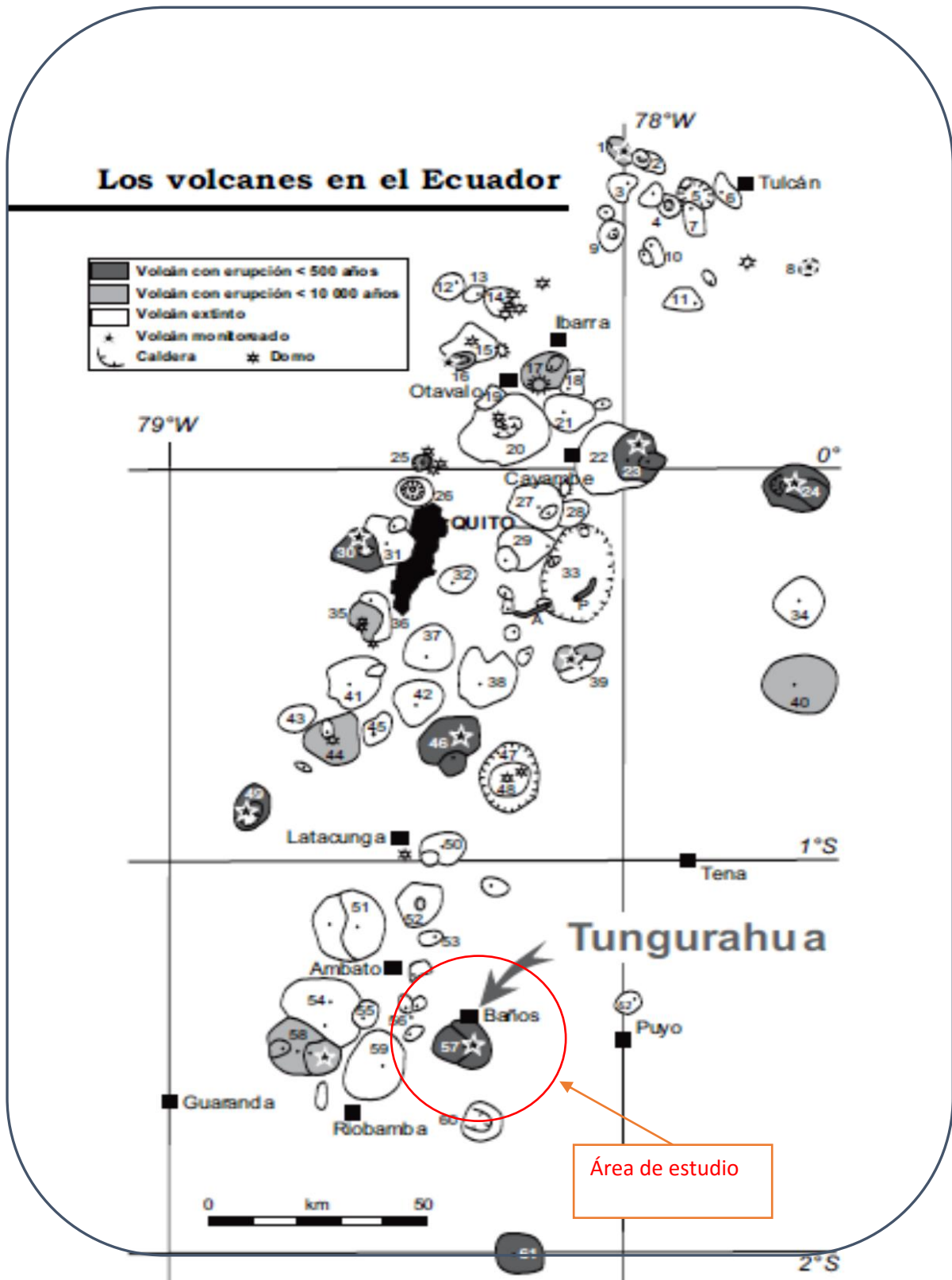
La actividad tectónica que existe en el borde occidental del continente suramericano es responsable de la formación de los Andes, así como de los sismos y erupciones volcánicas que se presentan a lo largo de esta cordillera.

La cadena montañosa de los Andes en el Ecuador según lo respalda Toulkeridis (2006), está constituida por más de 50 volcanes, entre los cuales tenemos ocho volcanes considerados como activos con, al menos, una erupción durante los tiempos históricos que se tenga referencia posterior a la conquista española y 10 volcanes considerados como potencialmente activos, con, al menos, una erupción en los últimos miles de años.

El volcán Tungurahua (Latitud 01° 28' Sur; Longitud 78° 27' Oeste), junto con otros volcanes activos como Cotopaxi, Sangay, Antisana y Cayambe, está ubicado en la Cordillera Real de los Andes ecuatorianos que constituye la segunda fila del arco volcánico ecuatoriano (Mapa 17, signado con el n° 57). Dicha columna está localizada aproximadamente a 35 km al oriente de los volcanes de la Cordillera Occidental, los cuales pertenecen al “frente volcánico” (Quilotoa, Atacazo, Pichincha, Pululahua, Cuicocha, entre otros) que es la primera fila del arco ecuatoriano. (Le Pennec, Escuela Politécnica Nacional (Quito, Instituto Geofísico, & Institut de recherche pour le développement (France), 2005, p. 17).

El Tungurahua se encuentra a 33 km al sudeste de Ambato, la ciudad de Baños está asentada a 8 km de la cumbre y a 3100 m bajo la cima del volcán, al pie del flanco norte del edificio en la provincia del Tungurahua. Desde la ciudad de Riobamba en dirección Nor Oriente, la distancia en línea recta es de 32 Km (estas las capitales de provincia de las zonas de impacto) mientras que desde la parroquia de Puela y Bilbao, motivo del estudio por encontrarse en el área de influencia volcánica se ubican a 2.5 y 3 Km al pie del flanco sur del macizo volcánico, respectivamente. Distancia tomada desde los centros poblados hasta el cráter del volcán (Mapa 19).

**Mapa 17.** Distribución de volcanes del Ecuador continental con relación al estado eruptivo

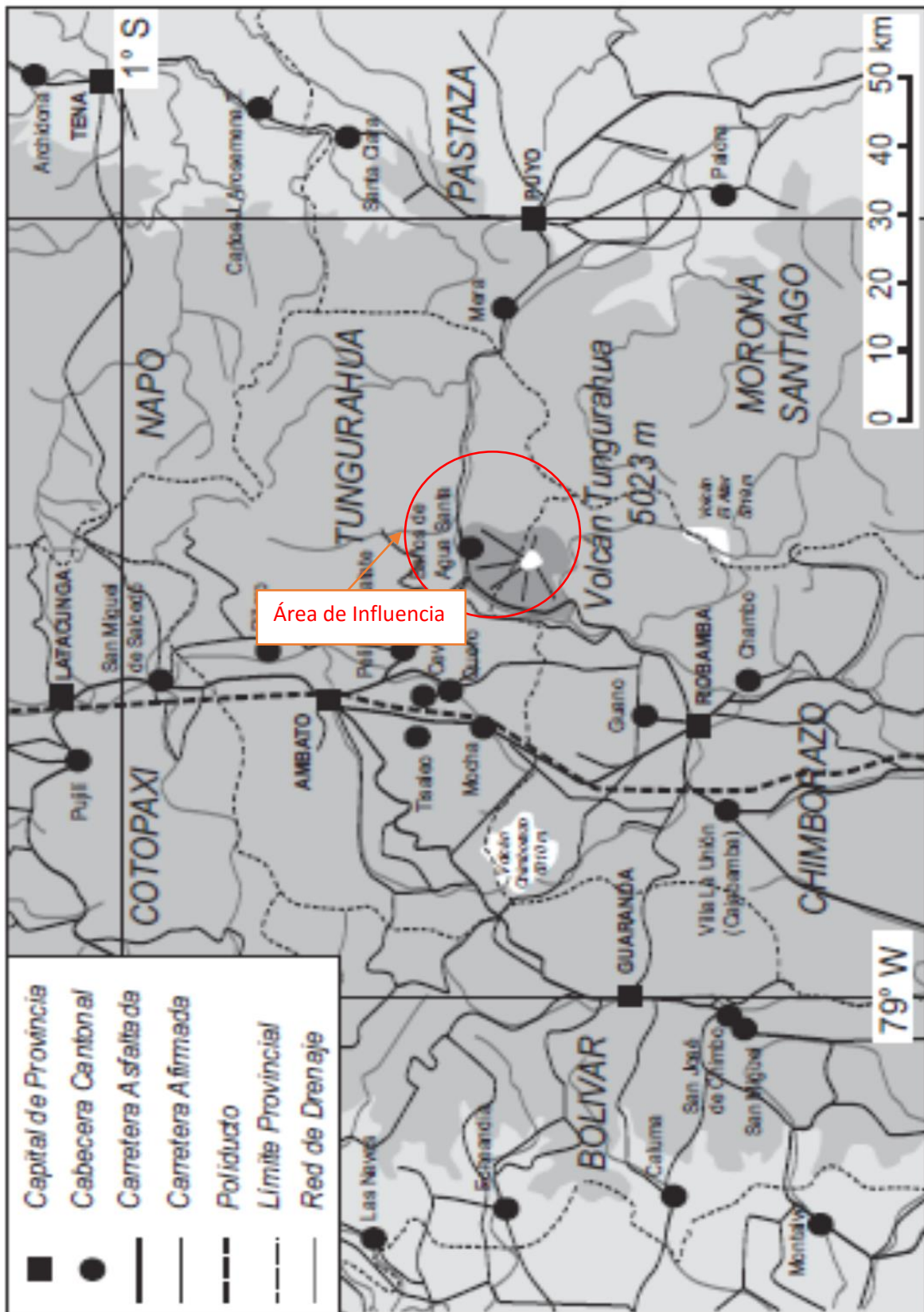


**Fuente.** (Le Pennec et al., 2005).

### 5.9.1. Volcanes en el Ecuador continental

1. Cerro Negro de Mayasquer
2. Chiles
3. Peña Blanca (Chiltazón)
4. Potrerillos
5. Caldera de Chalpatán
6. Chulamuez
7. Horqueta
8. Soche
9. Iguán
10. Chaquilulo (Azufra)
11. Mangus
12. Pilavo (Negropuno)
13. Yanaurcu
14. Huanguillaro (Huagrabola)
15. Cotacachi
16. Cuicocha
17. Imbabura
18. Cubilche
19. Cushnirumi
20. Mojanda - Fuya Fuya
21. Cusín
22. Viejo Cayambe
23. Nevado Cayambe
24. El Reventador
25. Pululagua (Pululahua)
26. Casitagua
27. Pamba Marca
28. Izambi
29. Puntas
30. Guagua Pichincha
31. Rucu Pichincha
32. Ilaló
33. Caldera de Chacana
  - Antisanilla (1760)
  - Porterillo/Papallacta (1773)
34. Pan de Azúcar
35. Niñahuilca
36. Atacazo-
37. Pasochoa
38. Sincholagua
39. Antisana
40. Sumaco
41. Corazón
42. Rumiñahui
43. Almas Santas
44. Illiniza
45. Santa Cruz
46. Cotopaxi
47. Caldera de Chalupas
48. Quilindaña
49. *Quilotoa*
50. Santapungo (Chinibano)
51. Sagoatoa (Saguatoa)
52. Larcapungo
53. Huicutambo
54. Carihuairaz o
55. Puñalica
56. Huisla
57. ***Tungurahua***
58. *Chimborazo*
59. Igualata
60. Altar / Capac Urco
61. Sangay
62. Cono del Puyo

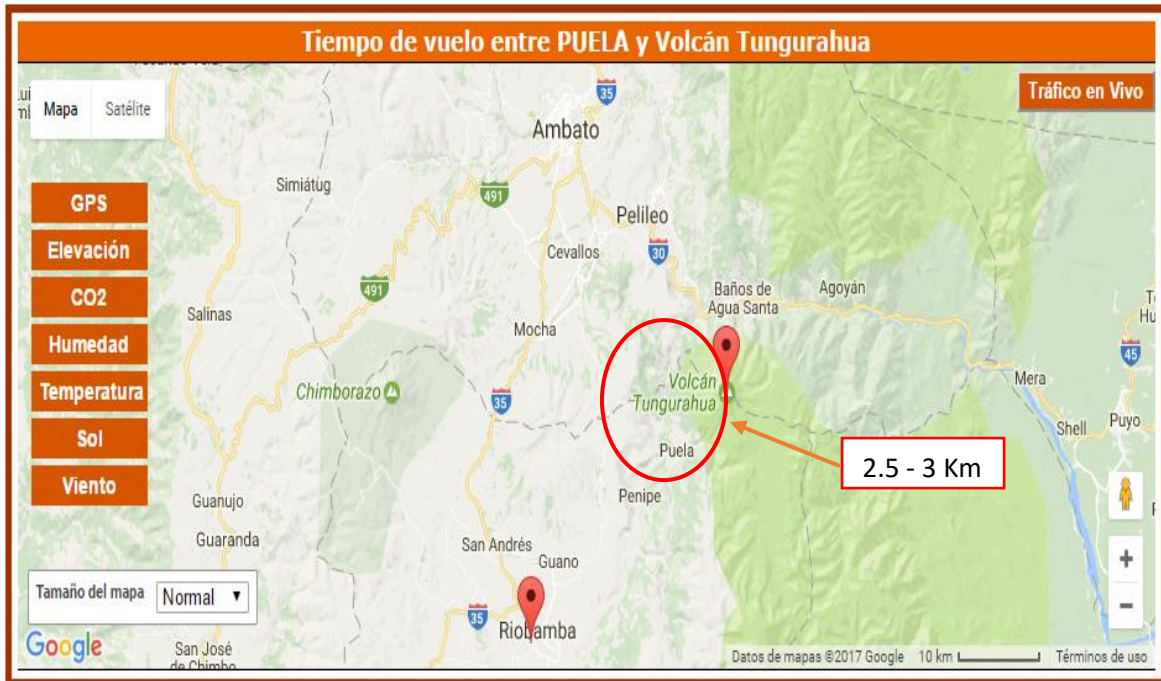
**Mapa 18.** Ubicación del volcán en la Cordillera Oriental Tungurahua y su área de influencia



**Fuente.** Instituto Geográfico Militar, 2002

Es un volcán activo de 5023 m de elevación sobre el nivel del mar, caracterizado por su forma cónica, el gran relieve existente entre su base y cráter (3200 m) y las acentuadas pendientes de sus flancos (30°-35°). En la parte oriental de su cima persiste aun un glaciar residual (<0,01 km<sup>3</sup> de hielo).

**Mapa 19.** Distancia desde la zona de afectación al cráter del volcán



**Fuente.** Google Maps, 2017

El cono volcánico del Tungurahua, cuyo diámetro basal es de 14 km, se encuentra drenado por numerosas quebradas que desembocan en los ríos Puela al sur y sureste, Chambo al occidente y Pastaza al norte y noreste (Mapa 18). Los profundos valles de los ríos Vazcún y Ulba descienden directamente de la cumbre del volcán y cortan el flanco norte y nororiental del mismo, hasta desembocar en el río Pastaza (Mapa 18). El volcán cuenta con un cráter de aproximadamente 300 m de diámetro y unos 100 m de profundidad. Una densa vegetación subtropical cubre todos los flancos del cono, especialmente entre los 2000 y 3800 metros de elevación, lo cual dificulta enormemente el acceso a la cumbre, excepto por unos pocos senderos establecidos.

Las erupciones pasadas de este volcán (estudiadas por Hall et al., 1999; Hall, et al., 2002; Le Pennec, et al., 2004a) se han caracterizado por la formación de flujos de lava que a veces represaron el cauce de los ríos; flujos piroclásticos que cubrieron los flancos del cono; flujos de lodo y escombros (lahares) que se direccionaron por los ríos hacia el Oriente; así como, la presencia de avalanchas de escombros. Las caídas de lapilli y ceniza han acompañado todas las erupciones pasadas y han cubierto especialmente la parte occidental y sur oriental del volcán, hasta varias decenas de kilómetros de distancia.

## **5.10. ANÁLISIS ERUPTIVO**

No es difícil entender, por qué los habitantes asignaron con gran majestuosidad y respeto a la montaña que velaba su existencia, tanto es así y hay explicación en la expresión de su nombre. Tungurahua deriva de la lengua nativa Quichua *Tungur* (Garganta), *Rauray* (Ardor) que toponímicamente significa Ardor en la Garganta o Garganta de Fuego. El Tungurahua también se conoce como el "*Gigante Negro*" y, de acuerdo a la mitología indígena, es referido como "Mama Tungurahua"; más adelante contrastaremos la fiereza de su nombre.

### **5.10.1. Geología del Tungurahua**

Un estudio científico publicado por Hall, *et al.* (1999), cuyo título es "Tungurahua Volcano, Ecuador: structure, eruptive history and hazards", ha mostrado que el volcán Tungurahua consiste en la edificación de tres volcanes sucesivos (Tungurahua I, II y III, figura 20), de los cuales los dos primeros fueron parcialmente destruidos por grandes deslizamientos (colapso sectorial). Los vestigios de este antiguo periodo de actividad, que corresponde al Tungurahua I y II, se observan en los flancos norte, oriental y sur del volcán (figura 20).

El Tungurahua III corresponde al edificio joven actual, que se desarrolló después del colapso del Tungurahua II, hace alrededor de 3100 años. En los últimos periodos se han hecho avances considerables en el conocimiento de la historia eruptiva del Tungurahua III.

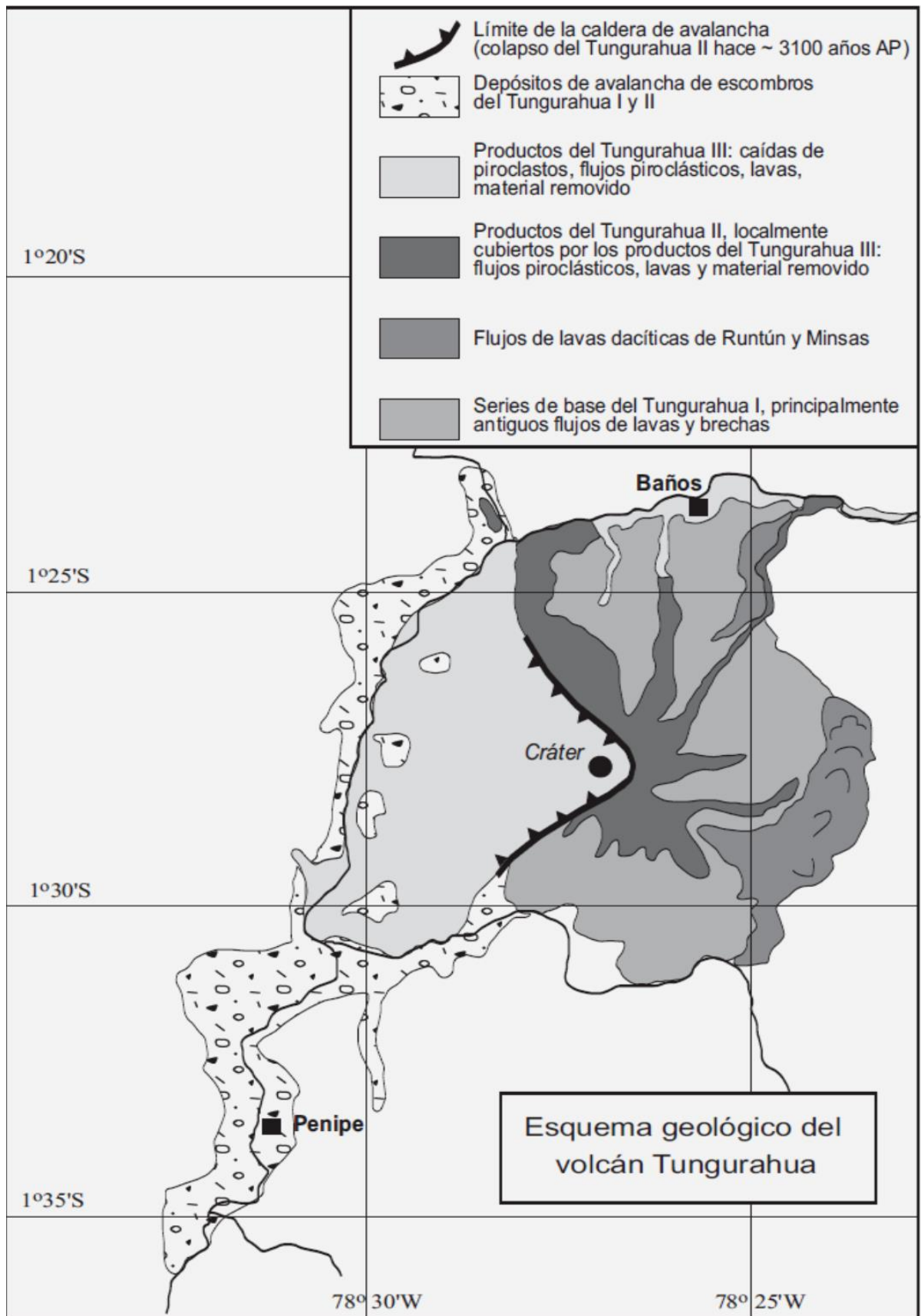
**Imagen 41.** Vista panorámica del volcán Tungurahua



**Fuente.** Ecuador Noticias, 24/08/2012



**Figura 20.** Esquem Geológico del volcán Tungurahua



**Fuente.** (Le Pennec et al., 2005)

Ha sido posible llegar a esta determinación según expresa el grupo científico, luego de un importante programa de dataciones de los depósitos antiguos mediante el método del carbono 14.

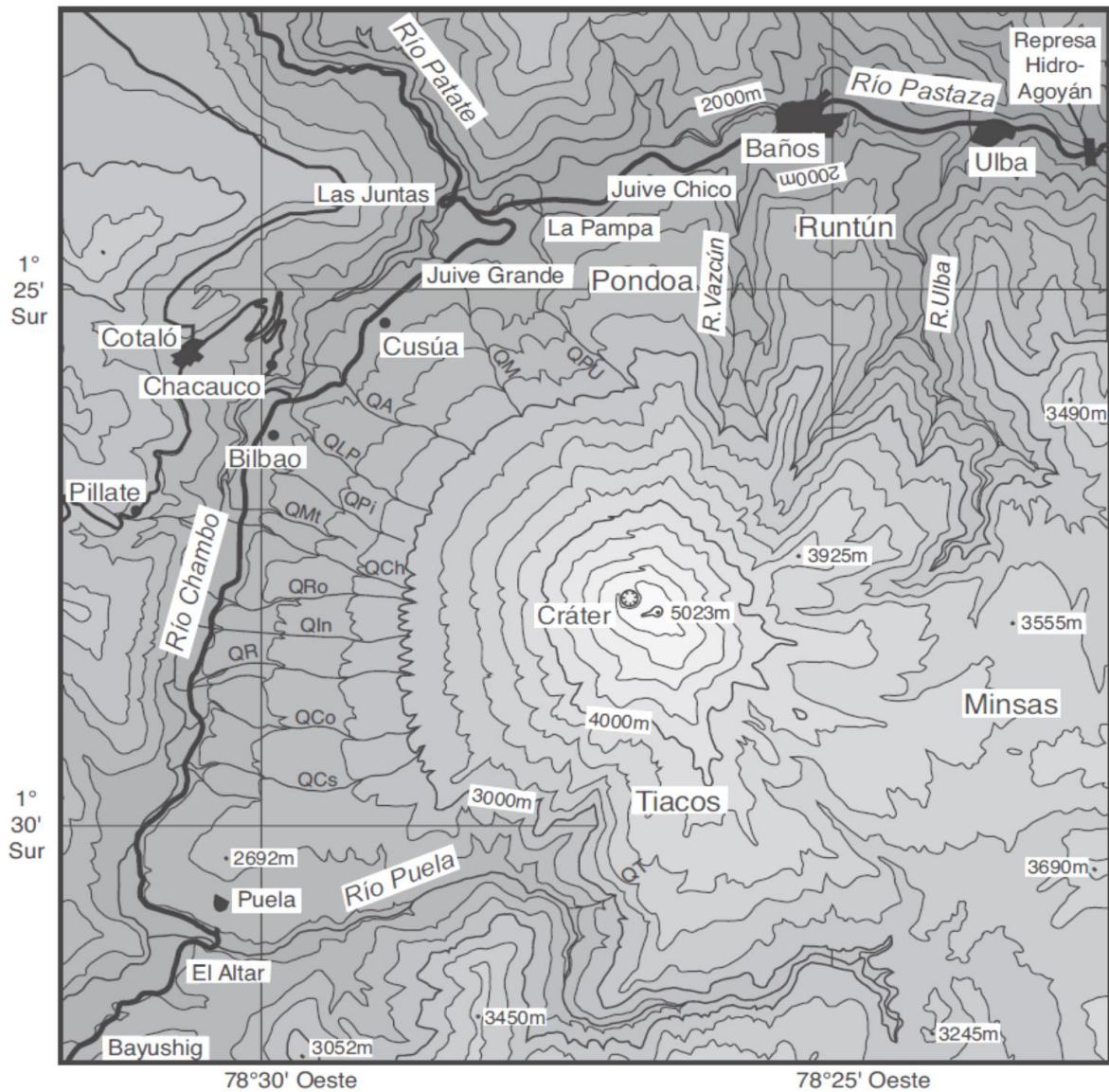
Se ha podido contrastar que, durante este periodo, el Tungurahua III ha producido al menos 16 erupciones con flujos piroclásticos, y que alrededor de 17 flujos de lava llegaron al pie del edificio. Por sus características pertenece a un estratovolcán activo de los Andes de Ecuador. Aquí una síntesis que resalta los eventos más destacables de la historia eruptiva.

### **Periodo antiguo del Tungurahua I y II**

El viejo edificio volcánico **Tungurahua I**, fue construido sobre el basamento metamórfico de la Cordillera Real. Actualmente se encuentra representado por las grandes superficies inclinadas del flanco norte (Runtún y Pondoá, figs. 21, 22), así como por las lavas de los flancos sur y oriental del volcán. A base de dos dataciones radiométricas (Barberi, *et al.*, 1988) se ha podido estimar que este edificio fue construido por la acumulación de los productos volcánicos de erupciones sucesivas ocurridas entre 770 000 y 350 000 años antes del presente. Las superficies de Runtún y Pondoá se encuentran cortadas por grandes y profundos valles (Vazcún y Ulba, figs. 21 y 22), presentan un espesor aproximado de 400 m y están constituidas por un apilamiento de flujos de lava de composición andesítica a andesítica básica. La última fase de este edificio estuvo caracterizada por un importante episodio de volcanismo silíceo, responsable de la emisión de los flujos de lavas dacíticas de Runtún y Minsas.

Finalmente, el Tungurahua I sufrió un gran deslizamiento acompañado de una explosión que destruyó parcialmente el edificio. La avalancha de escombros rellenó el valle del Chambo formando terrazas donde están hoy en día asentados los pueblos de Penipe, San

José de Chazo, La Providencia, Guanando, Pillate y Cotaló. La avalancha represó durante un periodo de tiempo importante los ríos Chambo y Patate, de tal forma que unos lagos existieron durante siglos o milenios, antes de que los ríos pudieran recuperar sus cauces originales. Resultados recientes sugieren que este evento ocurrió hace un poco más de 30000 años antes del presente.

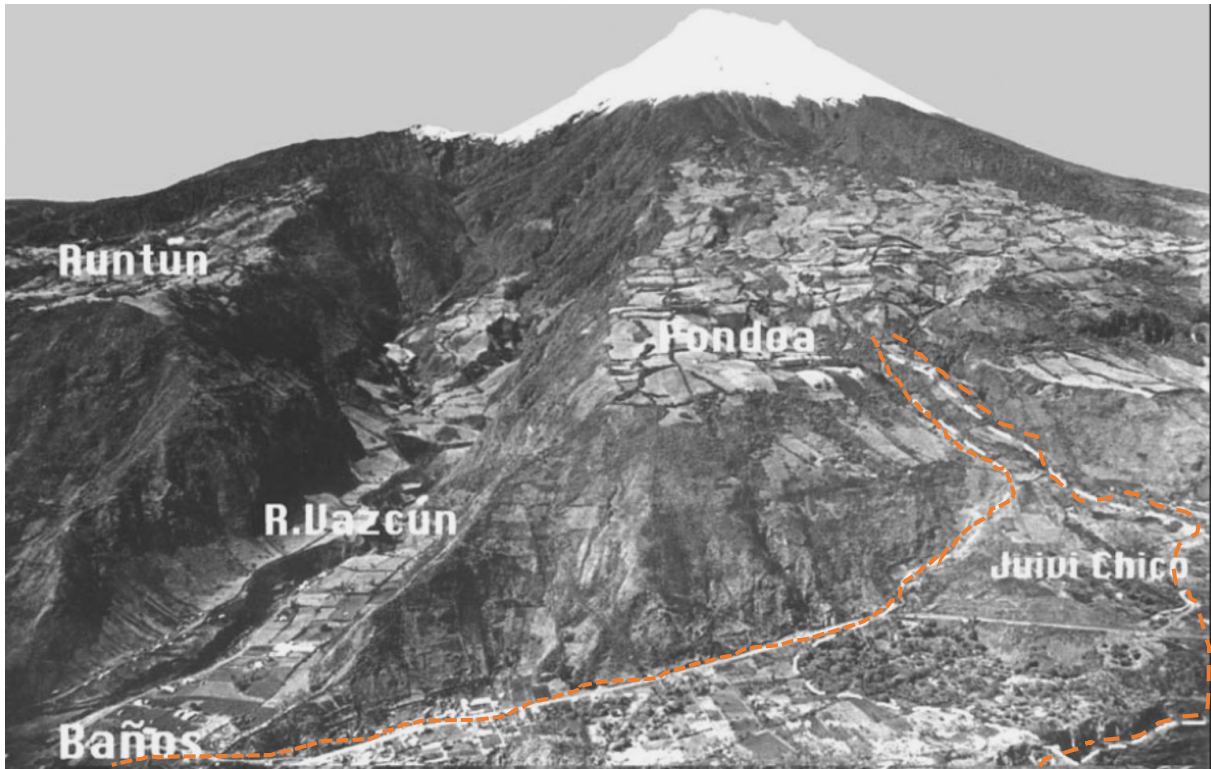


**Figura 21.** Mapa topográfico y toponímico del volcán. Modificado de Hall, *et al.* (1999).

**Fuente.** (Le Pennec *et al.*, 2005)

Curvas de nivel cada 200 m. Las localidades mencionadas en el texto están incluidas en esta figura QA=quebrada Achupashal; QCh=quebrada Chontapamba; QCo=quebrada Confesionario; QCs=quebrada Choglon-tus; Qin=quebrada Ingapirca; QLP=quebrada La Pirámide; QM=quebrada Mandur, QMt=quebrada Moti-lones; Qpi=quebrada Pingullo; QPU=quebrada Palma Urcu (de Juive); QR=quebrada Rea; QRo=quebrada de Romero; QT= quebrada Terremoto. Líneas negras gruesas=carreteras. Modificado de Hall, *et al.* (1999).

**Figura 22.** Flanco Norte del volcán y los cambios estructurales en sus diferentes periodos



**Fuente.** (Le Pennec et al., 2005, p. 19); **Foto.** B. Warmington, 1973

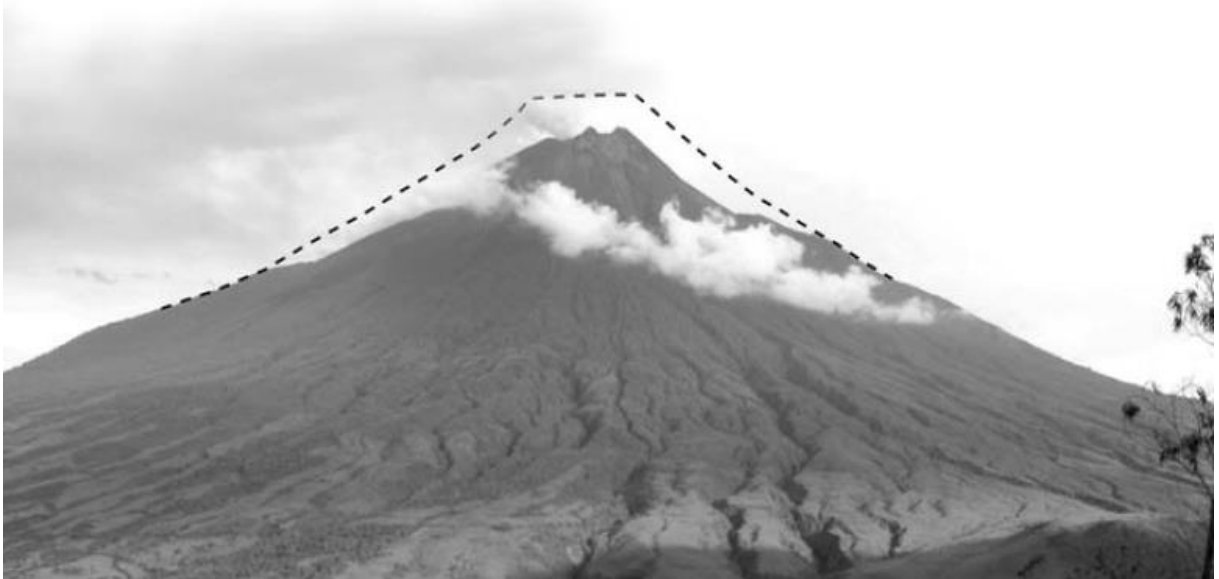
Foto del flanco Norte del volcán y de la ciudad de Baños. Se aprecian las superficies de Runtún y Pondoa, separadas por el profundo valle del río Vazcún, que desciende directamente de la cumbre del volcán.

En la parte inferior derecha de la fotografía se aprecian los remanentes del flujo de lava de Juive Chico, formado durante una erupción que ocurrió entre 2 000 y 3 100 años antes de Cristo.

Luego de un periodo de reposo y de erosión importante, se construyó el cono intermedio, llamado **Tungurahua II**. En la actualidad se encuentra representado por una serie de flujos de lava ubicados en la parte superior del flanco sur del complejo (sector de Tiacos, fig21) y por otros flujos de lava en los valles del Patate y Ulba. En Tiacos la unidad constituye una secuencia de aproximadamente 100 m de espesor de lavas andesíticas que reposan sobre los flujos de lava del Tungurahua I. A base de evidencias geomorfológicas

y dataciones radiométricas, se infiere que este periodo de actividad se desarrolló entre 30000 y 3100 años antes del presente.

**Figura 23.** Estructura del cono del Tungurahua a partir del Tercer periodo de formación<sup>31</sup>



**Fuente.** (Le Pennec et al., 2005) **Foto.** J.-L. Le Pennec, IRD/IG-EPN.

También, una gran erupción explosiva ha sido datada alrededor de 11200 años antes del presente, cuando las escorias y cenizas cubrieron la zona de Guano y Riobamba. Finalmente, hace 3100 años aproximadamente, este edificio sufrió un gran colapso en su flanco occidental, debido probablemente a las fuertes pendientes de este antiguo volcán y a la intrusión de un volumen de magma dacítico en el edificio volcánico.

Como resultado de este evento se originó una caldera de avalancha, fácilmente reconocible hoy en día (figs. 20 y 23), especialmente en el flanco sur, así como un importante depósito de escombros que constituye las planicies de Cotaló y Pillate y que también se extiende aguas arriba por los valles de los ríos Patate y Chambo. Evidencias encontradas

---

<sup>31</sup> El cono del Tungurahua visto desde el Oeste. La línea entrecortada representa la silueta del volcán justo antes del colapso de hace aproximadamente 3 100 años.

en el estudio indican que la Erupción de 3100 años antes de la presente marca el fin del Tungurahua II y el inicio del Tungurahua III.

Una gran erupción fue el fin de este periodo. Una explosión dirigida se desarrolló lateralmente hacia los alrededores del volcán. Los depósitos de esta explosión dirigida se encuentran en Runtún, Pondoá, Baños, Punapi, Cotaló, Chacuaco, San José de Chazo, y cubren otros lugares ubicados a un diámetro de entre 15 a 20 kilómetros del cráter (Le Pennec et al., 2005, p. 46).

El edificio actual, denominado **Tungurahua III**, consiste en un cono aproximadamente simétrico, con pendientes de 30-35° y que ocupa la tercera parte occidental del complejo volcánico. Este cono joven rellena aproximadamente la caldera de avalancha formada en el flanco occidental por el último gran deslizamiento.

La incipiente erosión ha excavado solamente pequeñas quebradas de 10 a 60 m de profundidad en este cono. El Tungurahua III se caracteriza por una actividad eruptiva regular, con una erupción de importancia moderada o fuerte cada dos siglos aproximadamente (Tabla. 32).

La actividad durante los últimos 3100 años se ha caracterizado por la generación de flujos de lava, flujos piroclásticos y flujos de escombros, así como moderadas cantidades de material piroclástico lanzado a la atmósfera por el volcán y depositado principalmente sobre los flancos y sobre la región al occidente, noroccidente y suroccidente del volcán. Se evidencia en la zona de estudio, la presencia de asentamientos humanos en aquella época en los flancos y en la cercanía del volcán, dado que se encuentran fragmentos de cerámica en los depósitos de la explosión. Esto sugiere que la región del Tungurahua era ya poblada 1100 años antes de Cristo, y es muy probable que muchas personas perdieron la vida al momento de esta erupción.

Otras erupciones importantes marcan el primer milenio antes de Cristo. Algunas fueron acompañadas por nubes ardientes. Adicionalmente, parece que el gran flujo de lava, sobre el cual Baños está asentado, fue emplazado durante este periodo. Dicho flujo no salió del cráter, sino de un lento lateral ubicado en la planicie de Pondoá. Luego, se acumuló en el sitio de Juive Chico, y siguió el cauce del río Pastaza, presentando decenas de eventos en el transcurso de los años. Los diferentes ciclos volcánicos que en este periodo se suscitan se describen cronológicamente en la (Tabla 34.)

### 5.10.2. Análisis cronológico de las erupciones del Tungurahua I, II y III

**Tabla 34.** Cronología de Erupciones volcánicas del Tungurahua III en los tres últimos milenios (a.C. = Antes de Cristo; d.C. = Después de Cristo)

Periodo Eruptivo	Descripción del Evento volcánico
Años 1999 – 2017 d.C.	Erupción con explosiones y largos períodos de emisiones permanentes de ceniza, principalmente hacia el Oeste y sur Oriente del volcán. El año 2006 ha sido el de mayor impacto en las zonas aledañas, causando la muerte y desaparición de personas y animales. El proceso eruptivo iniciado en el 1999 se mantiene, con alternancias hasta hoy.
Años 1916 a 1918 d.C.	Varias explosiones en 1918 producen flujos piroclásticos que viajan hacia Juive, Las Juntas, Cusúa, El Manzano, y Vazcún (5 de abril 1918).
Año 1886 d.C.	Notable caída de pómez hacia el Occidente. Numerosos flujos piroclásticos bajan por los sectores de La Pampa, río Patate, Yuibug.
Año 1773 d.C.	Nubes ardientes descienden en los sectores de Cusúa-La Pirámide y en el valle de Vazcún. Provocan daños en la ciudad de Baños. Grandes emanaciones de lapilli caen en la región.
Año 1640 d.C.	Nubes ardientes descienden por todos los flancos del volcán (incluyendo el valle de Vazcún) y se desplazan aguas arriba por los ríos Patate y Chambo hasta 17 km del cráter. Daños importantes en el sector y probables víctimas.
Siglo XIV d.C.	Nubes ardientes bajan en los sectores de Mandur, Chontapamba, Yuibug. Un flujo de lava llega hasta el actual pueblo de Bilbao.
Octavo siglo d.C.	Erupción mayor con una gran caída de pómez en todo el sector Occidental del volcán y hasta el Chimborazo. Grandes flujos piroclásticos en Vazcún,

---

	Las Juntas, Chontapamba, Yuibug etc. Los flujos también viajaron aguas arriba en los valles de los ríos Patate y Chambo hasta 15-16 km del cráter. Víctimas muy probables.
Séptimo siglo d.C.	Abundantes escorias, lapilli y cenizas caen en toda la región del volcán. Grandes flujos piroclásticos se emplazan en los sectores de Vazcún, Las Juntas, y en toda la parte Oeste y Sur-Oriente del edificio.
Entre el Segundo siglo a.C. y el Tercer siglo d. C.	Una caída de pómez cubre el sector Sur-Oriente del volcán, nubes ardientes muy móviles entran en los valles de los ríos Patate y Pastaza.
Siglo III o IV a.C.	Gran caída de escoria hacia el Sur-Occidente del volcán. Voluminosos flujos piroclásticos viajan hasta Penipe y Matus.
Primeros siglos del Primer Milenio a.C.	Potentes flujos de lava son emitidos. Uno llega al pie del volcán en el sector de Cusúa y avanza por el río Chambo y Pastaza hasta la Pampa. Otro flujo nace de la planicie de Pondoá, se acumula en Juive Chico, y se extiende en el sector de Baños, siguiendo por el río Pastaza hasta los sectores de Agoyan y Río Verde.

---

Primero o segundo siglo del segundo milenio a. C.	Colapso del Tungurahua II como consecuencia de una intrusión de magma dacítico en el flanco Oeste del volcán. Explosión lateralmente dirigida y gran columna de pómez y ceniza. Existen evidencias arqueológicas de que el sector estaba poblado. Víctimas muy probables.
---	---

---

*Fuente.* (Le Pennec et al., 2005)<sup>32</sup>

### 5.10.2.1. Análisis cronológico del último periodo eruptivo del Tungurahua años 1999 - 2017

El estudio técnico - científico emprendido por el Instituto Geofísico de la Politécnica Nacional desde el año 1988 ha sido oportuno para seguir la evolución de varias señales geofísicas, que indicaron con anticipación que el Tungurahua entraba a fines de los años 1990 en una fase de reactivación eruptiva. La cronología de los eventos eruptivos se inició en el año 1993, cuando se detectan los primeros síntomas de intranquilidad del volcán. Este estudio ha permitido, sobre todo, precautelar al entorno adyacente y sus interacciones de convivencia con el volcán. De esta experiencia ha sido posible hacer una data del periodo correspondiente a la fase eruptiva actual, de acuerdo a los registros contrastados, el más extenso, este se ha iniciado en octubre 1999 y se prolonga hasta la fecha (abril 2017).

#### 1993

---

<sup>32</sup> Existen otras erupciones de menor importancia que no aparecen en esta tabla. Según trabajos recientes de J.-L. Le Pennec y otros.



**Enero.** En este mes comienza a registrarse de forma esporádica una vibración interna del volcán denominada *tremor volcánico*.

**Mayo.** El día 6 de este mes, se reportó una explosión freática registrada por los instrumentos del Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) y escuchada en varias poblaciones aledañas al volcán, como Baños, Patate, Ambato y Cevallos; y los sectores de Bilbao, Puela, El Altar, entre otros en Chimborazo.

#### **1994**

**Marzo a septiembre.** Se detectó un incremento de la actividad sísmica propia del volcán, con la presencia de largos periodos de *tremor volcánico*.

**Octubre.** Se registraron decenas de microsismos de pequeña importancia.

#### **1995-1997**

**Marzo a septiembre.** Durante estos meses, que corresponden a las mayores precipitaciones anuales en la zona del volcán, se repitieron periodos de *tremor volcánico*.

#### **1998**

**Septiembre y diciembre.** Ocurrencia de un enjambre de sismos volcano-tectónicos de origen superficial tanto en septiembre como en diciembre, probablemente asociados a la ruptura de las rocas del interior del volcán por la presencia de magma en ascenso.

#### **FASE ACTUAL**

**15 de septiembre de 1999.** Alerta amarilla para 60 poblaciones en el área de riesgo en las provincias Tungurahua y Chimborazo. Los residentes de Baños se alarman y evacúan.

**15 de octubre de 1999.** Un equipo del diario EL UNIVERSO capta por primera vez la salida de material incandescente del cráter del volcán. Técnicos del Instituto Geofísico lo comprueban.

**16 de octubre.** Se declara alerta naranja en 60 poblaciones y empieza evacuación obligatoria de cerca de 30.000 personas. Durante el éxodo, mueren cuatro personas en un accidente de tránsito.

**17 de octubre.** Fin de la evacuación. Baños queda resguardada por 32 policías y militares. Cuidan la basílica con la imagen de la Virgen de Agua Santa y objetos de incalculable

valor, los padres dominicos Elías Murguizo, Julio Agüero, Neptalí Acosta, y tres empleados.

**23 de octubre.** La salida de material incandescente del volcán es más visible. Técnicos del Instituto Geofísico afirman que es parte del proceso eruptivo.

**27 de octubre.** 151 evacuados de la parroquia de Bilbao, Chimborazo, fundan un nuevo pueblo en una hacienda de Pallatanga, requisada a narcotraficantes.

**10 de noviembre.** La ceniza del Tungurahua y el Guagua Pichincha afectan a las provincias de Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Bolívar, Pastaza, Morona Santiago, Esmeraldas y Manabí.

**31 de diciembre.** Un centenar de pobladores de Baños regresan a su ciudad, burlando la vigilancia militar.

**3 de enero del 2000.** Unas dos mil personas forcejean y se enfrentan al ejército, vuelven a Baños. Hubo un muerto y varios heridos.

**2006.**<sup>33</sup>

**10 de mayo.** Los bramidos, explosiones y tremores fueron permanentes. Cinco técnicos se encargaron del monitoreo del volcán. Usualmente lo hacían dos personas. El nuevo magma que ingresó está en constante movimiento. Esta acción genera gases que salen por el conducto del Tungurahua, causa para los bramidos. Las explosiones se escuchan cuando hay esa liberación de energía. Por las noches era más evidente la actividad ya que se observaba la salida de rocas incandescentes.

**14 de julio.** Según los informes que se emitieron ese día el volcán inició un nuevo ciclo considerado alto, lo cual se refleja en un incremento de bramidos y de las explosiones, aunque todavía no se asemeja a los registros de 1999. La actividad del Tungurahua se incrementó debido a la inyección de magma nuevo. Luego de una etapa de altibajos en la actividad, se produce la más grande erupción luego de 88 años. La lava y flujos piroclásticos bajan por cinco quebradas y afectan principalmente a Cusúa y Bilbao. Unas 2.400 personas evacuan, 250 reses mueren, 11 hectáreas de cultivos se dañan.

---

<sup>33</sup> Este contenido ha sido obtenido de la publicación impresa por Diario EL COMERCIO en la siguiente dirección: <http://www.elcomercio.com/actualidad/cronologia-erupcion-del-volcan-tungurahua.html>

**15 de agosto.** Lahares ardientes ocasionan la muerte de tres personas, José Hidalgo (80 años), Betty Isabel Balseca Satán (55) y Jaime Samaniego (55) y la destrucción de varias casas en la comuna de Palictahua). Pese a la magnitud del evento solo 11 familias del sector salieron evacuados al albergue de El Altar, ubicado a 2 kilómetros del centro poblado. En los días siguientes la actividad disminuyó (Publicado por AGN\_Diario El Mercurio Cuenca el 2010/05/28).

**16 de agosto.** Una erupción de once horas, la más fuerte del actual proceso, arrasa cinco poblados y causa la muerte, entre otros daños. Los técnicos del Instituto Geofísico (IG) de la Escuela Politécnica Nacional monitorearon su comportamiento desde la Base de Guadalupe, a 13 km del volcán. La evacuación de las familias que viven en zona de riesgo en los cantones Pelileo y Baños (en Tungurahua) y Penipe (en Chimborazo) fue la primera acción luego de la erupción del 14 de julio. Los integrantes de los comités de operaciones especiales adoptaron esta decisión.

Unas 878 familias fueron evacuadas nuevamente por el aumento de actividad del volcán Tungurahua, que durante el día arrojó ceniza y lava en cantidades similares a la erupción del pasado 14 de julio.

El Instituto Geofísico advirtió que el volcán presentaba un estado de erupción creciente y sostenido, que empezó a ser mayor. La entidad indicó que un sismo de 4,6 grados en la escala abierta de Richter se presentó la madrugada de ese día e inició el repunte de la actividad. Además, calificó a la situación de “estado de atención máxima” e informó que la situación fue informada al Comité de Emergencia de la zona para que tome las medidas preventivas que considere del caso. Las instalaciones de piscinas del Salado en Baños, fueron cerradas. La Defensa Civil divulgó que las familias evacuadas fueron todas ellas distribuidas en 12 albergues que fueron habilitados en varios locales de las dos provincias. En varias ciudades del país se organizaron campañas de solidaridad para recolectar víveres para los damnificados.

En el transcurso de ese año se registró una fuerte actividad en el volcán Tungurahua, provocando inestabilidad en la región.

## **2007**

El aumento de la actividad que mostró el volcán la noche del 23 de diciembre de ese año obligó al Comité de Operaciones de Emergencia (COE) de Chimborazo a declarar la

Alerta Roja a alrededor de 1000 habitantes de las parroquias de El Altar, Puela y Bilbao, medida que abarco a unas 30 comunidades del cantón Penipe en Chimborazo ubicadas en las faldas del volcán. La medida fue adoptada luego de los informes proporcionados por los técnicos del Instituto Geofísico encargados del monitoreo del coloso. Los habitantes luego de la aparente calma eruptiva insisten y vuelven a sus comunidades.

## 2008

**05 de febrero.** El volcán nuevamente emite columnas de ceniza. El Instituto Geofísico alertó a los Comités de Operaciones de Emergencia. Al siguiente día la actividad disminuyó. A partir de ese mes no se registraron explosiones fuertes. Incluso, en noviembre y diciembre varios grupos de montañistas pudieron subir a la cumbre pese a que las autoridades prohíben esto. **18 de diciembre.** Las emisiones se incrementaron desde la madrugada. La mañana despejada permitió observar la explosión desde Riobamba y Ambato. *“En los últimos cinco meses, la actividad volcánica fue mínima. Apenas emitía gases y vapor de agua. Sin embargo, desde el lunes pasado eso cambió. Luego de las 06:00, se registraron varias explosiones de menor magnitud”*, indicaron los técnicos del Instituto Geofísico. Además, se precisó que esta reactivación no es similar a la que ocurrió en agosto de 2006. En los días siguientes la actividad disminuyó.

## 2009

**Febrero.** El Comité de Operaciones de Emergencia de Chimborazo decretó la alerta naranja en Bilbao, Palictahua, Pungal de Puela, El Manzano y Choglontus, ubicadas en el cantón Penipe, por las constantes emisiones de ceniza que afectaron los cultivos de maíz, papas, pastizales y huertos frutales.

Desde esta fecha hasta la actualidad (abril 2017) el volcán ha mantenido periodos eruptivos constantes, con intensidades variadas en espacios de tiempo indeterminados, semanas a meses, siempre con la misma incertidumbre para los habitantes.

Esta situación ha perjudicado notablemente el desenvolvimiento normal y habitual de las diferentes actividades agropecuarias y socioeconómicas del lugar...

**Imagen 42.** Impresionante erupción del Tungurahua, 14 de julio 2006



**Fuente.** Instituto Geofísico, 2006

### **5.10.3 Impacto generado por las erupciones volcánicas del Tungurahua**

En los distintos procesos eruptivos de este denominado tercera formación, el volcán ha mantenido una característica muy similar con alternancias y recurrencias asociadas a su origen. Las erupciones del Tungurahua son de tipo estromboliano; producen andesita y dacita. Todas las erupciones históricas se originaron en el cráter de la cumbre y han ido acompañadas de fuertes explosiones, flujos piroclásticos y, a veces, flujos de lava. En los últimos 1.300 años el volcán entró en fase de actividad cada 80 o 100 años, siendo las principales en 1773, 1886, 1916-1918, 1999 hasta la actualidad.

Los sucesos eruptivos que han caracterizado al Tungurahua en el devenir del tiempo están ligados a una tónica estromboliana bastante definida que han repercutido en el entorno y cambiando la vida a un sinnúmero de personas y hasta comunidades, generando desplazamientos humanos dentro del territorio nacional como internacional, volcando completamente según sea el caso su actividad socioeconómica. Los impactos que de manera directa han

recibido los habitantes de la zona de influencia dentro del cantón Penipe han estado determinados por la caída de piroclastos, flujo de lodo y escombros (lahares), flujos piroclásticos (nubes ardientes), flujos y domos de lava, avalanchas de escombros, sismos volcánicos. Todos estos con niveles de afectación en todo el tiempo de reactivación volcánica. De acuerdo a las evidencias encontradas en los estudios desarrollados por (Le Penec et al., 2005), se puede determinar que los diferentes tipos de material arrojados por el Tungurahua al ambiente han generado impactos distintos, unos inmediatos, dependiendo la violencia o la magnitud, mientras otros se evidencian con el transcurso del tiempo por las secuelas dejadas en los distintos órdenes y reacciones a emprender, cada uno con su particular análisis y accionar que lo determinaré en la unidad 6.

### **5.11 SUPERFICIE DE TERRITORIO BAJO CONSERVACIÓN O MANEJO AMBIENTAL**

El cantón Penipe al encontrarse inserto en el faldón de la Cordillera Oriental en varios escalones territoriales con división de pisos climáticos hasta el Ecuatorial de alta montaña es parte de la reserva natural denominada Parque Nacional Sangay. En términos cuantitativos al interior del cantón existen 2392,71 hectáreas que pertenecen a la reserva, en tanto que el 35% está considerado como zona de amortiguamiento para el Parque. Adicionalmente 597,23 hectáreas de zonas se han sumado al Programa Socio Bosque, otro proyecto de conservación natural del estado ecuatoriano en reconocimiento al silvicultor que protege el ecosistema, esto representa un total de 2989,94 hectáreas de conservación, aproximadamente el 8,04% del territorio cantonal.

Al considerar la superficie cantonal y la proporción de ésta asignada a la conservación, el sector con su área de influencia representa un valor importante y de consideración por la biodiversidad en el espacio de las Áreas Protegidas del Ecuador.

**Tabla 35.** Áreas de conservación en el cantón Penipe

	Superficie (ha)	%
Cantón Penipe	37094,68	
Parque Nacional Sangay	2392,71	6,45
Socio Bosque	597,23	1,61
<b>Total</b>	<b>2989,94</b>	<b>8,06</b>

Fuente. (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 110)

**Tabla 36.** Distribución de las áreas de conservación por parroquias y comunidades en las áreas de afectación.

Parroquia	Comunidad	Parque Nacional Sangay		Socio Bosque	
		ha	%	ha	%
Bilbao	Centro Parroquial	129,08	14,07	0	0,00
	Yuibug	222,12	24,21	0	0,00
	<b>Subtotal</b>	<b>351,2</b>	<b>38,28</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Puela	Anabá	0	0,00	0	0,00
	Centro Parroquial	0	0,00	0	0,00
	El Manzano	78,82	8,59	0	0,00
	Pungal de Puela	487,33	53,12	0	0,00
	<b>Subtotal</b>	<b>566,15</b>	<b>61,72</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>Total</b>		<b>917,35</b>	<b>100,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Fuente: (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 110)

**Gráfico 9.** Porcentaje de las áreas de conservación en la zona de afectación



Elaboración propia.

Según (TITO, 2013): El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP)<sup>34</sup>, es el conjunto de áreas naturales protegidas que garantizan la cobertura y conectividad de ecosistemas importantes en los niveles terrestre, marino y costero marino y está integrado por los subsistemas, estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado que en la actualidad tiene 49 áreas protegidas, referido (Bonilla, Jorge, 2016).

El subsistema estatal se denomina **Patrimonio de Áreas Naturales del Estado**<sup>35</sup> (**PANE**), este subsistema abarca 50 áreas protegidas que representan aproximadamente el 20% del Territorio Nacional, el Ecuador es el séptimo país con mayor porcentaje de superficie dedicada a la conservación de áreas Protegidas en América Latina y el segundo en Sudamérica (Ministerio del Ambiente, 2017).

<sup>34</sup> Actualmente el (SNAP), está constituido por 50 áreas protegidas, de las cuales 49 son parte del Subsistema del (PANE) y 1 del Subsistema de los GADS (MAE, 2017).

<sup>35</sup> **Subsistema Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE)** es uno de los cuatro subsistemas que la Constitución Política de la República del Ecuador, en su Art. 405 define al Sistema Nacional de Áreas Protegidas. (MAE, 2017).



El Parque Nacional Sangay es una de las áreas protegidas del **PANE**, se encuentra ubicado en el centro de la región andina del Ecuador. Es un área protegida que comprende ecosistemas que van desde la región amazónica hasta la sierra ecuatoriana. Fue creado bajo Acuerdo Ministerial No. 190 del 16 de junio de 1975 como Reserva Ecológica Sangay. Posteriormente, el 26 de Julio de 1979 fue categorizado como Parque Nacional. Su extensión es de 502.067 hectáreas y su altura varía desde los 90 hasta los 5.319 metros sobre el nivel del mar, políticamente su territorio se divide entre las provincias de Morona Santiago, Tungurahua, Chimborazo y Cañar. La mayor parte del territorio (80%) se encuentra en la provincia de Morona Santiago.

El parque constituye una de las áreas protegidas con mayor diversidad biológica del Ecuador. Posee alrededor de 3.000 especies de flora y en lo que se refiere a fauna, cuenta con 400 especies de aves, 107 especies de mamíferos, 20 especies de anfibios, 11 especies de reptiles y 8 especies de peces. Bajo estudios recientes se ha identificado también 35 especies de mariposa en el páramo (Ministerio del Ambiente, 2016).

Por esta razón, en 1983 la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) declaró al **Parque Nacional Sangay** como **Patrimonio Natural de la Humanidad**, debido a su gran importancia biológica, ecológica y cultural.

El PNS constituye una de las áreas protegidas con mayor diversidad biológica del Ecuador ya que presenta la mayor parte de formaciones vegetales y zonas de vida del País conserva la mayor cantidad de flora y fauna registrada en el País, predominancia 10 en el interior del parque de cobertura vegetal natural (98.2% del área total) respecto a otros usos; presenta una continuidad florística desde los 1.000 hasta los 4.000 m., la mayor parte del parque se encuentra en las vertientes orientales de los Andes área poco explorada, posee gran cantidad de hábitats por la influencia de los volcanes (Tungurahua, Altar,

Sangay) y climas diversos (subcálido, temperado, frío, muy frío y gélido), (Ministerio del Ambiente, 2016).

El PNS presenta tres Pisos Zoogeográficos en base a la altitud a la que llegan las especies y al nivel altitudinal que llega el bosque andino y el inicio del ecosistema páramo. Piso subtropical, que abarca las tierras más bajas del parque, desde 1100 hasta los 2300 msnm. Piso Templado, cuyo rango altitudinal se extiende entre la cota de los 2300 hasta los 3300 msnm.; y piso Altoandino, que se extiende desde el límite del piso anterior, hasta la cota del límite de las nieves (nival), es decir 3300-4800 msnm.

La fauna común y representativa de cada uno de los pisos presenta dos aspectos importantes, la mayor parte de las especies del Piso Subtropical se encuentra relacionado con la fauna de los bosques de la baja Amazonía; y, en las laderas medias y bajas hay indicios de la existencia de movimientos migratorios de mamíferos y aves que coinciden con las épocas climáticas marcadas y que en los meses de mayo y junio la producción abundante de flores y frutos atrae a muchas especies de los bosques bajos.

Complementariamente al subsistema estatal del Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE), La Constitución establece en el Art. 14. “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*” (Ministerio del Ambiente, 2016).

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

El Estado incentivará a las personas naturales y jurídicas y a los colectivos, para que protejan la naturaleza, y promoverá el respeto a todos los elementos que forman un ecosistema.

El Objetivo 7 del Plan Nacional del Buen Vivir establece “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover la sostenibilidad ambiental, territorial y global”

Con la Constitución del 2008, Ecuador asume el liderazgo mundial en el reconocimiento de los derechos de la naturaleza, como una respuesta contundente a su estado actual, orientando sus esfuerzos al respeto integral de su existencia, a su mantenimiento y a la regeneración de sus ciclos vitales y procesos evolutivos.

Bajo este concepto el Gobierno nacional crea en el 2008 el Programa Socio Bosque cuyo objetivo principal es la conservación de bosques y páramos nativos en todos los rincones de la patria.

Socio Bosque consiste en la entrega de incentivos económicos a campesinos y comunidades indígenas que se comprometen voluntariamente a la conservación y protección de sus bosques nativos, páramos u otra vegetación nativa.

La entrega de este incentivo está condicionada a la protección y conservación de sus bosques, lo que significa que las personas reciben el incentivo una vez cumplen con las condiciones de seguimiento que se determinan en convenio que se firma con el Ministerio del Ambiente. En diciembre del 2013 mediante Acuerdo Ministerial N°131 se establece el Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural “Socio Bosque” en el marco de la Gobernanza de Patrimonio Natural para la sociedad del Buen Vivir 2013-2017 que tiene como objeto principal integrar las iniciativas de incentivos en un solo programa nacional procurando una intervención integral en

el territorio y promoviendo una mejora en las condiciones de vida de los habitantes en apego al Buen Vivir.

Los Objetivos Estratégicos son:

- Incentivar actividades de forestación, reforestación y revegetación con especies nativas en zonas afectadas por procesos de deforestación, degradación, fragmentación, erosión, desertificación, incendios forestales y otras afectaciones humanas.
- Incentivar la conservación y protección de la cobertura vegetal nativa y de ecosistemas forestales, arbustivos e híbridos, primarios y/o frágiles. Incentivar la producción y comercio sostenible de la biodiversidad y de los productos forestales no maderables.
- Incentivar el manejo forestal enfocado a los cuatro eslabones principales de la cadena de valor de la madera (obtención, producción, procesamiento y comercialización).
- Facilitar la adjudicación de tierras del patrimonio Forestal del Estado y bosques y vegetación protectores para garantizar su conservación y/o uso sostenible.
- Facilitar y promover el reconocimiento y valoración de los servicios ambientales.
- Promover la aplicación y articulación de incentivos tributarios vigentes en la ley.

El Programa Nacional de Incentivos a la Conservación y Uso Sostenible del Patrimonio Natural “Socio Bosque” tiene a su cargo la ejecución de los siguientes componentes:

Capítulo Conservación, Capítulo Restauración, Capítulo Manejo Forestal, Capítulo Bio-comercio, Sostenibilidad Financiera (Ministerio del Ambiente, 2016).

## **6. ANÁLISIS DEL IMPACTO VOLCÁNICO EN LA ZONA DE AFECTACIÓN DEL CANTÓN PENIPE (PUELA y BILBAO)**

### **Impacto del riesgo volcánico**

La fundamentación técnica y científica para el estudio como el tratamiento de información en fenómenos de la Geografía Física, de manera especial en el análisis técnico de sismología y vulcanología es el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) mismo que apoyado en la ciencia ha podido determinar parámetros en los distintos escenarios territoriales del Ecuador en sucesos diversos que han logrado conservar la integridad de la población y sus bienes.

En entornos naturales la cartografía es herramienta fundamental que permite visualizar el territorio de manera integral, en aras de tomar decisiones, no es aquí, la excepción; datos procesados por éste organismo han servido para interpretar y contrastar resultados. Basándose en el mapa de (Samaniego et al., 2008) ha desarrollado cartografía con los peligros potenciales del volcán Tungurahua, que ha sido la base para un sinnúmero de análisis en varios contextos en actividades inherentes. En este mapa se presenta la delimitación de zonas de mayor peligro volcánico, peligro intermedio y menor peligro de afectación de acuerdo al tipo de emanación de elementos al entorno, que nos servirá como apoyo para contrastar los efectos evidenciables en nuestro estudio. Estos van desde ceniza que se depositan en áreas locales y regionales, a otros de mayor consecuencia propios de un fenómeno volcánico; es menester comprender el impacto generado por este volcán en el transcurso de su actividad eruptiva, asociada al tipo de fenómenos que ha originado recurrentemente y su influencia territorial en el ámbito social y ambiental, aspectos que analizaremos en este apartado.



## 6.1 Índice de explosividad volcánica

Para cuantificar y valorar los niveles de erupción, cualquiera sea el tipo de volcán originario en este suceso natural, se ha asignado y llegado a determinar niveles de explosividad que ayudan a determinar el grado de peligro en la zona afectada. El Índice de Explosividad Volcánica o IEV (originalmente en inglés, Volcanic Explosivity Index, VEI) se mide en una escala<sup>36</sup> de 8 grados con la que los vulcanólogos evalúan la magnitud de una erupción volcánica. El índice es el producto de la combinación de varios factores medidos o apreciables de la actividad volcánica. Por ejemplo, se considera el volumen total de los productos expulsados por el volcán (lava, piroclastos, ceniza volcánica), altura alcanzada por la nube eruptiva, duración de erupción, inyección troposférica y estratosférica de productos expulsados, y algunos otros factores sintomáticos del nivel de explosividad.

### Relación del Índice de explosividad volcánica de acuerdo al origen volcánico

IEV	Clasificación	Descripción	Altura	Volumen material arrojado	Periodicidad
0	<u>Erupción Hawaiana</u>	no-explosiva	< 100 m	> 1000 m <sup>3</sup>	Diaria
1	<u>Erupción Stromboliana</u>	ligera	<1 km	> 10 000 m <sup>3</sup>	Diaria
2	<u>Erupción Stromboliana/Vulcanica</u>	explosiva	1-5 km	> 1 000 000 m <sup>3</sup>	Semanal
3	<u>Erupción Vulcaniana</u>	violenta	5-15 km	> 10 000 000 m <sup>3</sup>	Anual
4	<u>Erupción Vulcaniana/Pliniana</u>	cataclísmica	10-25 km	> 0,1 km <sup>3</sup>	Cada 10 años
5	<u>Pliniana</u>	paroxística	> 25 km	> 1 km <sup>3</sup>	Cada 100 años
6	<u>Pliniana/Ultraplina</u>	colosal	> 25 km	> 10 km <sup>3</sup>	Cada 100 años
7	<u>Ultraplina</u>	mega-colosal	> 25 km	> 100 km <sup>3</sup>	Cada 1000 años
8	<u>Erupción Supervolcánica</u>	apocalíptica	> 25 km	> 1000 km <sup>3</sup>	Cada 10 000 años

**Fuente.** Global Volcanism Program del Instituto Smithsoniano, Creative Commons Atribución, 16/06/2017

<sup>36</sup> **Escala.** Los científicos señalan la magnitud de las erupciones volcánicas con el IEV, a base de registrar la cantidad de material volcánico expulsada, la altitud que alcanza la erupción, y cuánto tiempo dura. La escala mide en un rango de 0 a 8. Un aumento de 1 indica una erupción 10 veces más potente.

## **6.2 TIPOS DE FENÓMENOS CARACTERÍSTICOS EN EL VOLCÁN TUNGURAHUA**

Según (Le Pennec et al., 2005) en estudios denominados “Los peligros asociados con el volcán Tungurahua “se exhiben los diferentes tipos de fenómenos relacionados con la actividad volcánica presente y ocurrida, del Tungurahua desarrollados en orden de frecuencia.

### **a. Gases volcánicos**

Antes, durante y después de una erupción volcánica, es habitual percibir un apreciado aumento en la proporción y tipo de gases emanados por el volcán. Tales gases consisten principalmente de vapor de agua; sin embargo, casi siempre existen también cantidades variables de otros gases peligrosos para las personas y los animales como SO<sub>2</sub> (dióxido de azufre), CO<sub>2</sub> (dióxido de carbono), o el CO (monóxido de carbono). En las zonas donde soplan continuamente vientos fuertes, estos gases se dispersan rápidamente; no obstante, en depresiones y partes bajas, estos gases se pueden acumular y alcanzar concentraciones letales. Por otro lado, existen gases tóxicos como el flúor y el azufre que se adhieren a la ceniza y producen la contaminación del suelo y las aguas. Adicionalmente, los gases de una columna eruptiva pueden mezclarse con el agua atmosférica provocando lluvias ácidas que pueden afectar a las plantas y animales, así como los techos metálicos, la zona de influencia generalmente utiliza techos de zinc por su costo y facilidad para trabajar, y otros pocos materiales metálicos que pueden sufrir una fuerte corrosión. (Le Pennec et al., 2005, p. 20).

En algunas ocasiones durante el presente periodo eruptivo (1999, hasta la fecha, 2017) se ha reportado olor a azufre en las partes bajas del volcán, especialmente en los sectores de Juive Grande y en el flanco occidental; es decir en el sector de El Manzano y Choglontus,



zonas muy próximas al coloso. La máxima presencia se evidencio en el 2006, de manera elevada en la comunidad de Palictahua junto con el lahar que arrasó parte de la localidad; sin embargo, y de manera general en estas como en otras erupciones, las concentraciones de gas por éste volcán han sido muy bajas, por lo cual se puede excluir un efecto negativo sobre los seres vivos (Rodríguez Benítez, 2008).

### **b. Caída de piroclastos**

**Descripción:** Durante una erupción volcánica los gases y el material piroclástico (ceniza, fragmentos de roca y piedra pómez) son expulsados desde el cráter. Los fragmentos más grandes siguen trayectorias balísticas y caen cerca del cráter, generalmente sobre las partes



altas del volcán. Mientras que las partículas más pequeñas son llevadas por el viento y caen a mayor distancia del mismo, cubriendo grandes áreas cercanas al volcán, con una capa de varios milímetros o centímetros de material piroclástico. Las erupciones que producen piro-

clastos varían desde explosiones pequeñas, de pocos minutos de duración y que expulsan el material hasta pocos cientos de metros sobre el cráter, hasta grandes explosiones que pueden durar varias decenas de minutos y que inyectan material piroclástico a la atmosfera hasta varias decenas de kilómetros de altura.

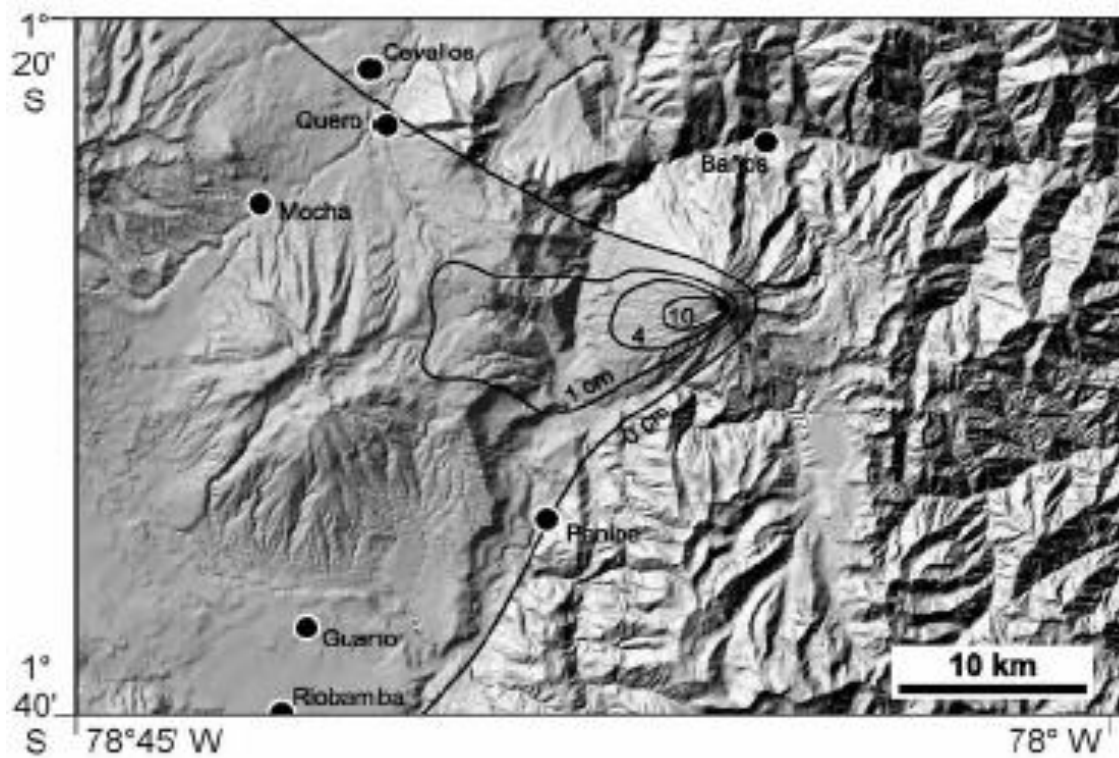
**Efemérides:** En las erupciones pasadas del Tungurahua, las caídas de ceniza y piroclastos han tenido una distribución limitada (Figura 24) y sus espesores han sido pequeños.

Sin embargo, como se evidencio en la erupción de agosto de 2001, un volumen relativamente pequeño de ceniza emitida (del orden de 5-6 millones de metros cúbicos, Le Pennec, et al., 2004b y 2002), puede provocar daños considerables a los cultivos, así como alterar seriamente la vida de personas y animales y la economía local y regional (Le Pennec et al., 2005, p. 21).

**Peligros:** El material piroclástico cubre una superficie generalmente de forma elíptica, que se puede extender hasta cientos de kilómetros en la dirección del viento, y cuyo espesor disminuye progresivamente desde el volcán (figura 24). Así, la peligrosidad de este fenómeno estará determinada por el volumen de material emitido, la intensidad y duración de la erupción, la dirección y la velocidad del viento, como la distancia al punto de emisión (Le Pennec et al., 2005, p. 22).

En la figura 25 se presentan las áreas que tienen mayor probabilidad de ser afectadas por las caídas de piroclastos, en caso de que ocurra una erupción explosiva importante del Tungurahua ( $VEI \geq 3$ ). La curva interna (marcada 25 cm, figura 25) encierra el área que podría recibir un espesor superior a 25 cm de ceniza. La curva externa (marcada 5 cm, figura 25) encierra el área que puede recibir un espesor superior a 5 cm de ceniza. La parte externa a esta curva puede recibir un espesor máximo de 5 cm.

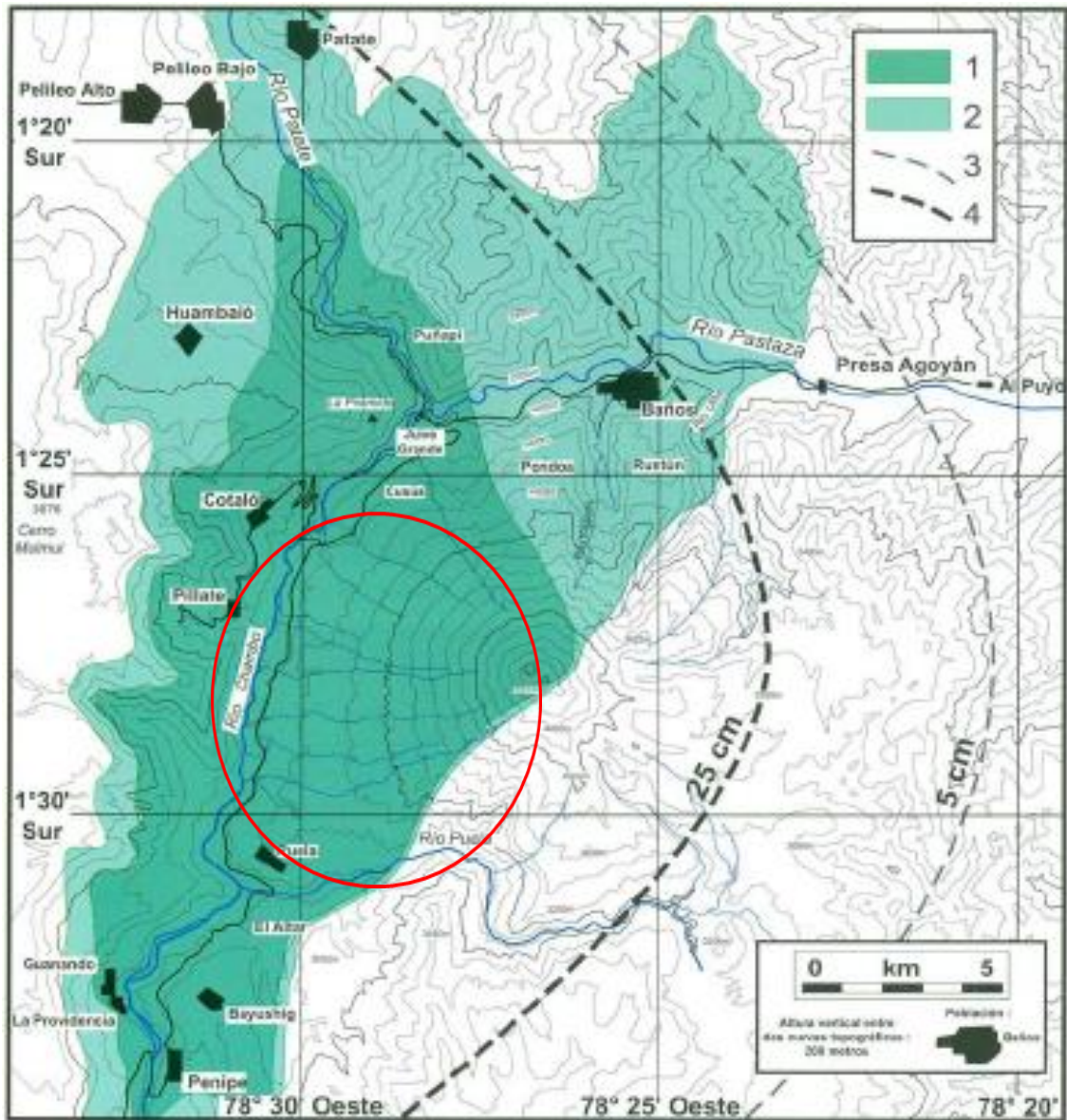
**Figura 24.** Distribución de ceniza volcánica erupción agosto 2001<sup>37</sup>



**Fuente.** (Hall, *et al.*, 2002), en (Le Penec *et al.*, 2005).

<sup>37</sup> Las líneas encierran las áreas al occidente del volcán afectadas por más de 10 cm, 4 cm y 1 cm de ceniza. (Fuente: Le Penec, *et al.*, IRD/IG-EPN); en ((Le Penec, Escuela Politécnica Nacional (Quito, Instituto Geofísico, & Institut de recherche pour le développement (France), 2005)).

**Figura 25.** Peligros volcánicos del Tungurahua: caídas de piroclastos y avalanchas de escombros.



**Fuente.** (Hall, *et al.*, 2002), en (Le Penneec *et al.*, 2005).

La Figura 25, caídas de piroclastos y avalanchas de escombros define las áreas de afectación por los distintos tipos de caída de material piroclástico, descrita de la siguiente manera. (1) Área que sería afectada por una pequeña avalancha que caiga por el flanco occidental; (2) área que sería afectada por una avalancha grande que implique los flancos norte y occidental, sectores que corresponden a las parroquias de interés en éste estudio; (3) área que puede ser afectada por un espesor de ceniza mayor a 25 cm; (4) área que

puede ser afectada por un espesor de ceniza mayor a 5 cm. Basado en el Mapa de los peligros potenciales del volcán Tungurahua (Hall, *et al.*, 2002), en (Le Penne et al., 2005). El impacto de la caída de piroclastos depende principalmente del espesor de material acumulado. La afectación sobre la población empieza a hacerse presente con espesores pequeños, menores a 1 mm de ceniza y se incrementa sustancialmente si la ceniza se mezcla con agua. Los efectos producidos por las caídas de ceniza incluyen problemas de salud (irritación de los ojos y de las vías respiratorias), problemas con el ganado, destrucción de plantas, daños en los motores (vehículos, aviones, maquinarias agrícolas y en general, transformadores, etc.), contaminación de fuentes y reservorios de agua, y en caso de caídas importantes, problemas de visibilidad, riesgos de colapso de los techos, etc...

**Imagen 43.** Techados destruidos por la caída de material volcánico en Pungal de Puela



Elaboración propia, 2016

### c. Flujos de lodo y escombros (Lahares)

**Definición:** Los lahares son mezclas de materiales volcánicos (rocas, pómez, arena), arrastrados por el agua proveniente de la fusión del casquete glaciar, de la ruptura de un lago ubicado en un cráter o de fuertes lluvias. Estos flujos se mueven ladera abajo por la

fuerza de la gravedad, a grandes velocidades (hasta 100 km/h) y siguiendo los drenajes existentes (Ortiz, Toulkeridis, & Marín, 2006).

Los lahares se forman cuando masas sueltas de escombros no consolidados, tales como ceniza depositada en los flancos de un volcán, depósitos glaciares, escombros de flujos piroclásticos y de avalanchas de roca, se saturan de agua y comienzan a moverse.

El tamaño del material movilizado por estos flujos es muy variable, pudiendo ser desde arcilla o arena hasta bloques de varios metros de diámetro.

En el caso del Tungurahua, el agua puede provenir de la lluvia o de la fusión de la nieve o hielo del casquete glaciar existente.

**Efemérides:** Eventos de este tipo han ocurrido en innumerables ocasiones en el pasado reciente del Tungurahua, especialmente en los valles de Ulba, Vascún, así como en los drenajes del flanco occidental y en el río Puela al sur y suroccidente del volcán, N. Martínez (1932) describe con asombro los resultados de un flujo de escombros o aluvión que afectó al valle de Ulba durante la erupción de 1918, (en Le Pennec et al., 2005).

“El torrente de lodo ha debido tener una consistencia muy espesa, por los bancos de tierra que dejó en los lugares algo planos y horizontales, y así en el valle superior del Ulba, pude ver después, depósitos de más de 10 metros de espesor, y ya cerca de la desembocadura en el Pastaza, fue cubierta por el lodo, una piedra muy conocida por mí, que medía más de 4 metros de alto. Me parece inútil decir que desapareció en lo absoluto toda la vegetación que crecía a lo largo del valle, hasta considerable altura”.

Es claro que se trató de un flujo de escombros que, según las descripciones de Martínez, era el producto de la mezcla de material piroclástico con agua proveniente del río Ulba y de la fusión del glaciar que existía en la cumbre del volcán Tungurahua.

**Imagen 44.** Lahar en la quebrada Achupallal, corta el paso de vía entre Penipe y Baños a la altura de Bilbao.



**Fuente.** Pinto, Wilson, 19/07/2013

Durante el presente periodo eruptivo (iniciado en 1999 y que continua hasta la fecha, abril 2017), se han producido innumerables flujos de lodo en las quebradas del flanco occidental del volcán (Imagen 43), así como en la quebrada denominada de La Pampa del flanco noroccidental. Conductores de vehículos han ingresado a las zonas de restricción durante la ocurrencia de lahares y han sufrido impactos adversos. Estos flujos de variado tamaño son el resultado de la movilización del material volcánico depositado en los flancos superiores del edificio, por la acción del agua proveniente de las lluvias. Entre los meses de julio y agosto del 2006, respectivamente, la erupción más agresiva que soportó la población de la zona sur oriental fue inminente. En la noche y parte del día 16 de agosto la

avalancha de escombros se arrojó buscando salida hacia el río Puela, con material ar-  
diente, provocando la evaporación del agua en contacto con el río y quemando brutal-  
mente al poblado de Palictahua, se registraron 6 personas fallecidas. Por varias quebradas  
de este flanco los lahares descendieron provocando cuantiosos daños, hasta hoy sin repa-  
ración.

**Peligros:** La peligrosidad de estos fenómenos está determinada por el volumen de agua  
y de los materiales sueltos disponibles, de las pendientes y del encajonamiento de los  
valles. Las personas alcanzadas por un flujo de escombros tienen muy pocas posibilidades  
de sobrevivir, por lo cual, durante una crisis volcánica se recomienda a la población que  
evite el fondo de las quebradas que bajan del volcán. Debido a su alta velocidad y densi-  
dad, los lahares pueden mover y aun arrastrar objetos de gran tamaño y peso, tales como  
puentes, vehículos, grandes árboles, etc. Las edificaciones y la vegetación que se encuen-  
tren a su paso serán destruidas o seriamente afectadas.

**Imagen 45.** Lahar por la Quebrada Rea en Puela, detiene el flujo del río Chambo

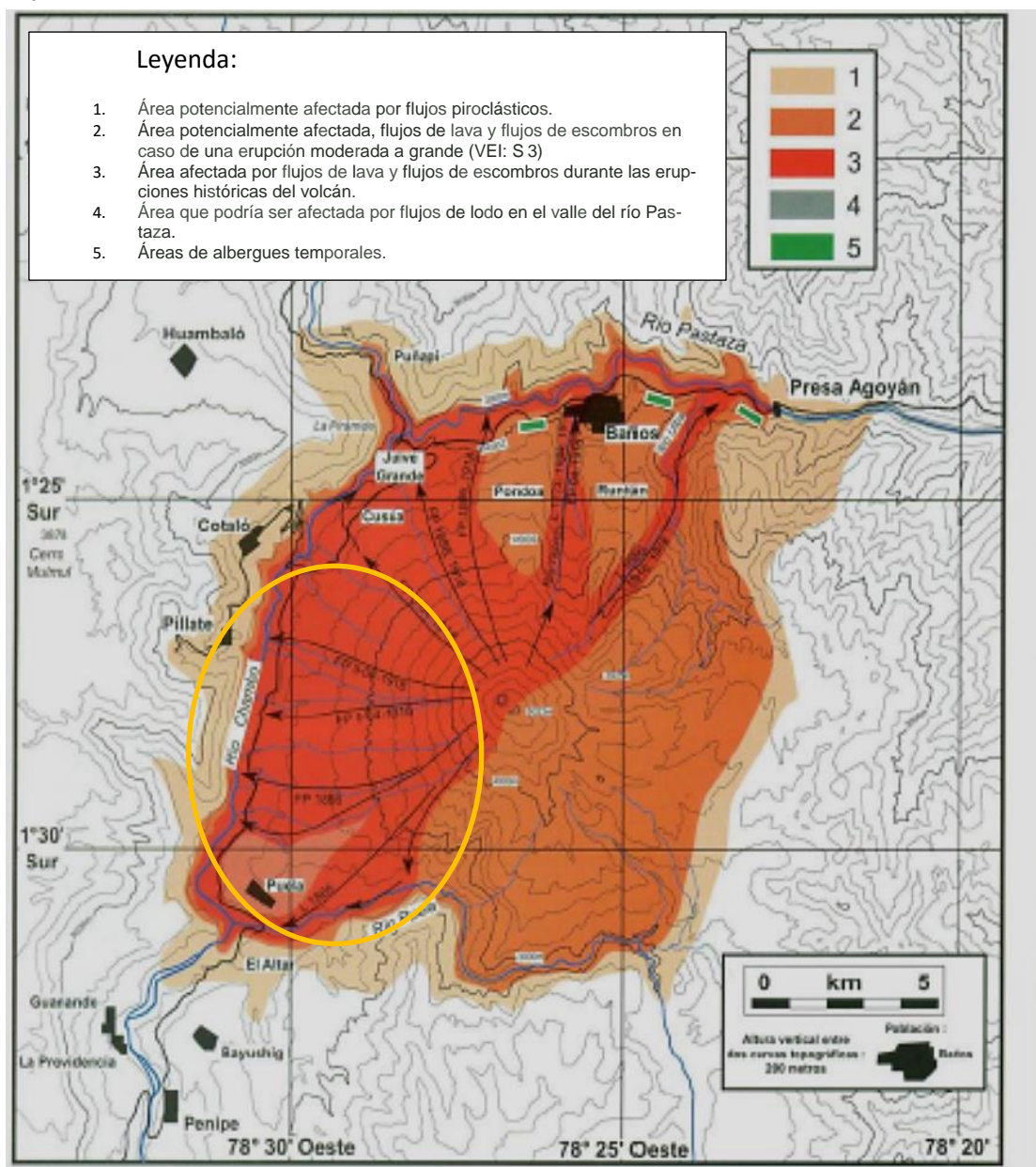


**Fuente.** Mothes, Patricia, 18/08/2006



En el caso del volcán Tungurahua, las zonas en rojo intenso en el *mapa de peligros* (figura 26), y en especial el fondo de los valles de esta zona, pueden ser afectados por flujos de lodo y escombros en caso de una erupción importante del volcán o simplemente en caso de fuertes lluvias en la zona.

**Figura 26.** Mapa peligros volcánicos: flujos de lodo y escombros (lahares), flujos piroclásticos y flujos de lava



**Fuente.** (Hall, et al., 2002), ( En, Le Penneç et al., 2005).

### **Descripción del evento lahárico en la zona**

Basado en el Mapa de (Le Pennec et al., 2005) los peligros volcánicos potenciales del volcán Tungurahua se pueden relacionar los siguientes procesos. (1) Área potencialmente afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y flujos de escombros en caso de una erupción muy grande (VEI ~ 4) que afecta directamente a la zona de incidencia en estudio; (2) área potencialmente afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y flujos de escombros en caso de una erupción moderada a grande (VEI: s 3); (3) área afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y flujos de escombros durante las erupciones históricas del volcán, y que ha, afectado directamente a la zona de incidencia en estudio durante las erupciones registradas; (4) zona que podría ser afectada por flujos de lodo en el valle del río Pastaza; (5) zonas de albergues temporales. Es menester contrastar que las zonas no son excluyentes, son áreas de sobreposición de afectaciones, es decir que el área 2 incluye también al área 3, y el área 1 incluye a las áreas 2 y 3 respectivamente (Le Pennec et al., 2005).

#### **d. Flujos piroclásticos (Nubes Ardientes)**

**Definición:** Los flujos piroclásticos son mezclas muy calientes (varios cientos de grados centígrados) de gases, ceniza y fragmentos de roca, que descienden por los flancos del volcán, desplazándose a grandes velocidades (a veces más de 250 kilómetros por hora) y que ocurren generalmente en erupciones grandes y explosivas. Los flujos piroclásticos constan de dos partes: un componente inferior, muy denso, constituido por fragmentos de roca, que se desplaza por el fondo de los valles y quebradas; y, un componente lateral y superior, mucho menos denso, pero más voluminoso, constituido por material de menor tamaño (ceniza) y gases, el cual puede sobrepasar los valles y alcanzar alturas importantes sobre su fondo e inclusive sobrepasar relieves importantes (Natenzon E, 1995).

Contrastando, la erupción del volcán Reventador, el 3 de noviembre del 2002, se generaron flujos piroclásticos que viajaron hasta 8 km desde el cráter y cuyas nubes de ceniza alcanzaron más de 1000 metros sobre el fondo de la caldera de este volcán. Dada la similitud entre el Reventador y el Tungurahua, es de esperar que en caso de una erupción altamente explosiva ( $VEI \geq 3$ ) en el Tungurahua, se generen flujos de estas características (Le Pennec et al., 2005).

**Efemérides:** Los flujos piroclásticos han sido un fenómeno extremadamente frecuente en el pasado reciente del volcán, como lo muestra N. Martínez (1932), testigo presencial de las erupciones de 1916-1918. Este geólogo y montañista ambateño describe “en el momento que empezaba a salir del cráter la inmensa columna, se derramo por todo el perímetro del cono visible (Ambabaqui, Pelileo, 5/04/1918), como de una inmensa caldera en ebullición, una verdadera masa de vapores rojizos y de materiales al parecer solidos e incandescentes, la cual cubrió por completo y en pocos instantes todo el cono hasta la base, dejándole completamente invisible” (Le Pennec et al., 2005).

Esta narración muestra claramente que, durante esta erupción, flujos piroclásticos originados por el desborde de material incandescente desde el borde del cráter se generaron en el Tungurahua y cubrieron gran parte de los flancos norte y occidental del volcán.

**Peligros:** En el Tungurahua, los flujos piroclásticos tienen origen, según (Mothes, et al., 2002), por: **1.** El colapso de una columna eruptiva; **2.** Explosiones violentas que destruyen un tapón o un domo en el cráter; o **3.** El desborde de material piroclástico sobre el filo del cráter (“boiling over”). Un cuarto posible mecanismo de generación de flujos piroclásticos constituye el colapso de un frente de un flujo o domo de lava formado en el interior del cráter. Los flujos piroclásticos producidos por los tres primeros mecanismos afecta-

rían varios flancos del volcán, mientras que los flujos piroclásticos producidos por el colapso de un flujo o domo de lava, impactarían los flancos inmediatamente inferiores a dicho domo o flujo de lava, siendo en general el flanco occidental y noroccidental el más propenso a ser afectado por este fenómeno (Toulkeridis, 2013).

Se estima que si el Tungurahua presenta erupciones de gran magnitud ( $VEI \geq 3$ ), las zonas más afectadas por estos fenómenos serían los flancos occidental y noroccidental, comprendidos entre Juive Grande al noroccidente y la confluencia de los ríos Puela y Chambo al suroccidente del volcán. Sin embargo, los valles de los ríos Vazcún y Ulba, en el flanco norte, constituyen también zonas de alto peligro, debido a que estos ríos descienden directamente de la cumbre del volcán (zona de color pastel en la figura 25, y de color rojo intenso en la figura 26, el mapa de peligros volcánicos).

Las superficies de Runtún y Pondoá, por encontrarse alejadas del fondo de los valles, presentan ciertamente un peligro menor, pudiendo ser afectadas por estos fenómenos únicamente en caso de erupciones explosivas mayores ( $VEI > 3$ ), en cuyo caso se generarían flujos piroclásticos muy móviles por el colapso de una columna de erupción (Imagen 45).

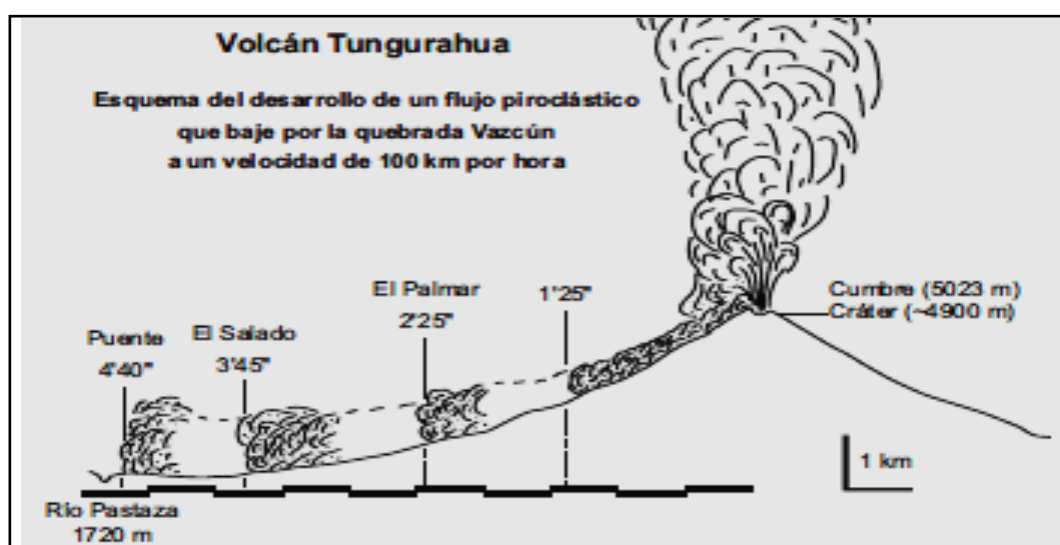
**Imagen 46.** Flujo piroclástico de la erupción violenta del 26 de febrero de 2016



**Fuente.** AFP, 26/02/2016

En esta misma categoría (zona de color rojo intenso en el mapa de peligros, figura 26) se encuentran los flancos sur y oriental del volcán. Finalmente, las zonas en color rojo pálido corresponden a las áreas que pueden ser afectadas solo en caso de una erupción anormalmente grande (VEI > 4); (cada ~ 83 años periodo recurrencia eruptiva). Los flujos piroclásticos son extremadamente peligrosos debido a su gran movilidad, que les permite viajar distancias que se miden hasta en decenas de kilómetros, a sus altas velocidades (50 a 250 km/h) y a las altas temperaturas (350-1 000°C) en el momento de su emplazamiento. En la figura 27 se presenta un esquema de generación de un flujo piroclástico para el flanco norte del volcán (valle del río Vascún), mostrando el tiempo aproximado que le tomaría a un flujo de este tipo en llegar al río Pastaza. Las personas afectadas por estos flujos tienen muy pocas posibilidades de sobrevivir, en el mejor de los casos, pueden quedar seriamente heridas. A los entornos de un flujo de este tipo, las personas y animales pueden sufrir serias quemaduras, e incluso la muerte por la inhalación de ceniza y/o gases calientes. Todo lo que se halle en su camino es destruido o arrasado por el impacto de escombros calientes y/o vientos relacionados.

**Figura 27.** Esquema de generación de un flujo piroclástico



**Fuente.** (En, Le Pennec et al., 2005, p. 33)

La madera y otros materiales combustibles comúnmente se queman cuando entran en contacto con los bloques, bombas, ceniza y/o gases calientes que conforman los flujos piroclásticos. Debido a su capacidad devastadora, los flujos piroclásticos son considerados como el fenómeno volcánico más letal. Por estas razones el momento de su generación, su extensión y su tamaño, su manejo en términos de evacuación poblacional es extremadamente difícil, pero necesariamente se debe considerar la salida temporal, con horas o días de anticipación, de las personas y animales que se encuentren en las zonas potencialmente afectadas, como una medida de salvación ante la peligrosidad del fenómeno, pero también ante las grandes incertidumbres científicas existentes para su predicción (Natenzon E, 1995).

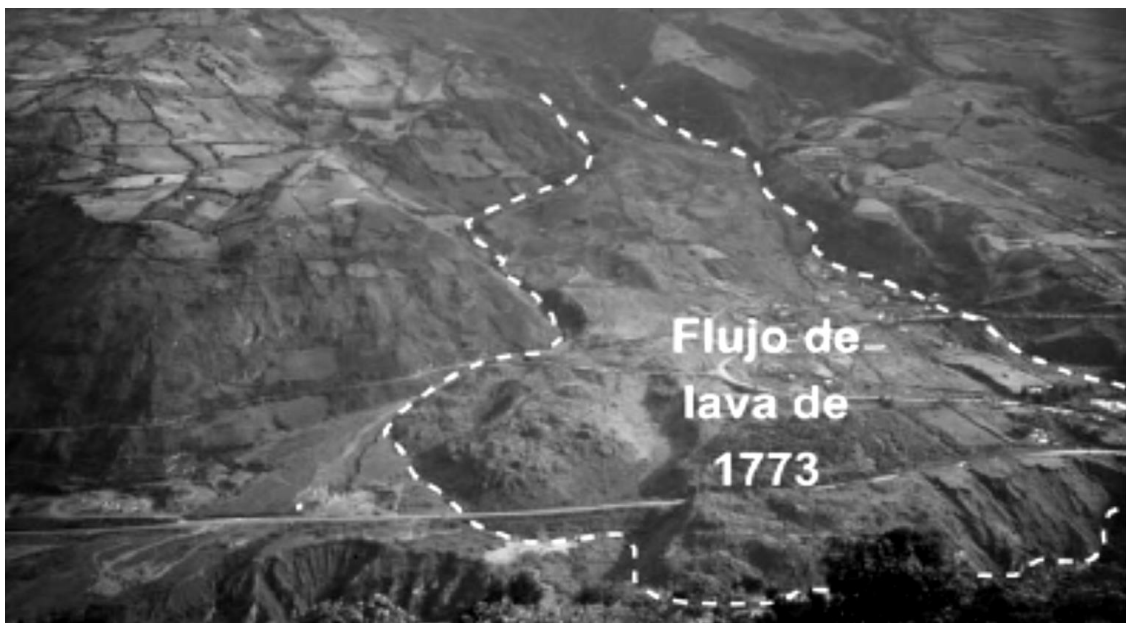
#### **e. Flujos y domos de lava**

**Descripción:** Los flujos de lava son derrames de roca fundida, originados en un cráter o en fracturas de los flancos del volcán, que descienden por las quebradas que allí se originan. Este fenómeno volcánico ocurre cuando el magma es poco viscoso (o, lo que es lo mismo, muy fluido), y por lo tanto la lava puede fluir por las pendientes del volcán. Las erupciones volcánicas de este tipo son poco explosivas, debido a que el contenido de gases del magma es bajo (Le Pennec et al., 2005).

Los flujos de lava pueden viajar ladera abajo desde unos pocos hasta varias decenas de kilómetros, desplazándose generalmente a bajas velocidades, del orden de decenas y raramente de centenas de metros por hora. Los domos son acumulaciones de lava, originados en un cráter ubicado en la cumbre o en los flancos superiores del volcán. Se forman cuando el magma es muy viscoso y por lo tanto tiene dificultad para fluir (Toulkeridis, 2013).

**Efemérides:** Los flujos de lava han sido un fenómeno frecuente en la historia reciente del Tungurahua. Se estima que alrededor de 17 flujos de lava llegaron al pie del edificio en los últimos 3000 años (Le Pennec et al., 2005). Generalmente se han presentado como el fenómeno final de un proceso eruptivo, como en las erupciones de 1773 (Imagen 46) y 1886 (Martínez, 1932), en (Le Pennec et al., 2005). Se generaron grandes flujos de lava durante la primera etapa de construcción del cono actual del Tungurahua (en su tercera formación), los cuales se observan especialmente al pie norte del volcán en el sector de Las Juntas, Juive Grande y la planicie de Baños, ciudad que se encuentra construida sobre una serie de flujos de lava que descendieron desde la planicie de Pondoá y luego de oeste a este por el río Pastaza, hace 2000 a 3000 años aproximadamente.

**Imagen 47.** Flujo de lava en 1773 del volcán Tungurahua



**Fuente.** (Samaniego, P., IG-EPN).

Durante dichas erupciones la composición de estos flujos ha sido andesítica, que corresponde a lavas con una viscosidad moderada. A. Martínez (N. Martínez, 1932) describe como testigo presencial de la erupción del 25 de febrero de 1886, el flujo de lava que culminó con el proceso eruptivo (Le Pennec et al., 2005).

**Peligros:** Dada la morfología actual del cráter (destruida en la última erupción con su flanco noroccidental 200 metros por debajo de los bordes superiores), hay la expectativa de que los futuros derrames de lava se dirijan preferentemente por los flancos occidental y noroccidental del volcán (Figura 26), que corresponde territorialmente a los sectores entre Juive Grande y Cusúa. A pesar de destruir completamente todo lo que encuentra a su paso, los flujos de lava raramente representan una amenaza para la vida humana, debido a la lentitud de su desplazamiento y a la posibilidad de predecir con bastante aproximación la dirección de su movimiento (Le Pennec et al., 2005).

Sin embargo, los flujos de lava pueden causar la destrucción total de la infraestructura civil, entre ellos, edificaciones, sistemas viales, poblados y otras de interés socio económicos que se encuentren a su paso. La única protección segura es la evacuación de las personas y animales horas o días antes de la llegada del flujo. Es menester considerar que, en volcanes con pendientes muy importantes como el Tungurahua, el frente de un flujo (o un domo) de lava puede volverse inestable y colapsar generando pequeños flujos piroclásticos de bloques y ceniza que descenderían por los flancos pendiente abajo del frente del flujo de lava.

#### **f. Avalanchas de escombros**

**Definición:** Las avalanchas de escombros son grandes deslizamientos que pueden ocurrir en un sector de un volcán, producidos por la inestabilidad de los flancos del mismo. Este tipo de fenómenos puede deberse al ascenso de gran cantidad de magma en el edificio volcánico, a un sismo de gran magnitud en las cercanías del volcán, o al debilitamiento de la estructura del volcán, inducida por ejemplo por la alteración hidrotermal. Este tipo de inestabilidad se ve favorecida cuando la altura del edificio volcánico llega a más de 3200 m sobre su basamento. El colapso del edificio puede estar acompañado y seguido



por actividad magmática, dado que este gran deslizamiento puede destapar súbitamente el conducto volcánico y generar explosiones de extrema violencia (“*blast*”) que producen flujos piroclásticos de gran magnitud y alto poder destructivo. El resultado de una

**Imagen 48.** Avalancha de escombros sector de Lligua



**Fuente.** Pinto, Wilson, 19/06/2014

avalancha de escombros es la formación de un anfiteatro de tamaño variable (caldera de avalancha como la del volcán Guagua Pichincha o de El Reventador). Los depósitos cubren áreas de considerable extensión (10-1000 km<sup>2</sup>) con un manto de escombros y arrasan con todo lo que encuentren a su paso. La mayoría de estratovolcanes han sufrido, al menos una vez durante su historia geológica, un evento de este tipo, sin embargo, se debe recalcar que son eventos muy infrecuentes en el tiempo (aproximadamente un evento cada varios miles de años o más). Por otra parte, pequeñas avalanchas han sido frecuentes durante los últimos milenios hasta inclusive el periodo histórico. Así, se ha identificado que la destrucción del borde del cráter ocurrió en los siglos sexto y séptimo d.C., así como

también, en 1640 y 1886 d.C. Estas pequeñas avalanchas producen brechas de bloques que pueden represar los ríos momentáneamente (Le Pennec et al., 2005).

**Efemérides:** Este tipo de fenómeno ha ocurrido, al menos en dos ocasiones en el Tungurahua. La última vez, hace 3100 años aproximadamente., un cono anterior al edificio volcánico actual fue en gran parte destruido por un evento de este tipo. Los depósitos de esta avalancha rellenaron parcialmente los valles del río Chambo, alcanzando distancias de hasta 15 a 20 km desde la cumbre del volcán y alturas de hasta 400 metros sobre el nivel actual de los ríos (sector de Cotaló).

**Imagen 49.** Corte perpendicular del río Pastaza, abriéndose paso en la lava arrojada por el Tungurahua hace ~ 3100 AP.

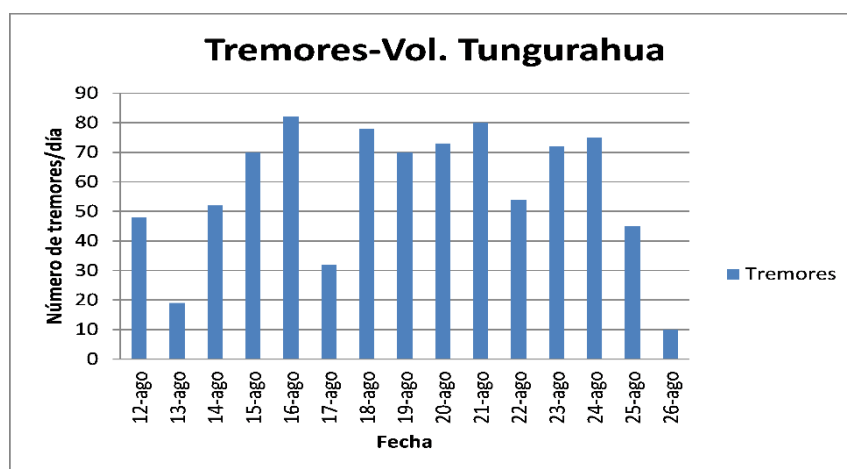


**Elaboración propia, 2016**

**Peligros:** Dada la magnitud y violencia de las avalanchas de escombros, todo lo que encuentren en su camino va a ser destruido y, por lo tanto, las personas no tienen posibilidades de sobrevivir. Por esta razón, se recomienda la evacuación de las zonas potencialmente afectadas, si la información científica señala la posibilidad de ocurrencia de un evento de estas características en un futuro cercano. Se debe recalcar, sin embargo, que se trata de un evento muy poco frecuente. En el mapa de peligros volcánicos del Tungurahua (Figura 25), el área de color verde intenso comprende la posible extensión de una avalancha pequeña que afecte exclusivamente el flanco occidental del volcán; mientras que el área de color verde pálido comprende la extensión de una avalancha de mayor tamaño que afecte los flancos norte y occidental.

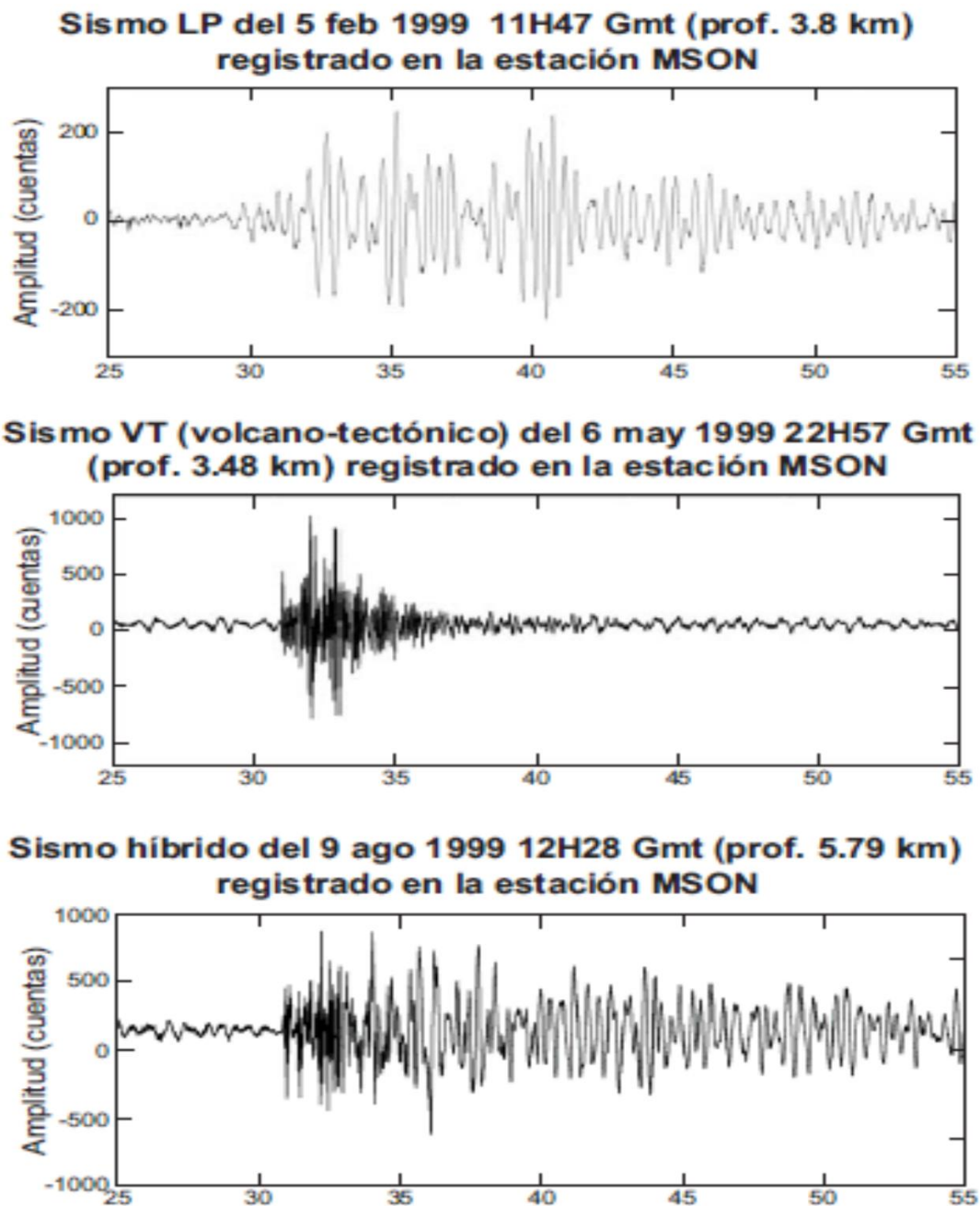
#### g. Sismos volcánicos

En las semanas o meses que preceden a una erupción y durante su desarrollo, se pueden detectar muchos microsismos en las cercanías o en el cono mismo del volcán. Este fenómeno, lejos de afectar a los pobladores que habitan en las cercanías del mismo, resulta beneficioso para la comunidad pues permite a los científicos comprender mejor los procesos magmáticos que ocurren al interior del volcán y adelantarse a su ocurrencia (Toulkeridis, 2013).



**Gráfico 11.** Movimientos sísmicos volcánicos, periodo eruptivo 2006. **Fuente.** IGEPN

**Figura 27.** Principales tipos de señales sísmicas<sup>38</sup> registradas por sismógrafos en el Tungurahua



**Fuente.** (Instituto Geofísico – Escuela Politécnica Nacional, 2005).

---

<sup>38</sup> En general, la reactivación de un volcán no produce sismos de mayor magnitud, capaces de afectar las edificaciones en los alrededores del volcán. En las erupciones pasadas del Tungurahua, ha sido común que las personas de los alrededores sintieran estos sismos, especialmente antes o durante los periodos de más intensa actividad volcánica; sin embargo, en ninguna ocasión estos eventos provocaron daños a las edificaciones (Le Pennec et al., 2005).

## 6.3 ANÁLISIS FOCALIZADO POR IMPACTOS

### 6.3.1 Peligro de Afectación volcánica en las parroquias San Miguel de Puela y Bilbao

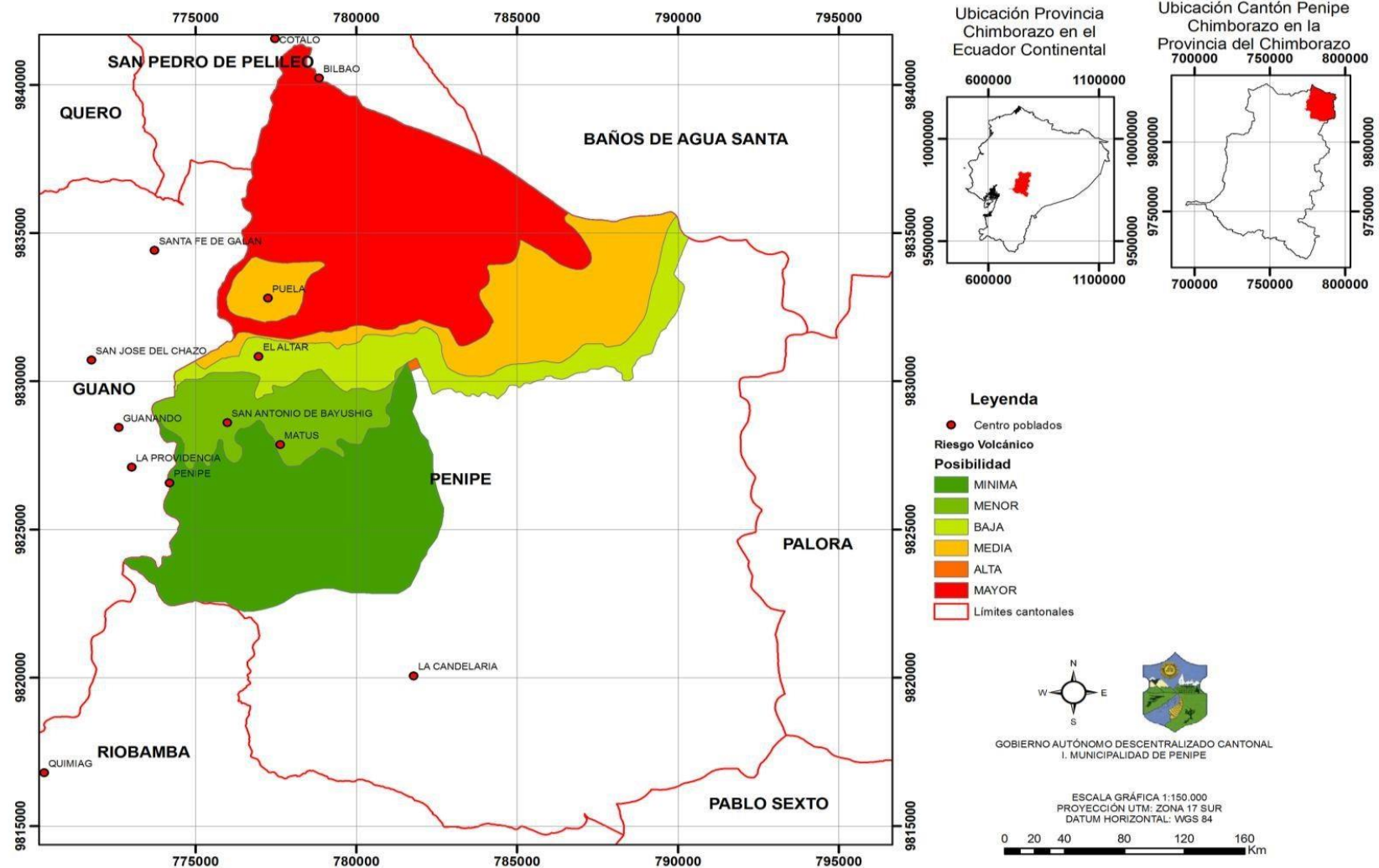
De acuerdo a la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH) las sustancias químicas presentes en la ceniza son: óxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), óxido férrico (Fe<sub>2</sub>O), óxido de Aluminio (AlO), óxido de Calcio (CaO o cal viva), pérdida de Calcinación, óxido de Azufre (SO), óxido de Magnesio (MgO), óxido de Potasio (KO). Con lo que se determina que la caída de ceniza perjudica el normal proceso de fotosíntesis de las plantas, ocasionando hasta la muerte del vegetal, el sílice y el azufre contenidos en la ceniza queman las flores con lo que las plantas no logran la fecundación necesaria para la fecundación de frutos y semillas, por lo que la mayoría de frutos sembrados a campo abierto son susceptibles a las erupciones volcánicas; pero no todo son afectaciones desagradables, debido a que el Azufre y Potasio se integran al suelo dando un contribución importante a fertilidad de los campos afectados de esta manera son potenciados para la recuperación de la flora(Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

#### Porcentaje de territorio expuesto del cantón Penipe a la amenaza volcánica

Cantón	Área del Territorio	Amenaza volcánica	Área expuesta	
	(Km <sup>2</sup> )		(Km <sup>2</sup> )	(%)
Penipe	386.09	Zona de mayor peligro	63.97	16.56
		Zona de peligro intermedio	87.67	22.70
		Zona de menor peligro	105.35	27.28
		Caída local de ceniza	88.32	22.87
		Caída regional de ceniza	211.28	54.72

**Fuente.** (Secretaría de Gestión de Riesgos – Zona 3, 2015)

**Mapa 20.** Área de afectación volcánica del Tungurahua en parroquias San Miguel de Puela y Bilbao



**Fuente.** (GAD\_Penipe\_Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2012, 2022)

La estadística asociada al análisis geográfico, evidencia que las zonas de mayor peligro por amenaza volcánica corresponden a las parroquias de Bilbao y San Miguel de Puela con el conjunto de comunidades que pertenecen a estas jurisdicciones en un porcentaje del 16.56% en un área de territorio que cubre los 63.97 Km<sup>2</sup>. Acentuando que las parroquias en alto riesgo están en el siguiente análisis:

Bilbao, cuya extensión territorial es de 24.71 Km<sup>2</sup>, está inmersa en la zona de mayor peligro (caída local y regional de ceniza, lahares, flujos de lava y piroclastos) en el 100% de su territorio, sumado el alto porcentaje de pendiente que fluctúa, entre el 50 al 70% mayor a 30° del nivel con una población de 196 habitantes, según el censo del año 2010.

La parroquia de San Miguel de Puela, que ocupa una extensión de 73.14 Km<sup>2</sup>, es la segunda área de peligro inminente, por la cercanía con el volcán; tiene un área definida como Zona de mayor peligro en 36.34 Km<sup>2</sup>, que corresponde al 49.68% del territorio; mientras que 56.67 Km<sup>2</sup> está definida como Zona de peligro intermedio, lo que representa un 77.48% del territorio; se suma que 59.97 Km<sup>2</sup> están ubicados dentro de la Zona denominada de menor peligro con un 81.99% del territorio. La caída de ceniza de forma local como regional abarca una extensión de 61.58Km<sup>2</sup> que representan el 84.20% de su jurisdicción territorial.

La influencia de fenómenos naturales se extiende sin delimitar territorios, es así que la comunidad de Palitagua al ser parte de la parroquia El Altar, que comparte el sector Sur Oriental de la parroquia de San Miguel de Puela, ha sufrido embates lamentables y se ubica dentro de la zona denominada de mayor peligro con una extensión de 2.91Km<sup>2</sup>, que representa el 3.93% de su territorio ( la última erupción sufrió la pérdida de habitantes y la destrucción de viviendas por efectos de lahar y flujos de lava ardiente), soportando

además la caída de ceniza local y regional, misma que la ha ubicado en una clasificación de zona de menor peligro en 58.27 Km<sup>2</sup> que representan el 78.53% del territorio.

De este análisis se determina que la parroquia de Bilbao<sup>39</sup> se ubica en la zona de mayor peligro, lo que conlleva también, a determinar que por este evento sea la de mayor riesgo, teniendo la más alta probabilidad de ser afectada por caída de ceniza y piroclastos, flujos de lodo o lahares.(GAD\_Penipe\_Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial 2012, 2022). En base a lo anterior se desarrollaron parámetros que identifiquen y clasifiquen los niveles de riesgo en el sector, ponderándoles en la siguiente estructura:

**Zona de mayor peligro.** - Tiene una alta posibilidad de ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y/o lahares en caso de ocurrencia de una erupción pequeña a moderada (VEI=2-3). Esta zona fue afectada durante la erupción del 17 de agosto del 2006 (VEI=3). La recurrencia de este tipo de erupción es del orden de un evento cada siglo. Dentro de esta zona están los valles de Ulba y Vazcún al norte y el flanco occidental del volcán, desde Juive Grande al Nor-occidente hasta la quebrada Mapayacu al Sur-Occidente. Las poblaciones ubicadas en esta zona son: El Salado, Juive Grande, Cusúa, Chacuaco, Bilbao, Yuibug, Choglontus, Pungal de San Miguel de Puela y Palictahua.

**Zona de peligro intermedio.** - Puede ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y/o lahares y corresponde a la zona de transición entre el escenario precedente (VEI=2-3) y el escenario posterior (VEI>=4). A más de las poblaciones mencionadas anteriormente, en esta zona están asentados los poblados de: las planadas de Runtún y Pondoá, la

---

<sup>39</sup> **Fuente Tabla 37.** MAG-PRONAREG-ORSTOM (1983) *En* (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015, p.22)



parte oriental de la ciudad de Baños en el flanco Norte, y la población de San Miguel de Puela en el flanco Sur-Occidental.

**Zona de menor peligro.** - Puede ser afectada por flujos piroclásticos, flujos de lava y/o lahares en caso de ocurrir una erupción grande ( $VEI \geq 4$ ). La recurrencia de este tipo de erupción es del orden de un evento cada mil años. Además de las poblaciones citadas anteriormente, se encuentran en esta zona las poblaciones de Puñapi, Cotaló, Pillate y El Altar (GAD\_Penipe\_Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial 2012, 2022).

**Imagen 50.** Evidencia del nivel de afectación volcánica en zona rural de Chacauco



**Fuente.** El Comercio, 16 /08/2016, recuperado. <http://www.elcomercio.com/actualidad/volcangunurahua-erupcion-cultura-prevencion.html>. Si está pensando en hacer uso del mismo, por favor, cite la fuente y haga un enlace hacia la nota original de donde usted ha tomado este contenido, ElComercio.com

### 6.3.2 Pendientes en relación a Altitud, Uso y Erosión por cobertura en la zona

Los eventos eruptivos de este último periodo con mayor afectación se presentaron en el año 2006, el recorrido de los flujos piroclásticos en los meses de julio 14 y agosto 17; con el uso de imagen ASTER correspondiente al 16 de octubre del 2006, permitió evaluar niveles de infrarrojo para el evento volcánico, luego de 2 meses del último evento eruptivo. Entre las imágenes evaluadas arroja la dirección que los flujos piroclásticos siguieron tomando dirección por las quebradas hacia la parroquia Bilbao, mientras que en la parroquia San Miguel de Puela se dirigieron por las quebradas denominadas Choglontus y Mapayacu, desembocando en el río San Miguel de Puela, destruyendo el puente y la comunidad de Palictahua.



Utilizando otra imagen similar en el 2007 se evidencia en color rojizo zonas de pasto natural, quedando en

evidencia la dirección que tomó el lahar. Al comparar las imágenes, por ejemplo, en el sector de Bilbao, en la segunda imagen se visualizan manchas rojizas que corresponden a la caída de ceniza que no se observan en la primera, que, por efectos de la lluvia y la rápida recuperación del suelo, ha permitido la aparición de pastizales. Se puede determinar que los flujos volcánicos siguieron el recorrido por las quebradas, la Pirámide y Pingullo. La parroquia Bilbao se asienta entre estas dos.

Analizando la imagen WorldView-2 del 5 de octubre del 2010 muestra un área de pasto donde antes estuvo cubierto por ceniza y piroclastos, como lo indican las huellas en las quebradas por donde se desplazaron, modificando considerablemente el ancho; evidencia

la cantidad de material que se escurrió por este canal. Se observa que en las quebradas Motilones y Chontapamba de la parroquia Bilbao, varía entre 120 – 200 metros de ancho. Las tres imágenes satelitales hacen notar que el entorno geográfico ha sido modificado de acuerdo a la ocurrencia y presencia del fenómeno volcánico.

Para determinar el nivel de pendiente del entorno a la zona de afectación se revisó un mapa que determina el factor de seguridad del cantón, producto del procesamiento de un DEM (Modelo digital de Elevación) tomado de la imagen satelital ASTER de febrero 21 del 2007, todos estos en el departamento de planificación del municipio de Penipe. La amenaza de movimientos en masa se expresa por el factor de seguridad para diferentes condiciones como el efecto de la profundidad de aguas subterráneas, aceleración sísmica, diferentes periodos de retorno de lluvia, terremotos (relacionados con la actividad sísmica)<sup>40</sup>. Las imágenes son de mucha ayuda, permitiendo contrastar con los mapas de riesgos y determinar los escenarios, mismos que permitirán tomar decisiones y minimizar el impacto. Los mapas cuantitativos de amenaza por movimientos en masa, se expresan por factor de seguridad, que es el radio entre las fuerzas que hacen que la pendiente falle y las fuerzas que previenen a su falla.

En el Mapa número 21 correspondiente al nivel de pendientes y riesgos de erosión se definieron los siguientes factores de seguridad.

- 0-20° Condiciones estables.
- 20-30° Condiciones estables, límite al punto de falla.
- >30° La pendiente está en el punto de falla.

---

<sup>40</sup> D'Ercole R. & Trujillo M. Amenazas, vulnerabilidad, capacidades y riesgo en el Ecuador. Los desastres un reto para el desarrollo. COOPI, IRD, OXFAM. Quito, mayo del 2003.

### 6.3.2.1 Análisis de Uso

Este factor determina las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la conservación del suelo en contraste con el agua. La caracterización de este elemento obedece a la agrupación en seis rangos que posibilita su comprensión; para su análisis se ha utilizado el Modelo Digital del Territorio (MDT) de la zona, las pendientes se agrupan, de acuerdo a aplicación propuesta por el Programa MAG-PRONAREG-ORSTOM (1983), misma que además define limitaciones y usos recomendados para su manejo (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015, p. 22).

**Tabla 37.** Rango clasificación de pendientes, sus limitaciones y usos recomendados

Porcentaje (%)	Clasificación	Limitaciones	Uso recomendado
0-5	<b>Plano</b>	Buena para todas las operaciones de mecanización, suelos sin piedras, muy adecuado para riego.	Agricultura sin limitaciones para todo tipo de cultivo
5-12	<b>Ondulado</b>	Bueno para todas las operaciones de mecanización, conveniente para riego	
12-25	<b>Inclinado</b>	La mecanización es posible pero solamente para algunos tipos de maquinaria, restricciones y dificultades para riego	Cultivos con obras de conservación, terrazas de formación lenta (para hortalizas, papas, maíz, frutales)
25-50	<b>Escarpado</b>	Posible mecanizar en algunos lugares pero dificultad para la mayoría; hay enormes dificultades para regar, hay peligro de erosión; cultivos con obras de conservación, riego restringido (goteo o aspersión)	Potreros naturales con sistemas silvopastoriles y plantaciones forestales. Mejor reforestar y conservar.
50-70	<b>Muy</b>	Mecanización imposible para todas las operaciones de cultivo, hay peligro de erosión y deslizamientos; son suelos mezclados de materiales varios sobre las pendientes.	No se debe realizar ninguna actividad. Bosques para la conservación de los suelos.
>70	<b>Escarpado</b>	No hay ninguna posibilidad para la agricultura o la ganadería, hay peligro de erosión y deslizamientos	

**Fuente.**(Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Tabla 38.** Pendientes y riesgos de erosión de suelos zona de influencia volcánica

Tipo de Pendiente	Proceso que ocurre	Nominación	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
No Aplicable 0-5%	Soliflucción, hundimientos	Muy Baja Vulnerabilidad	442.12	6,42
Inclinación Regular, Suave o Ligeramente Ondulada 5-12%			625.77	5,56
Irregular, Ondulación Moderada 12-25%	Erosión laminar y pluvial	Baja Vulnerabilidad	2467.43	19,03
Fuertes, Colinado 25-50%	Erosión severa. Soliflucción con pequeños hundimientos en semicírculos. Terracetas.	Mediana-mente Vulnerable	3539.94	36,7
Muy Fuertes, Escarpado 50-70%	Erosión combinada (laminar, surcos, cárcavas). Coladas de barro. Deslizamientos y derrumbes.	Altamente Vulnerable	1612.51	20,09
Abruptas, Montañoso Mayor Al 70%	Erosión en cárcavas. Remociones en masas.	Completamente Vulnerable	1089.96	12,2
<b>Total</b>			<b>9777.73</b>	<b>100</b>

**Fuente.**(Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Gráfico 11.** Distribución Pendientes y riesgos de erosión de suelos zona de influencia volcánica



Elaboración propia, 2017

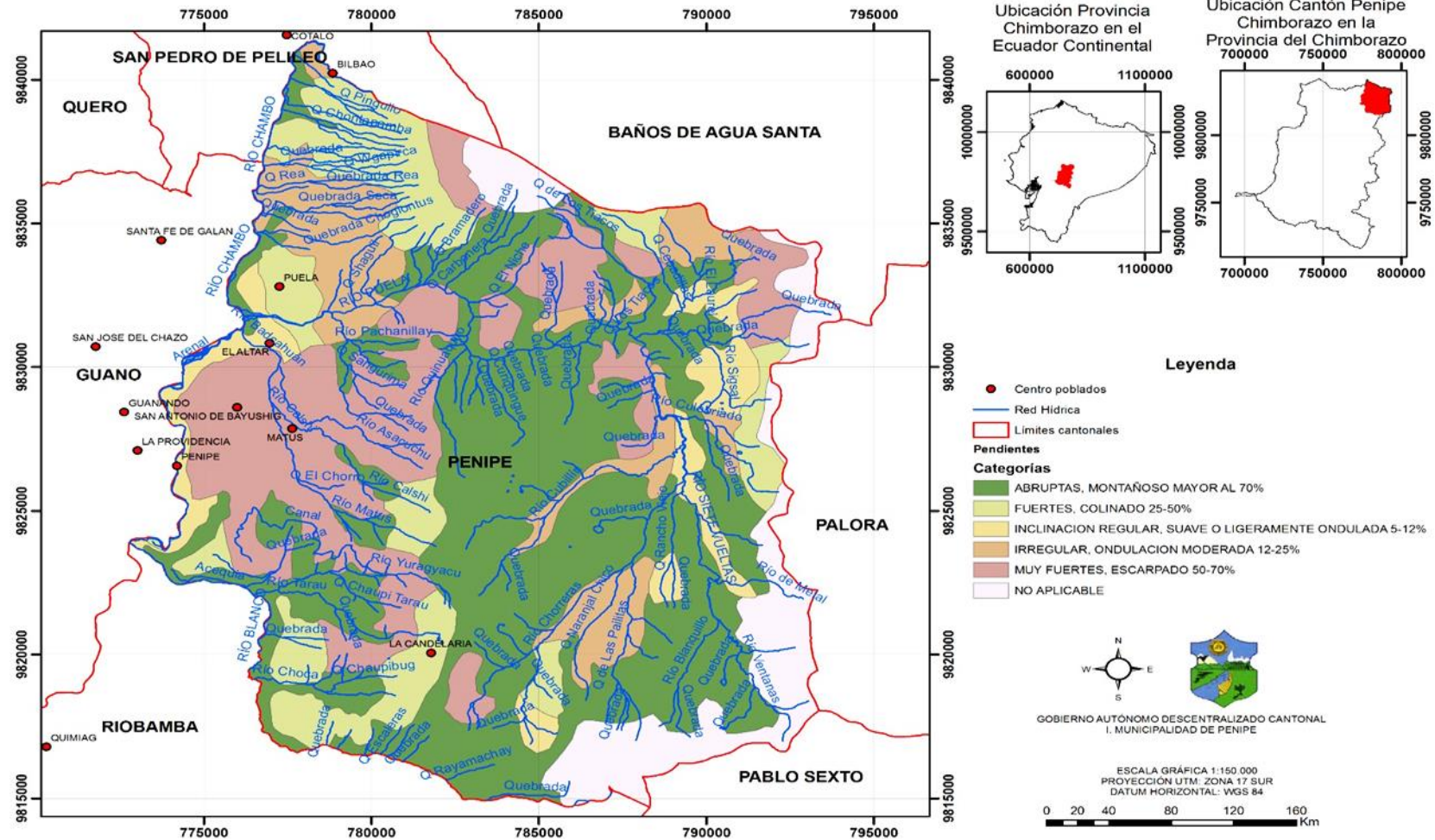
El área expuesta mayoritariamente es de 3539.94 hectáreas a la asignación de Fuertes Colinados (25-50%), espacio con características de erosión severa, solifluxión con pequeños hundimientos en semicírculos y Terracetas. Mientras 2412.43 hectáreas componen un mosaico de terreno irregular con ondulaciones moderadas entre el 12 al 25%, área utilizada para actividades agrícolas especialmente. Complementando la cobertura territorial alcanza a 1625.09 hectáreas con características Muy fuertes a escarpados entre el 50 y 70%, área por demás inestable considerada vulnerable por presentar Erosión combinada (laminar, surcos, cárcavas), Coladas de barro. Deslizamientos y derrumbes. Abarcando 1089.96 hectáreas se encuentran en topografías Abruptas Montañosas mayor al 70% Completamente Vulnerable, cuya particularidad es la erosión en cárcavas con remociones en masa.

**Imagen 51.** Flanco S-O. Topografía Abrupta Montañosa  $\geq 70\%$  Completamente Vulnerable, cuya particularidad es la erosión en cárcavas con remociones en masa. Actividades ganaderas con alto riesgo son la característica de la zona de influencia volcánica.



**Fuente.** Chávez Roberto, 04/09/2014

**Mapa 21. Pendientes y riesgos de erosión**



**Fuente.** (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015)



Según el mapa anterior (Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Penipe, 2015) se determina que el valor de pendiente mayor a 30° principalmente está presente en las estribaciones del volcán Tungurahua y El Altar, además en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Sangay localizada al Este del cantón.

A las parroquias del cantón que han suscitado la atención para este estudio, debe sumarse la peligrosidad de ser afectadas por flujos de lahar. La jurisdicción de Bilbao según el mapa anterior, se encuentra bajo la influencia de tres quebradas de gran dinamismo y escorrentía, como son, la quebrada de Mapayacu, Pingullo y Chontapamba, en sentido Nor Oeste a Sur Oeste del flanco del volcán, mismas que presentan en este espacio territorial una topografía extremadamente irregular, dando origen a una diversidad de pendientes, con características, desde moderadas que van desde el 25 al 50% en la parte previa al poblado, cambiando drásticamente su inclinación, con una pendiente escarpada muy fuerte que sobrepasa el 50% hasta precipitarse en caída al río Chambo con el 70% de pendiente, lo que hace, que este asentamiento humano este en constante peligro, tanto por lahares provocados por la erupción como por las lluvias constantes que se presentan en lo alto de la cordillera y flancos del volcán, que provocan el desprendimiento de material piroclástico almacenado en los cauces de las quebradas citadas, con las diversas consecuencias de afectación.

Desde este espacio, en dirección Sur Este, se encuentra la parroquia de San Miguel de Puela, con varias comunidades que político administrativas corresponden a esta jurisdicción territorial; esa la importancia del análisis geográfico del sector. Se presentan un conjunto de quebradas que tácitamente cubren a las comunidades, por el lado Nor Occidental. Escurriéndose las quebradas Ingapirca, Seca, Rea, Choglontus; topográficamente desde lo alto del macizo con un colinado fuerte entre el 25 al 50%, para tomar una ondulación

moderada irregular entre el 12 al 25% en las zonas de actividades agrícolas y ganaderas, sobre los asentamientos y finalmente descender formando caídas montañosas abruptas mayor al 70% hasta el río Chambo. Las comunidades afectadas de forma directa son Yuibug y Choglontus.

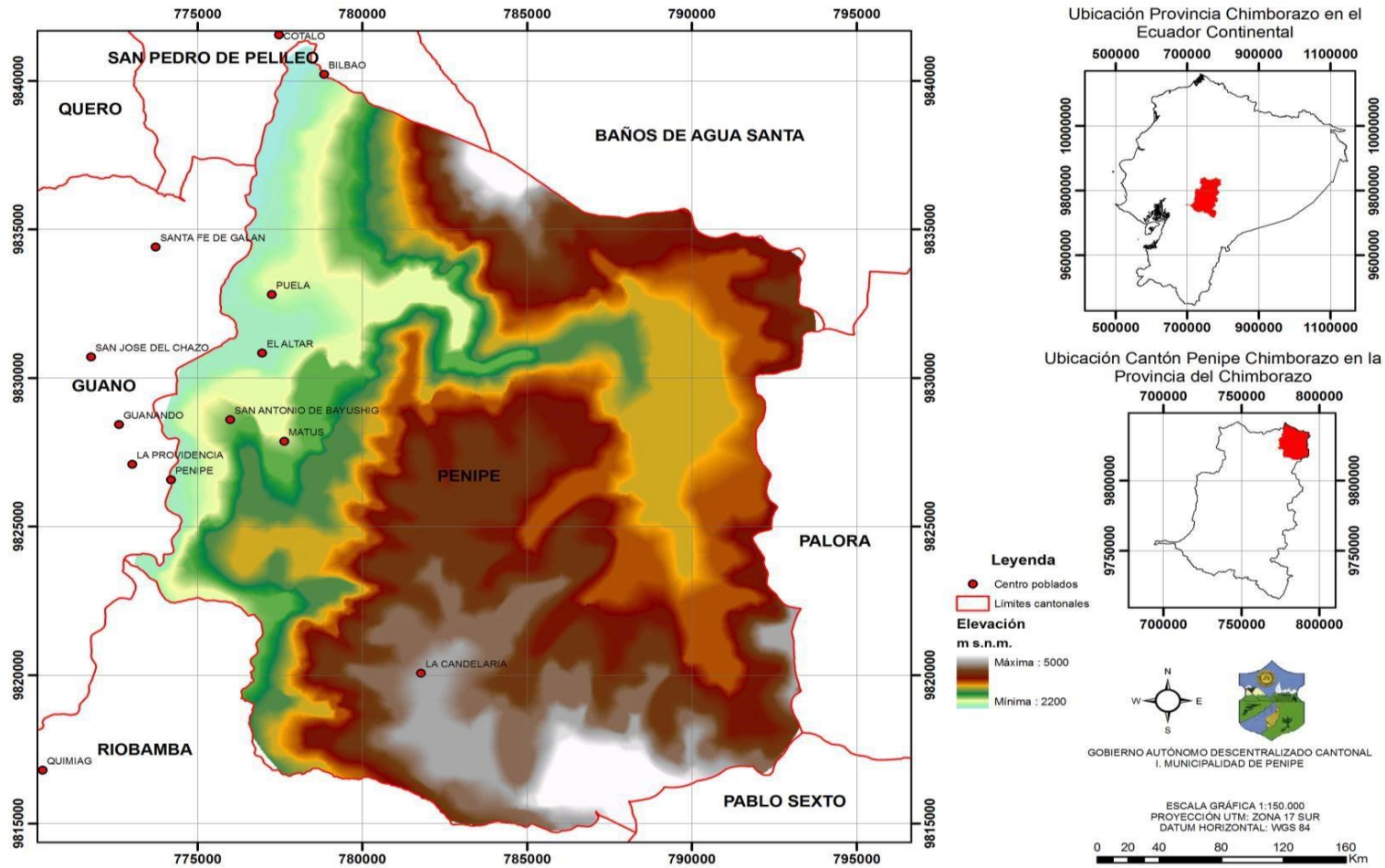
Por el flanco Nor Este, cubriendo la margen derecha de la parroquia, se desprenden las quebradas de Shanguil, con una ondulación moderada irregular entre el 12 al 25% en las zonas de actividades agrícolas y ganaderas sobre los asentamientos de Choglontus, Anabá, El Pungal; mientras que las quebradas Bramadero y Carbonera, se desprenden desde el edificio volcánico descendiendo escarpadamente, formando caídas montañosas abruptas mayor al 70% hasta el río San Miguel de Puela.

**Imagen 51.** Topografía de la zona con actividades agropecuarias contra la pendiente



Fuente. Gobierno Autónomo Descentralizado Matus, 2016

Mapa 22. Elevaciones zona de incidencia volcánica



Fuente. (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

El alto riesgo que presentan estas quebradas se debe, que desde la parte media de su recorrido convergen y recorren por un cauce hasta su desembocadura final al río. Estas quebradas son las que en el año 2006 condujeron a flujos de lava ardiente, piroclastos, material incandescente; taponando el río San Miguel de Puela, provocando que el vapor de agua y lava ardiente quemaran una parte del poblado de Palitagua y provocó la muerte y desaparición de varias decenas de personas de esta localidad.

(Además, en los asentamientos poblacionales, es menester analizar, como, este valor de pendiente está presente en algunos lugares. No obstante, información adicional como uso de suelo, sismicidad, valores de precipitación es necesario contrastar con la información existente y determinar su influencia para el riesgo.)

Valores de pendiente entre  $0^{\circ}$  y  $30^{\circ}$  puede considerarse un área segura para asentamientos humanos, sin embargo, afectaciones de impacto natural hacen que sistemas de infraestructuras viales, localidades próximas a canales de riego y embalses, sistemas de saneamiento, de energía eléctrica, agua potable, entre otros, deben tener la previsión en su ordenamiento del territorio y son factores a considerar para determinar áreas seguras en el desarrollo de la vida.

Según los habitantes en época de invierno, se producen aluviones que inundan los asentamientos humanos cercanos a la ladera. A esto se añade la ubicación de cultivos y canales de riego en pendientes y su insuficiente mantenimiento, los cuales se han desbordado causando inundaciones, retención de agua, pérdida del líquido vital para uso humano, destrucción en sementeras agrícolas de varias índoles. Deslizamientos que han afectado

a los pobladores con viviendas ubicadas en pendiente y en zona plana media y baja<sup>41</sup> (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

En las zonas con actividad agrícola y ganadera, el grado de pendiente puede determinar limitaciones ya sea de mecanización y riego o dificultades para el cultivo. Este factor determina las medidas de conservación y las prácticas de manejo necesarias para la preservación del suelo y agua. A medida que el terreno presenta mayor pendiente requiere de mejor tratamiento, como de técnicas adecuadas para el desarrollo de actividades antrópicas, incrementando los costos de mano de obra y equipo. Además, la pendiente determina la posibilidad de ocurrir riesgos de erosión del suelo, en este caso el 40,75% del territorio del Cantón es propenso a riesgos de erosión en cárcavas; el 20,91% a riesgos de erosión combinada y el 13,47% a riesgos de erosión severa, entre los principales. (Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, 2009).

Por la ocurrencia de fenómenos asociados al proceso eruptivo que empezó en septiembre de 1999 y continúa actualmente, como son la caída de ceniza, flujos piroclásticos, lahares; el cantón Penipe se ha ido debilitando gradualmente, reflejándose en situaciones como la migración, producción agrícola/ganadera con fines de consumo propio, y no con una visión de ampliar su campo de producción y comercio a otros sectores geográficos de la provincia o el país.

---

<sup>41</sup> Referencia de los habitantes de las zonas bajas de las Parroquias de Bilbao y San Miguel de Puela en actividad de campo en septiembre 2015.

### 6.3.3 Alteración de Recursos Naturales

#### 6.3.3.1 Vegetación nativa

El área de influencia por afectaciones volcánicas hasta el año 2015, dispone de una superficie aproximada de 3327.49 hectáreas de Bosque Nativo o Bosque Andino 1241.7 hectáreas de páramo y 281.4 hectáreas de vegetación arbustiva (matorrales); en el año 1990 disponía de 3383.96 hectáreas de Bosque Nativo; 1480.38 hectáreas de páramo y 159.2 hectáreas de vegetación arbustiva. Esto representa una pérdida anual de 56.47 hectáreas de bosque andino; 238.68 hectáreas de páramo y una pérdida de 122.2 hectáreas de vegetación arbustiva

**Tabla 39.** Pérdida de Vegetación nativa a nivel comunidades afectadas (ha/año).

Uso del suelo	1990		2015		Pérdida de Ecosistemas naturales (1990 al 2015)		Tasa de Pérdida (ha/año)
	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	Superficie (ha)	Porcentaje (%)	
Bosque nativo	3383.96	67.32	3327.49	68.59	56.47	13.53	13.15
Paramo	1480.38	29.44	1241.7	25.59	238.68	57.18	9.55
Vegetación arbustiva	159.2	3.16	281.4	5.8	122.2	29.27	0.89
<b>Total</b>	5026.54	100	4850.59	100	417.35	100	23.59

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

Para el contraste del estado natural en lo referente a la variación de la vegetación nativa a nivel de comunidades afectadas territorialmente por año, se hace la relación de pertenencia que tienen algunas comunidades de las parroquias afectadas determinadas por su ubicación geográfica y altitudinal en relación a los entornos de conservación, es así, que la parroquia de San Miguel de Puela, pese a tener una conformación política mayor, no todas ellas lindan con el entorno de protección natural, perteneciendo a ésta condición,

Anabá, El Manzano, Pungal de Puela. Mientras que, Yuibug, el Centro Parroquial de Bilbao, corresponden a la jurisdicción de la parroquia Bilbao en lo relacionado para este indicador, como se expresa en la tabla siguiente.

**Tabla 40.** Pérdida de vegetación nativa a nivel comunitario (ha/año)

Comunidad	Superficie de ecosistemas naturales (ha)						Superficie de Pérdida de ecosistemas naturales (1990 al 2015) (ha)			Tasa de Pérdida (ha/año)		
	Bosque Nativo		Páramo		Vegetación arbustiva		Bosque Nativo	Páramo	Vegetación arbustiva	Bosque Nativo	Páramo	Vegetación arbustiva
	1990	2015	1990	2015	1990	2015						
Anabá	9,71	23,27	0	0	11,93	0	NP	0	11,93	NP	0,00	0,48
Centro Parroquial Bilbao	145,74	0	0	0	62,27	117,83	145,74	0	NP	5,83	0,00	NP
El Manzano	38,55	1,28	0	0	33,57	96,24	37,27	0	NP	1,49	0,00	NP
Pungal de Puela	3044,19	3302,94	1480,38	1241,7	41,1	67,33	NP	238,68	NP	NP	9,55	NP
Yuibug	145,77	0	0	0	10,34	0	145,77	0	10,34	5,83	0,00	0,41
<b>Total</b>	<b>3383.96</b>	<b>3327.49</b>	<b>1480.38</b>	<b>1241.7</b>	<b>159.2</b>	<b>281.4</b>	<b>56.47</b>	<b>238.68</b>	<b>122.2</b>	<b>13.15</b>	<b>9.55</b>	<b>0.89</b>

**NP: No presenta pérdidas.** Fuente: (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

Se evidencian las localidades que estando inmersas en el área de conservación mayor impacto han causado y proporcionalmente los ecosistemas cuya afectación es mayor en la zona de influencia volcánica al entorno. Pungal de Puela, presenta una tasa de pérdida de páramo a un ritmo preocupante de 9,55 ha/año. Caso similar ocurre con las comunidades de Bilbao, El Manzano y Yuibug, estas suman una tasa de deforestación de Bosque Nativo de 13.15 ha/año.

El desbroce de la vegetación arbustiva equivale a 0.89 ha/año entre las comunidades Anabá y Yuibug. La pérdida de los ecosistemas naturales se debe principalmente a los

procesos eruptivos del Tungurahua, aumento de la frontera agrícola como pecuaria y el pastoreo en las áreas de páramo.

#### **6.4 IMPACTO SOCIOECONÓMICO**

La zona de estudio ha estado marcada frecuentemente por la influencia del volcán Tungurahua en el uso y la ocupación del territorio en cada periodo de activación eruptiva, para este caso cíclicamente, los cuales suceden aproximadamente entre cada 90 años. En estas condiciones se ha abandono y luego de la calma, el retorno de la población a dicha área de origen. El último periodo eruptivo, iniciado en 1999, no fue la excepción, obligó la evacuación forzada de los habitantes, afectando la salud, la educación, infraestructura diversa, economía, estado emocional de la población.

Para estas fechas, pese a ser uno de los más jóvenes desde su creación, el cantón Penipe presentaba una producción agropecuaria consolidada, basada en las inversiones que hicieron el estado y otras instituciones por más de veinte años mediante proyectos de desarrollo rural (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015). En el lapso de siete años (1999–2006) entre la primera y la segunda erupción del volcán se produce una serie de procesos sociales y políticos, estos últimos asociados a la gestión municipal, que permiten desarrollar acuerdos estratégicos con el gobierno central y la cooperación internacional, canalizándose así importantes recursos para los proyectos, entre los que se destaca la reubicación de la población afectada a sitios seguros. Asimismo, estos acuerdos institucionales lograron cambiar el enfoque de desarrollo local de Penipe. Al convertirse este evento en una “angustia interminable” para pobladores como autoridades, que lo analizaremos a continuación.



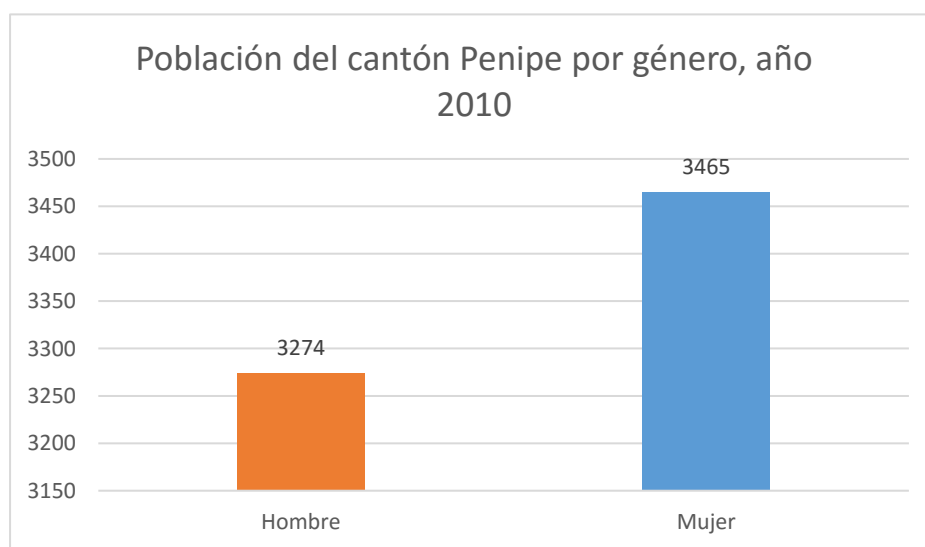
### 6.4.1 ANÁLISIS DEMOGRÁFICO

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2010, el cantón Penipe tiene una población total de 6739 habitantes de los cuales 3274 son de género masculino y 3465 son de género femenino, según el último censo.

**Tabla 41. Población del cantón Penipe por género, año 2010.**

Genero	Población	Porcentaje (%)
Hombre	3274	48,58
Mujer	3465	51,42
<b>Total</b>	<b>6739</b>	<b>100,00</b>

**Fuente:** INEC Censo Poblacional y Vivienda (2010) (En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015))



**Gráfico 12.** Distribución población del cantón Penipe por género, año 2010

Elaboración propia

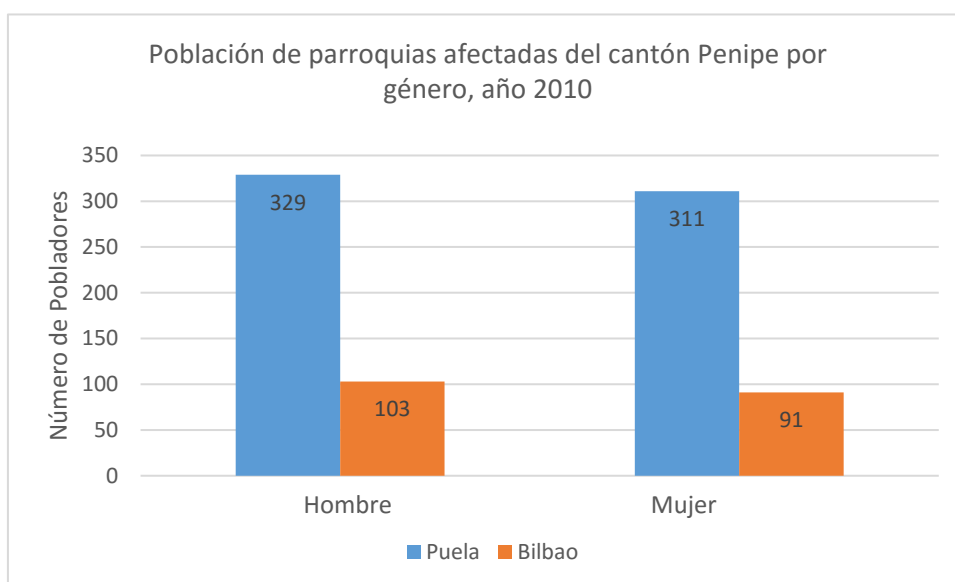
La población del cantón Penipe presenta una diferencia del 2.92% con predominio del género femenino.

**Tabla 42.** Distribución de la población del cantón Penipe por género, en zona afectada año 2010.

Parroquia	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje (%)
Bilbao	103	91	194	23.26
Puela	329	311	640	76.73
<b>Total</b>	<b>432</b>	<b>402</b>	<b>834</b>	<b>100</b>

**Fuente:** INEC Censo Poblacional y Vivienda (2010), (En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015))

**Gráfico 13.** Población de parroquias afectadas del cantón Penipe por género, año 2010



Elaboración propia

La población en las comunidades y cabeceras parroquiales afectadas por las continuas erupciones del volcán Tungurahua, segmentada por sexo y grupos de edad es uno de los indicadores sociales representativos del nivel de vida y del desempeño poblacional en un sector de vulnerabilidad. Son 834 personas que viven en las faldas del volcán, en relación con la población total cantonal 6739 habitantes, se desprende que la población del segmento geográfico del área de afectación volcánica representa el 12.37% del total poblacional.

**Tabla. 42.a.** Distribución de la población por edad y parroquias en las zonas de afectación volcánica en el cantón Penipe, entre los años 2001 y 2010

Años	Bilbao		Puela	
	2001	2010	2001	2010
< 1	3	3	11	5
1 a 4	30	16	46	42
5 a 9	48	27	74	54
10 a 14	39	23	76	58
15 a 19	42	14	60	51
20 a 24	20	12	36	39
25 a 29	15	13	37	37
30 a 34	16	16	37	26
35 a 39	24	12	31	36
40 a 44	18	11	27	35
45 a 49	19	12	33	23
50 a 54	14	11	39	24
55 a 59	9	5	30	33
60 a 64	11	3	28	35
65 a 69	11	9	39	36
70 a 74	11	5	31	24
75 a 79	5	2	31	27
80 a 84	2	1	18	15
85 a 89	1	1	11	15
90 a 94	0	0	2	6
95 a 99	0	0	2	1
> 100	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>338</b>	<b>196</b>	<b>699</b>	<b>622</b>

**Fuente.** INEC Censo Poblacional y Vivienda (2010), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

La tabla 43 (pese a ser estimada) representa la estructura y conformación de los grupos de la población que ha vivido con perseverancia a los drásticos episodios de las erupciones del volcán Tungurahua, pese a estar directamente afectados por este. Es así que las comunidades divididas por segmentos poblacionales presentan distintas realidades humanas aquí cuantificadas. Pungal de Puela con una población total de 250 habitantes, donde 125 son mujeres y 125 hombres, el centro parroquial de Puela aglutina a 88 pobladores de los cuales 53 son mujeres y 35 hombres; corresponde por el número de habitantes en este orden a Yuibug con una población de 25 personas de las cuales 11 son mujeres y 14 hombres; la cabecera parroquial de Bilbao por su parte tiene una población de 179 habitantes, con 99 mujeres y 80 hombres.

**Tabla 43.** Población estimada<sup>42</sup> por género de las parroquias y comunidades afectadas por la erupción del volcán Tungurahua, 2015

Parroquia	Comunidad	Población total	Hombres	%	Mujeres	%
Bilbao	Centro Parroquial	179	80	19.55	99	22.34
	Yuibug	25	14	3.42	11	2.48
Puela	Anabá	80	40	9.77	40	9.02
	Centro Parroquial	88	35	8.55	53	11.96
	El Manzano	230	115	28.11	115	25.95
	Pungal de Puela	250	125	30.56	125	28.21
<b>Total</b>		<b>852</b>	<b>409</b>	<b>100</b>	<b>443</b>	<b>100</b>

Elaboración propia (a partir de los datos del INEC)

La estructura de ordenamiento y planificación territorial del estado ecuatoriano reconoce a la jurisdicción parroquial como el organismo de conformación más pequeño dentro de una división territorial, sin embargo, la realidad de las subdivisiones locales, específicamente en la zonas rurales, por su dispersión, basadas en una conformación de unificación

<sup>42</sup> Se considera población estimada, ya que las proyecciones realizadas deben tener el valor oficialmente declarados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), que se lo realiza luego de la ejecución del censo de población; en este caso el último dato oficial corresponde al año 2010.

homogénea, se han constituido en lugares con reconocimiento sectorial y se han denominado comunidades, es así que, en cada una de las parroquias por estas características se encuentran algunas comunidades que por su ubicación geográfica, para casos de estudio se las anexa al centro poblado mayor y reconocido políticamente, de acuerdo a esta conformación tenemos las siguientes. En la zona media altitudinalmente se ubicada, la comunidad de Manzano, perteneciente a la parroquia Puela, abarca a los “recintos” de Chontilla y Choglontus, la importancia de relacionar esta realidad socio económica, es por la ubicación geográfica de estos asentamientos en relación con el volcán, se encuentran en la zona más alta poblacionalmente referida, próxima a las faldas del volcán, de alto riesgo en procesos eruptivos de alta volumen de caída de ceniza, caso tratado en la unidad geomorfológica de este estudio.

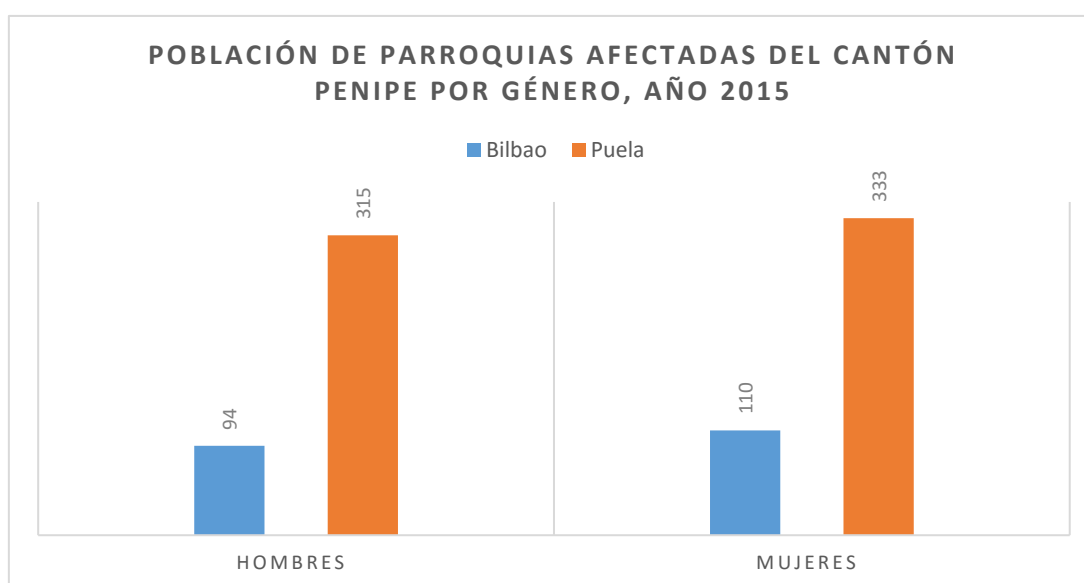
En los segmentos poblacionales se observa que la conformación de edades tiene una tendencia marcada a inferir a la población joven, mayoritariamente se encuentra entre los rangos de 5 a 19 años, como el segmento más numeroso de la zona, con una mayor cantidad de jóvenes entre los 14 a los 19 años, en Puela para el año 2001 se registraban 76 jóvenes, que se redujeron a 58 para el 2010. Caso similar para el rango de 74 a 54 en la misma parroquia en el rango de 5 a 9 años. Bilbao no es la excepción, para este mismo rango, ve reducida su población de 48 a 27 niño/a (s). Segmento que influirá drásticamente en la variable económica y de pertenencia en la comunidad para el futuro.

**Tabla 44.** Distribución estimada de la población<sup>43</sup> por género, en zona afectada año 2015

Parroquia	Hombres	Mujeres	Total	Porcentaje (%)
Bilbao	94	110	204	23.94
Puela	568	333	648	76.05
<b>Total</b>	<b>409</b>	<b>443</b>	<b>852</b>	<b>100</b>

**Fuente:** INEC Censo Poblacional y Vivienda (2010), (En ((Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015))

**Gráfico 14.** Población de parroquias afectadas por género, año 2015



Elaboración propia

Pese a que no es un dato confirmado estadísticamente de manera oficial, en este último período, el espacio de repoblamiento paulatinamente va incrementándose en la zona, en relación al año 2010, por visitas de campo al sector y testimonio de moradores, se aprecia que la población retorna de a poco a continuar con sus actividades cotidianas, pese a no haber cesado el proceso eruptivo hasta la fecha ( abril 2017) o bien, en la zona se presenta un acontecimiento inusual, el sector abandonado, es apetecido por ciudadanos foráneos

<sup>43</sup> La población estimada cantonal para el año 2015 corresponde a 7155 personas. La zona de estudio con afectación volcánica en relación al total poblacional estimado representa el 11.9%, en relación al porcentaje del rango 2001 – 2010 que presentaba una proporción del 12.37%, evidencia un decrecimiento del 0.47% en la proyección.

con vocación agropecuaria que se acercan a comprar tierras de diversas extensiones a costos irrisorios, los lugareños ante la incertidumbre o necesidad, acceden a vender dichos espacios “antes que se devalúen más, mi propiedad tenía 4 hectáreas aproximadamente, buena tierra para cultivo, con huertas, agua potable, energía eléctrica, agua para riego, casa no en buenas condiciones pero habitable, me pagaron solo \$18000<sup>44</sup>, ahora me arriendo, paso encerrada en la casa en la ciudad de Riobamba”, generalmente estas personas son de la colindante provincia de Tungurahua y con visión comercial se están incorporando con actividades económicas a este medio, en la mayor parte de estas incorporaciones foráneas, se está usando el suelo con fines distintos a los habituales, cambiando el uso del suelo, se deja de lado la agricultura o fruticultura que es una fortaleza en el sector y se están emprendiendo actividades relacionadas con avicultura y crianza porcina con implementación de plántulas avícolas y piaras con propósito industrial, lo lamentable de la actividad es que no existe permiso ni control ambiental para su implementación. Según el INEC, se presenta un porcentaje de crecimiento humano del 2.1% en estos siete años de moderada presencia volcánica.

**Tabla 45.** Tasa de Crecimiento poblacional anual en las parroquias afectadas 2001-2010

Parroquia	Hombre	Mujer	Total
Puela	-1,21%	-1,39%	-1,25%
Bilbao	-6,06%	-6,39%	-6,22%
<b>Promedio</b>	<b>-3,63%</b>	<b>-3,89%</b>	<b>-3,76%</b>

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

<sup>44</sup> Testimonio de la señora Blanca Zurita Balseca, moradora de Anabá, parroquia Puela en el año 2014, evidencia la situación socioeconómica e impacto migratorio.

El periodo comprendido entre el año 2001 al 2010 equivale sin duda el espacio más difícil para la población de la zona de afectación volcánica; corresponde al momento pos eruptivo del año 1999, donde se habían desplazado y reubicado a 300 familias a entornos distantes y completamente diferentes de su lugar de origen.

Entre la diversidad de acciones requeridas durante la primera fase de la emergencia y los meses posteriores (de julio de 1999 a diciembre 2000), “la evacuación de la población no fue tarea fácil, como tampoco la organización del retorno” lo expresó el alcalde Juan Salazar. El municipio debió potenciar otras habilidades de gestión para brindar alternativas de seguridad a la población de acuerdo al grado y las características de los daños, desde las zonas más críticas a las más alejadas y de menor impacto. Se gestionaron acciones conjuntamente con el gobierno nacional, entre estas, declaró a la zona en estado de desastre debido a que las capacidades locales resultaron insuficientes para atender los impactos del volcán y con recursos especiales para el efecto, se comenzó a emprender procesos de gestión local en varios frentes (Eduardo Chiriboga, 2008).

En adelante, se facilitaron las negociaciones para canalizar importantes recursos que permitieron, entre otros aspectos, reubicar a más de 300 personas en el área urbana de Penipe, estas eran familias enteras que habían retornado a sus parcelas y comunidades (Bilbao, Puela, Pungal de Puela, Chontapamba, Cusúa y Santa Cruz, entre otras), tras el primer evento eruptivo del año 1999. Sin embargo, esta reubicación no superó las condiciones de vulnerabilidad, porque muchas de estas familias asentaron sus viviendas en zonas de alto riesgo y tuvieron que enfrentar el segundo embate del volcán (2006).

Cuando las actividades de retorno empezaron de forma intermitente a desarrollarse, de alguna manera comenzaban a fluir los trabajos y los emprendimientos con el apoyo de



organismos nacionales e internacionales en varios programas y proyectos<sup>45</sup> del tipo agrícola, avícola, pecuario, frutícola y de pequeña industria en algunas líneas que permitirían cambiar el rumbo de algunas familias, en esta transición, y en el mejor momento de emprendimiento, el proceso eruptivo nuevamente devasta la zona (a los habitantes se les permitió desplazarse a sus parcelas durante el día y retornar en la noche al albergue).

*Según el sacerdote de Penipe Jaime Álvarez “La reubicación no se dio porque nadie tomó en cuenta las necesidades de la gente y las autoridades se enredaron en el abastecimiento de los albergues. Siete años eran suficientes para que la población se prepare y el Estado asuma políticas que resuelvan este problema...”*

La expresión de Álvarez está relacionado con la realidad que vivían las personas evacuadas a Penipe y diferentes lares de la provincia, no se había trabajado en el componente social, generalmente la evacuación al menos en este período, consistía en nada más que entregar escasas vituallas y ciertos insumos de protección, la impotencia por los albergados tuvo que lidiar de manera violenta en una transición y adaptación cultural, social y económico que no estuvieron preparados, a una población que fue arrancada de su lugar natal de un momento a otro, empezando a peregrinar por distintos lugares buscando mejorar su situación familiar, todo era una aventura nefasta muy dolorosa, personas acostumbradas a obtener sus recursos con el trabajo, no abundantes, pero “con que haya para vivir”<sup>46</sup> afecto drásticamente al crecimiento poblacional y más aún al desarrollo que hace

---

<sup>45</sup> ... Los proyectos sean mixtos (con participación del municipio) o privados, como la fábrica de cárnicos, de quesos y la de calzado, además de la fábrica procesadora de pulpa de fruta, se han convertido en referentes importantes de los emprendimientos empresariales y sociales” (CEPESIU, 2007).

Mediante convenios institucionales, se agiliza el financiamiento para la construcción de la obra física que alberga los siguientes proyectos productivos: fábrica de cárnicos; empresa de economía mixta de comercialización; instalaciones para el acopio de lácteos, como base de la red de queserías de productores de pequeña escala del cantón; fábrica de procesamiento de frutas en Bayushig; primera fase del complejo termomedicinal Tambo Capil en Puela, en convenio con el consejo provincial y la Federación de Ayuntamientos Extremeños (España)... (Eduardo Chiriboga, 2008).

<sup>46</sup> Expresión de Sebastián Balseca morador de Puela, reubicado en Penipe.

poco se había emprendido en la zona, consecuencia de esto y otros factores se presenta un marcado decrecimiento poblacional al -3,76% en el período 2001 -2010, que deberá evaluarse al concluir esta segunda década del año 2000.

#### **6.4.1.1 Cambios poblacionales años 2001 y 2010 en la zona de afectación volcánica**

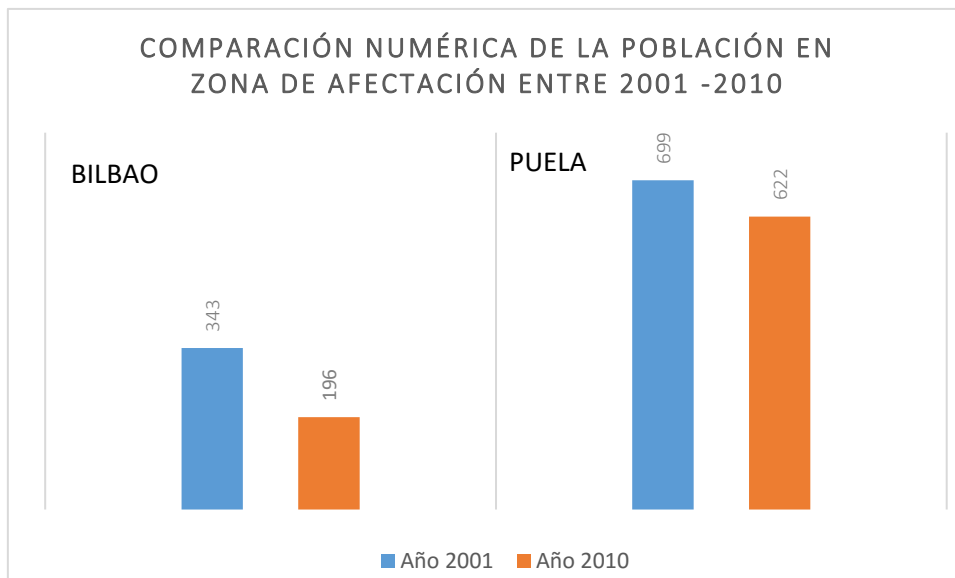
Es evidente en las parroquias sometidas a los procesos eruptivos palpar la disminución en la población, al comparar información existente entre los años 2001 y 2010 (datos referidos años oficiales por el INEC, de Censo Nacional de Población y Vivienda), las parroquias que han mostrado esta tendencia son Puela, Bilbao por las razones ya expuestas anteriormente, mientras que Candelaria, esta última fuera de la zona de estudio, sus datos lo visualizan.

**Tabla 46.** Distribución de la población en la zona de afectación entre 2001 - 2010

Parroquia	Población	
	Año 2001	Año 2010
Bilbao	343	196
Puela	699	622
<b>Total</b>	<b>1042</b>	<b>818</b>

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Gráfico 14.** Comparación Numérica de la población en zona de afectación entre 2001-2010



Elaboración propia

#### 6.4.2. EDUCACIÓN

**La importancia de la educación.** - Vivimos en un mundo en el cual debemos esforzarnos cada día por lograr una sociedad mejor, la misma que se vea expresada en una convivencia sana, un respeto mutuo y en la cual la práctica de los valores no sea una casualidad del momento.

La educación, es ese recurso fundamental que permite alcanzar el desarrollo en las sociedades, desafortunadamente la realidad que se vive en ciertos espacios vulnerables a acontecimientos del tipo natural, como es el caso de nuestro análisis, ha interferido drásticamente para desarrollar y alcanzar este anhelado “derecho”. En este contexto el desenvolvimiento y desempeño de actividades educativas de las personas que están cerca a estas áreas de alto riesgo se encuentran en permanente zozobra ante la posibilidad de darse un evento y no saber cómo actuar en esas circunstancias.

La provincia de Chimborazo, al estar inmersa con varias parroquias del cantón Penipe que lindan directamente con el volcán Tungurahua, es una de las áreas vulnerables a estos impactos. Ante esta realidad social, ha sido de amplia notoriedad el hecho de que, a nivel escolar, esta problemática haya repercutido en el desarrollo académico y con el conocimiento para los estudiantes en este último período, como también de generaciones pasadas, en unos casos teniendo experiencias vivenciales y en otros por cierta “desinformación” de medios de comunicación, ocasionado temor y desconcentración en el interés y comprensión que debe motivar a su actividad de los procesos pedagógicos y didácticos impartidos en el aula. De mantenerse esta situación, al existir relación entre el estado emocional, la salud mental de los niños y niñas, la parte académica, podría verse afectada significativamente en el desempeño escolar de los niños y niñas, originando traumas y/o afectando el desempeño escolar y personal.

#### 6.4.2.1. Indicadores de educación

**Tabla 47.** Indicadores del nivel de educación en la zona de afectación volcánica

Indicador	Bilbao	Puela
Tasa de analfabetismo	7,09	13,17
Tasa de analfabetismo de la población masculina	4,29	13,27
Tasa de analfabetismo de la población femenina	10,53	13,08
Escolaridad promedio de la población de 24 y más años de edad	6,14	6,56
Escolaridad promedio de la población masculina de 24 y más años de edad	6,43	6,27
Escolaridad promedio de la población femenina de 24 y más años de edad	5,72	6,82
Escolaridad promedio del jefe de hogar	6,35	6,52

Tasa neta de asistencia en educación básica	90,00	91,07
Tasa neta de asistencia en educación básica de la población masculina	95,24	91,67
Tasa neta de asistencia en educación básica de la población femenina	86,21	90,38
Tasa neta de asistencia en educación primaria	92,86	94,03
Tasa neta de asistencia en educación primaria de la población masculina	91,67	100,00
Tasa neta de asistencia en educación primaria de la población femenina	93,75	87,88
Tasa neta de asistencia en educación secundaria	66,67	67,65
Tasa neta de asistencia en educación secundaria de la población masculina	55,56	73,17
Tasa neta de asistencia en educación secundaria de la población femenina	73,33	59,26
Tasa neta de asistencia en educación bachillerato	44,44	50,00
Tasa neta de asistencia en educación bachillerato de la población masculina	0,00	47,37
Tasa neta de asistencia en educación bachillerato de la población femenina	66,67	53,85
Tasa neta de asistencia en educación superior	23,53	22,41
Tasa neta de asistencia en educación superior de la población masculina	37,50	18,52
Tasa neta de asistencia en educación superior de la población femenina	11,11	25,81

**Fuente.** Ministerio de Educación (2010); SNI (2014), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

La tasa de analfabetismo más alta, en el año 2010, correspondía a la Parroquia Puela, obtenemos que, de 640 habitantes, 84 eran analfabetos en un porcentaje promedio del 13.17% población mayor de 16 años. De los cálculos realizados este analfabetismo es registrado en las personas consideradas adultos mayores, en la época de niñez de este grupo humano, no existía el interés de los progenitores de dotar educación a los hijos,

y en otros casos, no existían centros para este propósito; en la actualidad la escolaridad ha aumentado sustancialmente para los servicios de educación primaria y secundaria, con un promedio de 90.5% de la población en nivel de escolaridad, pese que el nivel no es el mejor, en relación a la tasa de analfabetismo nacional 6.80%, esta zona al 2010, presentaba una tasa promedio de 10.13%. Se puede relacionar en este indicador como un elemento significativo la edad, corresponde en este indicador incluir a todas las personas mayores de 15 años, considerando al grupo de adultos mayores antes citados. No así en el nivel de bachillerato, en donde Bilbao registra la menor de las tasas; de igual manera las tasas de asistencia a la educación superior son bajas, siendo la más baja la registrada en la parroquia Puela. Un factor que se mantiene es la segregación de asistencia primaria por género, la población masculina según la tasa neta de asistencia a educación primaria corresponde al 95.8% de la población en relación al 90.8% de la femenina.

Un resultado que llama la atención es el de la tasa neta de asistencia al nivel de educación secundaria de la población masculina con el 64.4%, en menor porcentaje en relación a la femenina con el 66.3%. Este valor contrasta con el 47% de la población que concluye el bachillerato, siendo el porcentaje mayor 60.26% que corresponde al segmento femenino.

**Tabla 48.** Número de bachilleres y profesionales por comunidad, al año 2015

Comunidad	Educación	
	Bachilleres	Profesionales
Yuibug	0	0
El Manzano	4	0
Anabá	20	5
Pungal De Puela	50	10

Elaboración propia en base a datos del (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

Un indicador alarmante es el de la continuidad y finalización de la educación superior, a estos centros alcanza el 28% de la población masculina en contraste con el 18.4% de la población femenina.

Las razones son variadas, normalmente en los sectores rurales se considera que los hijos son parte del apoyo laboral y económico, parte del sustento familiar, por lo que en algunos casos y dependiendo de la familia, la educación pasa a segundo plano. La realidad económica es valor determinante para este proceso formativo, los centros de educación inicial primaria, hasta el bachillerato se encuentran en las mismas poblaciones, o muy cercanas a los centros de enseñanza desde la vivienda. No sucede lo mismo a nivel superior, los estudiantes deben desplazarse a ciudades vecinas, representando un egreso mayor por condiciones de logística, manutención y costos en aranceles universitarios. Sumado a que en el período de estudio el impacto eruptivo deterioró más la inestable economía de los habitantes del sector. Es alarmante evidenciar que aún se mantienen comunidades donde la discriminación de género en el sector prevalece, el resultado es que la mujer sigue teniendo menos posibilidades de preparación, sumándose a los percentiles más bajos de la economía, sin un futuro cierto y a replicar en tiempo mediato el mismo patrón de vida.

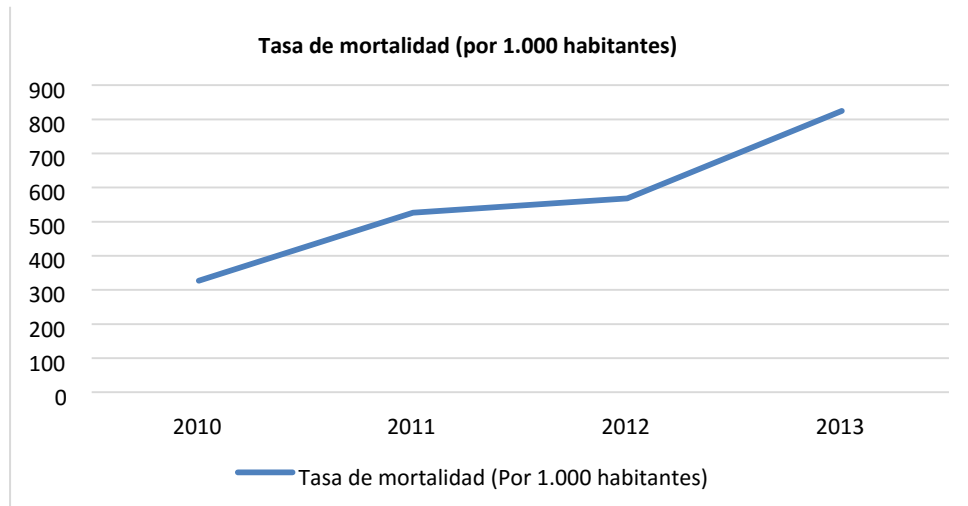
### **6.4.3. SALUD**

#### **6.4.3.1 Tasa de mortalidad, fecundidad**

Según estadísticas vitales del INEC, 2014, el cantón Penipe ha tenido un incremento en la tasa de mortalidad desde el año 2010 que presentaba a esa fecha 327,22 (por cada 1.000 habitantes) la estadística varía en aumento al año 2013, presentando 824,45 (por cada 1.000 habitantes), las principales causas de mortalidad son la neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer gastrointestinal. Este valor se relaciona en que la mayor incidencia de muerte se encuentra en las personas de más de 65 años, grupo humano que, por sus condiciones de salud deterioradas con la edad, es proclive a sumar la estadística; en el año 2014 la tasa de mortalidad general fue de 9.8 por 1.000 habitantes, misma que corresponde a una tasa media por encontrarse en valores referenciales de 9 a 15 por 1000 habitantes (Registro Civil Penipe, 2010). La tasa de mortalidad infantil corresponde al 47.6 por cada 1000 nacidos vivos, factor alarmante al ser más alta que la media provincial que se sitúa en 23.59 y de la nacional con 17.22 por mil (INEC, 2010).



**Gráfico 15.** Tasa de mortalidad cantonal entre 2010 - 2013



**Fuente.** INEC, Estadísticas Vitales (2014), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Tabla 49.** Tasa de fertilidad por parroquia

Parroquia	Razón de niños<5 años/ mujeres en edad fértil	Porcentaje de mujeres en edad fértil
Bilbao	0,44	46
Puela	0,37	42
<b>Promedio</b>	<b>0,40</b>	<b>44</b>

**Fuente:** INEC (2014); Anuario de nacimientos y defunciones (2014), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Tabla 50.** Nacidos vivos, por sexo y tipo de asistencia, por parroquias de residencia habitual de la madre: Año 2013

Cantón/Parroquia	Total general			Tipo de asistencia								
				Con asistencia profesional				Sin asistencia profesional				
	Total	Hombre	Mujer	Total	Medico/a	Obstetra	Enfermero/a	Total	Auxiliar de enfermería	Partera calificada	Comadrona no capacitada	Otro
Penipe	7,00	2	5	7	6	1	-	7	-	-	-	-
Puela	7,00	2	5	7	6	1	-	-	-	-	-	-

**Fuente:** INEC (2014); Anuario de nacimientos y defunciones (2014), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

El nivel de fertilidad está relacionado con la edad y salud de las personas, en la zona de afectación volcánica en relación al número de habitantes tiene un porcentaje de mujeres en edad fértil del 44% con un promedio de maternidad del 0.40% con niñas y niños menores a cinco años de edad, lo que relacionado con otros factores hace que se presente una baja tasa de natalidad en el sector.

Contrastando la información entre los años 2013 y 2015, se puede decir que en relación al número de nacidos vivos por sexo y tipo de asistencia que recibieron estas familias hay un descenso en la natalidad en un número de cinco infantes. La atención preferencial que tienen estas madres y los nacidos está directamente relacionada a la educación de este grupo de madres jóvenes, que generalmente han concluido su etapa de bachillerato o incluso en proceso universitario, para acudir a recibir asistencia profesional en los centros de salud públicos dispuestos para el efecto con un médico y en menor grado con un/una obstetra. En comparación con un par de décadas anteriores cuyas mujeres para la labor de parto tenían como primera opción la atención de una partera o una comadrona<sup>47</sup> del sector; este factor se presentaba por dos aspectos. El primero estaba relacionado a las condiciones de vida y económicas de la parturienta y el segundo, a la poca confianza o vergüenza de acudir a un profesional extraño para una labor tan íntima.

---

<sup>47</sup> **Tabla 51.** Nacidos vivos, por sexo y tipo de asistencia, por parroquias de residencia<sup>47</sup> habitual de la madre: Año 2015. **Fuente:** INEC (2014); Anuario de nacimientos y defunciones (2014) En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

Cantón/ Parroquias	Total general			Tipo de Asistencia								
				Con asistencia profesional				Sin asistencia profesional				
	Total	Hombre	Mujer	Total	Medico/a	Obstetra	Enfermero/a	Total	Auxiliar de enfermería	Partera calificada	Partera no capacitada	Otro
Penipe	2,00	0	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Puela	2,00	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 51.

Se desprende de acuerdo a información proporcionada por los centros de salud como el Distrito 06D05 GUANO – PENIPE, 2014, con respecto a la población de los niños y niñas de un año de edad presentan buenas condiciones de salud y peso, indicadores básicos para esta edad en relación a niveles de salud en la zona de afectación volcánica. Esta información se la corrobora en la Tabla 53 con las falencias por infraestructura pública.

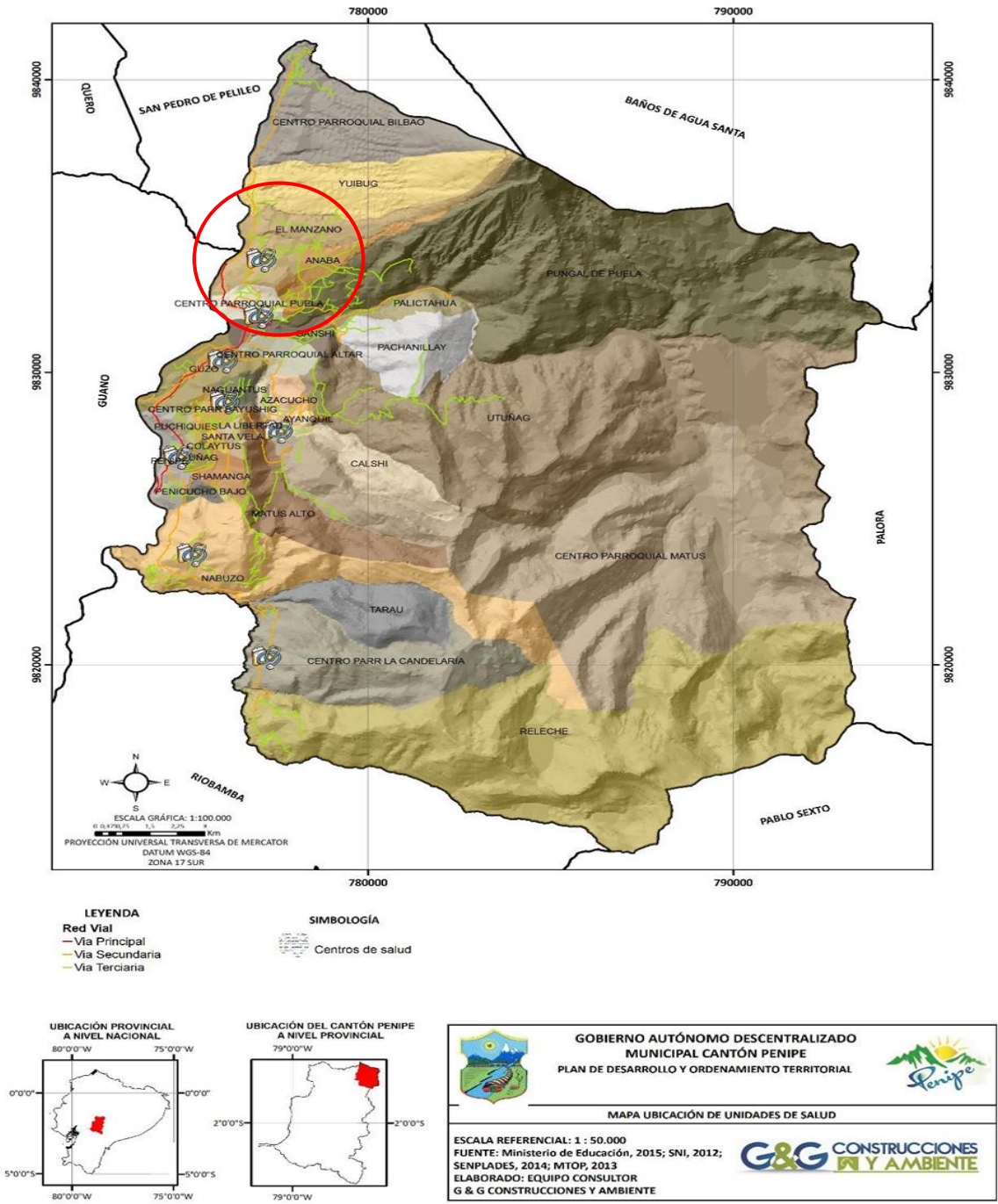
#### 6.4.3.2. Cobertura de las instituciones de salud

**Tabla 52.** Cobertura de las instituciones de salud pública del cantón Penipe y zona de afectación

Parroquia	Nombre	Institución	Cobertura			
			Comunitaria	Parroquia	Cantonal	Provincial
Bayushig	Centro Parroquial	Puesto		X		
El Altar	Centro Parroquial	Puesto		X		
La Candelaria	Centro Parroquial	Puesto		X		
Matus	Centro Parroquial	Puesto		X		
Penipe	Centro Cantonal	Subcentro			X	
		CEBYCAM				X
	Guzo	Dispensario				X
Puela	El Manzano	Dispensario				X

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Mapa 23.** Ubicación de los Centros Asistenciales de Salud en el cantón



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

Respaldados en la información anterior, en el cantón Penipe están distribuidos ocho espacios para servicios de salud, partiendo desde el centro cantonal con un Subcentro completo de salud y el CEBYCAM, que atienden a la población con los servicios médicos básicos y medios en orden de complejidad. Mientras que, en cuatro parroquias se encuentran ubicados Puestos de atención médica con los servicios básicos y de prevención para la población. Al ser un espacio geográfico rural, el programa de Seguridad Social ofrece al campesinado del país un programa integral denominado Seguro Social Campesino, que lo subsidia con el aporte de todos los trabajadores a nivel nacional. En el caso del cantón existe la cobertura por parte del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) con la dotación de dos Dispensarios médicos, adicionales a la cobertura del Ministerio de Salud Pública.

### 6.4.3.3. Perfil Patológico año 2014 en el cantón Penipe

**Tabla 53.** Perfil patológico Cantón Penipe y zona de afectación enero - diciembre 2014

Patología	Hombre	Mujer	Total	%	Tasa
Amigdalitis Aguda, No Especificada	820	1140	1960	27	18
Rinofaringitis Aguda [Resfriado Común]	360	555	915	13	8
Parasitosis Intestinal, Sin Otra Especificación	347	393	740	10	7
Infección De Vías Urinarias, Sitio No Especificado	88	600	688	10	6
Faringitis Aguda, No Especificada	283	357	640	9	6
Diarrea Y Gastroenteritis De Presunto Origen Infeccioso	194	215	409	6	4
Vaginitis Aguda	-	259	259	4	2
Cefalea	74	157	231	3	2
Lumbago No Especificado	88	131	219	3	2
Gastritis, No Especificada	55	119	174	2	2
Bronquitis Aguda, No Especificada	85	84	169	2	2
Dolor Abdominal Localizado En Parte Superior	51	108	159	2	1
Hipertensión Esencial (Primaria)	68	68	136	2	1
Mialgia	21	75	96	1	1
Dolor En Articulación	35	56	91	1	1
Enuresis No Orgánica	33	58	91	1	1
Neuralgia Y Neuritis No Especificadas	24	45	69	1	1
Dispepsia	29	39	68	1	1
Hipercolesterolemia Pura	18	23	41	1	0,5
Dorsalgia, No Especificada	13	27	40	1	0,5
Total Morbilidad 20 Primeras Causas	2686	4509	7195	100	
Total Morbilidad General	4261	6813	11074	65	

**Fuente.** Distrito 06D05 GUANO – PENIPE (2014); Consejo Cantonal de Protección de Derechos (2014), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

La comunidad de El Manzano, perteneciente a Puela y dentro del área de afectación, cubre con este beneficio con un médico y auxiliar de enfermería de manera permanente los días de la semana, caso similar sucede en la comunidad de El Guzo; estos servicios han sido fundamentales para la población de bajos recursos y afectada por el riesgo volcánico.

Es evidente relacionar que, en el grupo de mayor afectación a la salud humana como cuadro general, se sitúa en los primeros lugares las enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio. Así de las 20 principales causas de morbilidad de la población de Penipe (se encuentran inmersas las personas que habitan en el área de afectación volcánica) las cinco primeras son: Amigdalitis Aguda (27%), Rinofaringitis Aguda (13%), Parasitosis intestinal (10%), Infección de vías urinarias (10%) y Faringitis aguda (9%) según estudios desarrollados por (Distrito 06D05 GUANO – PENIPE).

Como se puede corroborar el proceso infeccioso de vías respiratorias es recurrente y en varios niveles, en la tabla, las Infecciones respiratorias agudas, se encuentran entre las primeras, las mismas que están asociadas a la constata caída de ceniza del Volcán Tunurahua y a las condiciones climáticas variables de la zona de afectación.

Enfermedades gastrointestinales son un indicador de la carencia o mala asistencia de servicios sanitarios, para la región, las parasitosis, así como las enfermedades diarreicas agudas se deben al mal manejo de los alimentos, al consumo de agua entubada o en malas condiciones de almacenamiento, sumado a los malos hábitos de higiene y aseo personal y del hogar.

Las Infecciones del tracto Urinario aumentan con la omisión de la diuresis por “falta de tiempo” durante la larga jornada de trabajo del agricultor, así como de los malos hábitos e higiene personal.



Entre las otras patologías se encuentran los trastornos emocionales y del comportamiento que aparecen habitualmente en la niñez y en la adolescencia, con 74 casos registrados (30 en hombres y 44 mujeres) generalmente son secuelas del bocio<sup>48</sup>, por carencia de yodo (Distrito 06D05 GUANO – PENIPE), la zona por su característica edafológica en la producción alimenticia carece de esta esencial sal mineral que la proveen los alimentos generalmente de origen marino como los pescados marinos, berros, sales yodadas, algas marinas...

#### **6.4.3.4. Estado situacional discapacidades**

La Dirección Distrital de Salud N° 06D05 Guano – Penipe, Sub-centro de Salud “Penipe”, en su informe “Análisis Situacional Integral De Salud, 2014”, registra la presencia de 225 discapacitados, provenientes de la Casa de la Caridad, Centro Comunitario, Centro Gerontológico y de las comunidades del cantón, incluidas las personas de zona de afectación, el mayor número de discapacidades son de tipo mental. La dificultad con este grupo de personas está relacionada con la movilización y atención permanente y más aún en un suceso de desplazamiento por una erupción. Generalmente estas personas pertenecen a familias de estratos económicos por debajo de la media económica para solventar sus necesidades, son del grupo de adultos mayores y que generalmente han sido entregados para su atención y cuidado a centros de reposo o acogida, creados con estos propósitos y fines benéficos.

---

<sup>48</sup> Nuestra glándula tiroidea, situada bajo la garganta, regula muchas de las funciones metabólicas más importantes. El yodo es un elemento definitivo para su buen funcionamiento, su carencia provoca enfermedades tan graves como el bocio, que resulta endémico en zonas alejadas del mar, donde no se consumen productos frescos marinos, que son los que más yodo contienen (Aznar, Alberto, 2017).

**Tabla 54.** Análisis de discapacitados en el cantón Penipe.

Lugar	No. Discapacitados	Discapacidad física	Discapacidad mental	Discapacidad auditiva	Discapacidad visual
Casa de la Caridad	38		38		
CC. Jesús Resucitado	17	17			
Centro Gerontológico	71	37	34		
Comunidades de Penipe	99	35	40	18	6
<b>Total</b>	<b>225</b>	<b>89</b>	<b>112</b>	<b>18</b>	<b>6</b>

**Fuente:** Distrito 06D05 GUANO – PENIPE (2014); Consejo Cantonal de Protección de Derechos (2014), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

#### 6.4.4. Cohesión y pertenencia poblacional con el territorio

**Tabla 55.** Factores relevantes de cohesión social, seguridad y pertenencia

Parroquia	Comunidad	Cohesión social (conflictos relevantes)	Seguridad y convivencia ciudadana (casos frecuentes)	Pertenencia de la población con un territorio (Factores relevantes)
<b>Bilbao</b>	Centro Parroquial	Conflictos socioambientales (volcán), conflictos de tenencia de tierras	Abigeato, Hurto	Confianza a organizaciones parroquiales y solidaridad social.
	Yuibug	Conflictos socioambientales (volcán) y desigualdades económicas		Confianza a organizaciones parroquiales y solidaridad social.
<b>Puela</b>	Anabá	Conflictos socioambientales (volcán), conflictos de tenencia de tierras y conflictos económicos	Robo	Participación y confianza a organizaciones parroquiales; expectativas de movilidad social, y solidaridad social.
	Centro Parroquial	Conflictos socioambientales (volcán), conflictos de tenencia de tierras y conflictos económicos		Participación y confianza a organizaciones parroquiales; expectativas de movilidad social, y solidaridad social; expectativas económicas del país y de organizaciones sociales
	El Manzano	Conflictos socioambientales (volcán), conflictos de tenencia de tierras y conflictos económicos		Expectativas de movilidad social, y solidaridad social; expectativas económicas del país y de organizaciones sociales

	Pungal de Puela	Conflictos socioambientales (volcán), conflictos de tenencia de tierras y conflictos económicos		Expectativas de movilidad social, y solidaridad social; expectativas económicas del país y de organizaciones sociales
--	-----------------	---	--	---

**Fuente.** Propuesta metodológica: Cohesión social: inclusión y sentido de pertenencia en América Latina y el Caribe, CEPAL, 2013; En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

A nivel cantonal es voz populi, en las parroquias de Puela y Bilbao que son motivo de este estudio, no son la excepción los conflictos socioambientales originados por las erupciones del volcán Tungurahua, sumados a los conflictos por tenencia de la tierra, como de las dificultades originadas por las desigualdades económicas, la frustración personal y familiar por no alcanzar el anhelado nivel de educación (impedimento de acceder a niveles de educación superior), carencias o dificultades de empleo y la precarización como la forma de tenencia de la tierra hace que la colectividad viva en un espacio de conformidad, emocionalmente decaídos y esperando la dádiva del poder estatal para mejorar su situación de vida.

En lo referente a la seguridad, las comunidades manifiestan que los casos más frecuentes son el abigeato (robo a animales mayores), a animales menores y el robo o hurto a las sementeras, a las huertas frutales que se desarrollan en la zona, que por sus características biogeográficas muestran una producción que va en tono al cuidado y dedicación para su óptimo desarrollo.

Los factores más relevantes que fomentan la pertenencia de la población al territorio son la cultura, la confianza a sus organizaciones parroquiales, la solidaridad social, diversidad de proyecciones o expectativas económicas del país y de organizaciones sociales que vislumbran mejoras a corto y mediano plazo en beneficio y para el bienestar familiar, a más de las expectativas de cambio o movilidad social.

#### **6.4.5. MOVIMIENTOS MIGRATORIOS y MOVILIDAD HUMANA**

A nivel global el tema de la migración hasta los años setenta generaba poco o ningún interés entre los estudios de las ciencias sociales. La situación cambió significativamente a finales de la década de los noventa como consecuencia de la reemergencia de los temas de migración en las agendas políticas de los Estados Unidos y otros países desarrollados, así como por la creciente escala de los movimientos de los refugiados a nivel internacional (Zolberg, 2000, En (Ponce Leiva, Centro de Estudios Internacionales (Barcelona, Spain), & FLACSO (Organization), 2005). Para el caso ecuatoriano, si bien el movimiento de personas provenientes del Azuay y Cañar a Estados Unidos fue significativo entre 1960 y 1997, solamente a finales de los años noventa el fenómeno comienza a tomar relevancia como consecuencia de la salida masiva de ecuatorianos a España y en menor número a países vecinos como Italia, Alemania, Inglaterra; en el año 2000 la migración neta fue de 148.367, la más alta en la historia del país.

En este análisis me refiero a la última etapa migratoria de ciudadanos ecuatorianos, la correspondiente al período 1998-2004, que ha tenido como principal destino Europa (España e Italia) y los Estados Unidos. Se puede concluir que las razones por las cuales se produce esta segunda ola migratoria son varias, sin embargo, la primera y principal se halla en la crisis económica-financiera que se genera en el país en los años 1998 y 1999. Como consecuencia de la misma el PIB por habitante se reduce en un 30% y como se afirma en la siguiente cita “No debe sorprender, entonces, que el país –entre el año 1995 y 2000- haya experimentado el empobrecimiento más acelerado en la historia de América Latina. El número de pobres creció de 3.9 a 9.1 millones, en términos porcentuales de 34% al 71%” (Acosta, et al, 2004, p.260).

El gobierno nacional decide proceder al salvataje bancario y al congelamiento de las cuentas bancarias, se produce así una transferencia neta de dinero del estado, es decir de todos los ecuatorianos, a los bancos que se encontraban sin liquidez y al mismo tiempo se congelan los depósitos de los particulares en 1999, por lo que, de un día a otro, mucha gente perdió los ahorros de toda su vida o en el peor de los casos el dinero que le permitía “sobrevivir”. Vinculada a la crisis económica, está la crisis política y de credibilidad que seguidamente afectaron al Gobierno en el año 2000, produciéndose incluso el derrocamiento del presidente Jamil Mahuad y la sucesión presidenciable de cinco presidentes en menos de 5 años, una ausencia de institucionalidad y de estabilidad política, que garantice el ambiente propicio para lograr que el aparato productivo se reactive. De manera complementaria a esta crisis nacional, se implementa el cambio de moneda y se toma el dólar como moneda oficial, a un cambio en esa fecha de 1 por 25.000 sucres, para la economía ecuatoriana este proceso fue catastrófico y en muchos casos lapidante (Villena Rodríguez, 2000).

Como consecuencia de la crisis el empleo y subempleo aumentan, el nivel de los ingresos se deteriora vertiginosamente, se “registra un deterioro acelerado de los índices de bienestar” (Plan, comunicación, migración y desarrollo, 2003, p.3). Es así como el ecuatoriano encuentra en la emigración una salida a su deteriorada situación económica, una salida para sobrevivir. Según cifras contenidas en un estudio relativo a la ciudad de Quito se establece que el “56% de los emigrantes viajaron para buscar empleo (es decir que antes de viajar eran desempleados), y que el 20%, viajaron para mejorar sus ingresos. Con estas cifras se puede concluir que, en la ciudad de Quito, cerca del 80% de los emigrantes antes de viajar no tenían un empleo adecuado” (Acosta, et al, s/f, p.27). Para la zona de estudio, no ha sido la excepción, sumado a factores externos no esperados y sin fecha para terminar y empezar; lo revisaremos a continuación.

### 6.4.5.1. Movimientos Migratorios

#### 6.4.5.1.1. Migración externa

España es el país de preferencia para la migración de la población del cantón, el caso de las poblaciones bajo influencia volcánica registra un flujo migratorio paulatino desde el año 2000 al 2014 de 31 ciudadanos, en un porcentaje del 75% lo han realizado a España, mientras que el 25% complementario, lo hacen a Estados Unidos, Italia, Venezuela y Colombia en menor proporción.

Adicionalmente las comunidades han manifestado que durante los años 2013 al 2014 es cuando se dio una ola mayor de migración, 23 personas viajaron, equivalente al 75% del total que migró en busca de oportunidades de trabajo y estudios, como también por efectos de las erupciones volcánicas del Tungurahua, “se esperaba una mejora en toda la situación, pero no hay esperanza, con mucho pesar, pero tuvieron que irse lejos...” comentario de una moradora de Anabá que vio partir a sus 2 hijos y un sobrino.

**Tabla 56.** Migración por comunidad existente durante los años 2013 al 2014

Parroquia	Comunidad	Migración y sus causas	
		Número de migrantes (años 2000-2014)	Causas de la migración
Bilbao	Yuibug	12	Riesgos ambientales (erupción volcánica)
	Cabecera Parroquial	4	Oportunidades de trabajo y estudios
Puela	El Manzano	2	Oportunidades de trabajo y estudios
	Anabá	3	Riesgos ambientales (erupción volcánica)
	Pungal de Puela	10	Oportunidades de trabajo y estudios
<b>Total</b>		<b>31</b>	

**Fuente:** INEC Censo poblacional y vivienda (2010, En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

#### **6.4.5.1.2. Migración interna**

En lo referente a la migración interna, el 47,06% de los casos registrados optaron por migrar a la cabecera provincial Riobamba, de alguna manera se apoyaban en algunos casos en alguna propiedad que habían adquirido con antelación o a la protección de un familiar, un porcentaje considerable se desplazó a Quito con el 11,06%, a la provincia de Bolívar a la localidad de Chillanes un 5,18%, mientras que, a Guano en un porcentaje del 4,71% y a Guayaquil con el 3,76% (INEC, 2010).

En este desplazamiento interno según el INEC con datos del censo poblacional y de vivienda (2010), la cantidad que se registró de desplazados a los distintos puntos del país corresponde a 425 personas que dejaron su lugar natal.

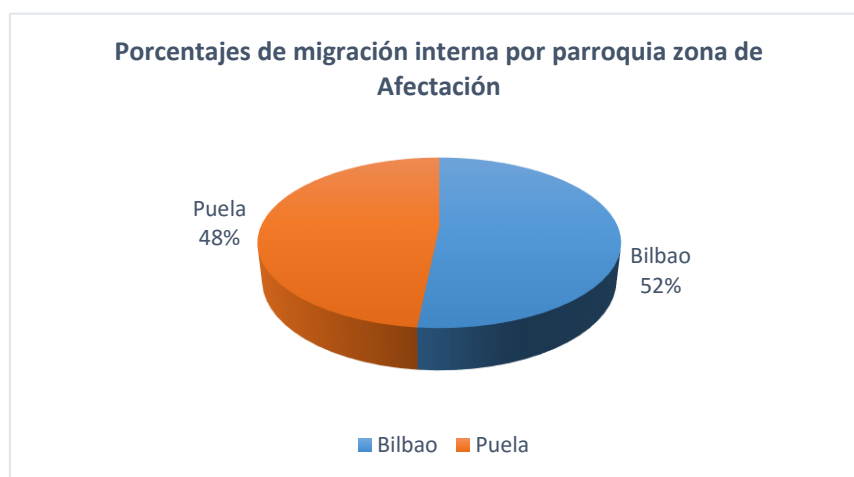
#### **6.4.5.1.3 Movilidad de la población**

La población que más han migrado son las parroquias de Puela, El Altar y Bilbao en lo referente a migración interna, siendo influenciada mayormente por las continuas erupciones del volcán Tungurahua, la migración interna representa el 12,8% de la población total, dicha población está localizada en las primeras ciudades del país; en Guayaquil, Santo Domingo, Salinas, Esmeraldas, en Quito, Riobamba, Ambato, Latacunga y Cuenca; y una mínima parte en Baños, Puyo y Macas.

La migración externa e interna no demuestra un porcentaje elevado en base a la población existente, por ejemplo el caso de Bilbao que ha sido uno de los más afectados por fenómenos volcánicos o la pobreza extrema, es del 2% considerando la población de este sector de 196 habitantes, contrastando por ejemplo con Penipe de 2089 habitantes la migración es del 0,6%, respaldando la información con el INEC Censo poblacional y vivienda 2010 en una relación matemática simple; la población externa fuera del país

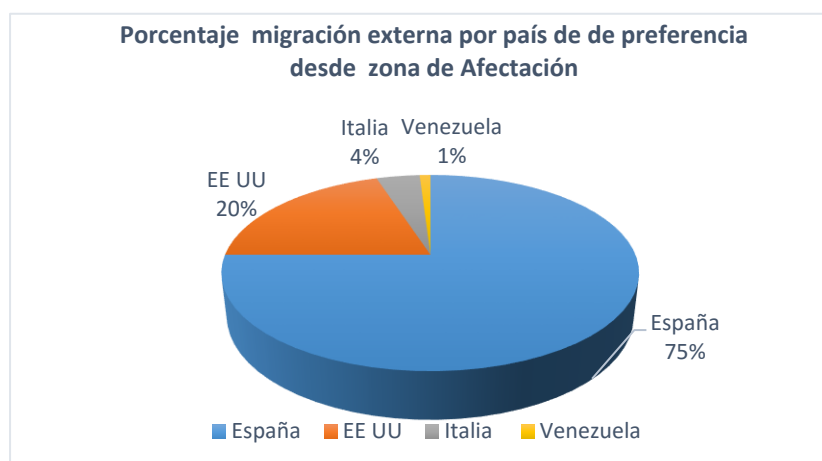
representa el 2,52% sin embargo, cabe el hecho de que el proceso de erupción del Tun-gurahua ha motivado al desplazamiento de poblaciones al interior del cantón y fuera del mismo, estas salidas ocasionan problemas como la disfunción familiar y abandono de hogares. También se debe considerar la salida temporal de la juventud buscando fuentes de trabajo y superación educativa en el ámbito universitario.

**Grafico 16.** Porcentajes migratorios internos de personas de la zona de afectación



Elaboración propia

**Grafico 17.** Porcentajes migratorios externos por país desde la zona de afectación



Elaboración propia



## 6.4.6 DIAGNÓSTICO ECONÓMICO

### 6.4.6.1. Trabajo y Empleo

La Población en Edad de Trabajar (PET)<sup>49</sup> comprende a todas las personas de 10 años y más en condiciones de realizar una actividad laboral acorde (Indicadores del SIISE, 2017).

La Población Económicamente Activa (PEA) comprende a las personas de 10 años y más que trabajan al menos una hora en la semana de referencia o, aunque no trabajaron, tuvieron trabajo (ocupados); o bien aquellas personas que no tenían empleo, pero estaban disponibles para trabajar y buscan empleo (desocupados).

Los Desempleados son las personas de 10 años y más que, en el período de referencia, presentan simultáneamente las siguientes características: Sin empleo, no estuvo ocupado la semana pasada y están disponibles para trabajar; buscaron trabajo o realizaron gestiones concretas para conseguir empleo o para establecer algún negocio en las cuatro semanas anteriores.

Los Subempleados son las personas que trabajaron o tuvieron un empleo durante el período de referencia considerado, pero estaban dispuestos y disponibles para mejorar su situación laboral a fin de aumentar la duración o productividad de su trabajo, cumpliendo

---

<sup>49</sup> Número de personas de 10 años y más económicamente activas (PEA) en un determinado año.

Son **económicamente activas** las personas en edad de trabajar (10 años y más) que: **(i)** trabajaron al menos una hora durante el período de referencia de la medición (por lo general, la semana anterior) en tareas con o sin remuneración, incluyendo la ayuda a otros miembros del hogar en alguna actividad productiva o en un negocio o finca del hogar; **(ii)** si bien no trabajaron, tenían algún empleo o negocio del cual estuvieron ausentes por enfermedad, huelga, licencia, vacaciones u otras causas; y **(iii)** no comprendidas en los dos grupos anteriores, que estaban en disponibilidad de trabajar. Se excluyen las personas que se dedican solo a los quehaceres domésticos o solo a estudiar, más como a los que son solo pensionistas y a los impedidos de trabajar por invalidez, jubilación, etc., (Indicadores del SIISE, 2017).

las siguientes condiciones: Haber trabajado menos de 40 horas; desean trabajar más horas, es decir, tener otro empleo además de su(s) empleo(s) actual(es); estar disponibles para trabajar más horas.

Los Ocupados plenos, es la población constituida por personas ocupadas de 10 años y más que trabajan, como mínimo, la jornada legal de trabajo y tienen ingresos superiores al salario unificado y no desean trabajar más horas (no realizan gestiones), o bien que trabajan menos de 40 horas y sus ingresos son superiores al salario unificado legal y no desean trabajar más horas (no realizaron gestiones).

#### **6.4.6.1.1. Tasa de empleo, desempleo y subempleo a nivel provincial**

**Análisis.** - Un concepto empleado para desarrollar la tasa de empleo, desempleo y subempleo está relacionado con el PEA. Se conoce con el nombre de población económicamente activa al conjunto de la población que a partir y hasta la edad que cada Estado fija como límites mínimo y máximo para ingresar y egresar del mundo laboral, se encuentra efectivamente trabajando o está buscando activamente un puesto de trabajo. Está por lo tanto integrada por quienes están trabajando y por los desempleados. En el Ecuador, los rangos de consideración de éste indicador corresponden a edades comprendidas entre 12 a 65 años, con ciertas excepciones, motivo de estudio individualizado.

No forman parte de la población económicamente activa, aquellos que a pesar de cobrar una remuneración no producen, como los pasivos (jubilados y pensionados); aquellos que no cobran salario: los estudiantes en general y niños en la etapa de escolarización obligatoria, las amas de casa; y los que poseen otras fuentes de ingreso como los que viven de renta.

La población económicamente activa es poca en los polos del mundo capitalista, o sea en los países más pobres, donde hay gran incremento de la tasa de natalidad, y por lo

tanto poca población activa; y en los países ricos donde hay más número de población anciana, que tampoco está incluida dentro de la población activa. La diferencia es que los ancianos ya no buscarán trabajo, pero los niños de los países pobres crecerán, y al ser tantos, es posible que integren la población económicamente activa que busca trabajo, pero no lo encuentra, y pasen a integrar la categoría de desempleados.

Dentro de la población económicamente activa se estudia una clasificación ensayada por la OIT en 1923, que permite diferenciar en qué sector de la economía (primario, secundario o terciario) se encuentra la población económicamente activa, conocida como (PEA). (Ponce Leiva et al., 2005).

La población económicamente activa del cantón Penipe es de 2979 personas. De este total 1919 se ubican en el sector primario ejecutando actividades propias de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, 248 personas se ubican en el sector secundario ejecutando actividades propias de las industrias y manufacturas, 570 en el sector terciario ejecutando actividades relacionadas con la prestación de servicios, 181 personas no han declarado sus actividades económicas y 61 personas se ubican en el sector del desempleo pues no son considerados productivos.

**Tabla 57.** Tasa de empleo, desempleo y subempleo provincial

Año	Desempleo (%)	Subempleo (%)	Ocupación plena (%)
2009	1,59	80,38	17,98
2010	1,3	79,45	18,76
2011	2,52	79,77	17,55

**Fuente:** ENEMDU (2012), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

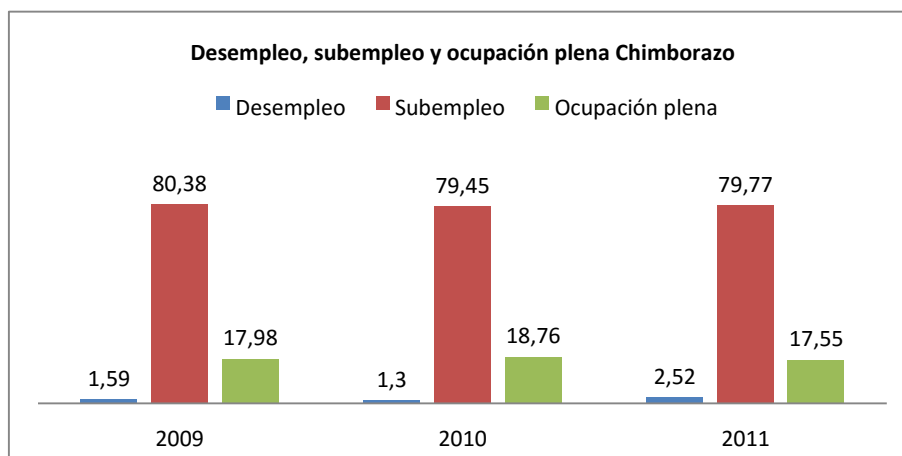
La carencia de inversión privada en la provincia de Chimborazo está relacionada con los escasos espacios creados a nivel industrial, cualquiera sea su magnitud, grande, mediana o pequeña, los procesos económicos de inversión más bien se han canalizado por la ge-

neración de fuentes de trabajo e inversión en pequeñas y medianas empresas en asociación de objetivos comunes, el acelerado crecimiento poblacional que soporta la ciudad de Riobamba, debido a flujos de movilización interna desde los sectores rurales o provincias vecinas como Bolívar y Zamora, en primera instancia por intereses educativos y luego este contingente humano demanda por mano de obra.

La provincia es generadora de materia prima, la misma que se comercializa de manera directa para consumo del mercado local y regional de ciertas provincias de la costa como Guayas y El Oro, muy poco se ha hecho por convertir esta en productos terminados, lo que mejoraría al sector económico del lugar. Otro factor que afecta directamente al despegue financiero está relacionado con la cercanía a la provincia de Tungurahua y a la ciudad de Ambato, sector industrial y comercial con gran sitial a nivel nacional, convirtiéndose en una sombra para Chimborazo.

Entre los años 2009 – 2011 se observa un valor promedio en la tasa de empleo y subempleo del 17.5% y 80% respectivamente, ampliamente se registra que la ciudadanía en edad laboral lo hace subempleada en un porcentaje muy elevado, mientras el grupo de desocupados alcanzaba el 2,52% de este segmento a nivel provincial, generando estancamiento de la población.

**Gráfico 18.** Distribución del segmento trabajo y empleo en Chimborazo



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

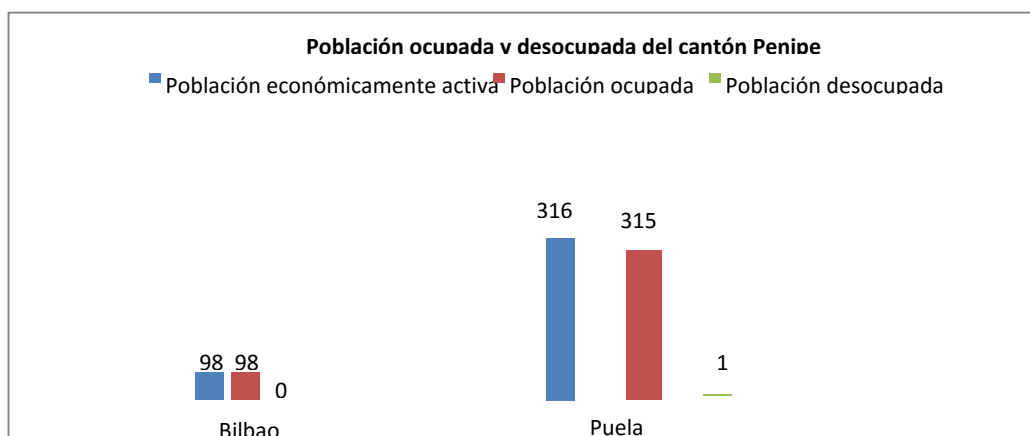
#### 6.4.6.1.2. Tasa de empleo, desempleo y subempleo en zona de afectación volcánica

**Tabla 58.** Población ocupada y desocupada de la zona de incidencia

Población	Bilbao	Puela	Total
Población de 10 años y más de edad	150	521	671
Población económicamente activa	98	316	414
Población ocupada	98	315	413
Población desocupada	0	1	1
<b>Tasa de desempleo</b>	<b>0</b>	<b>0,32</b>	<b>0,32</b>

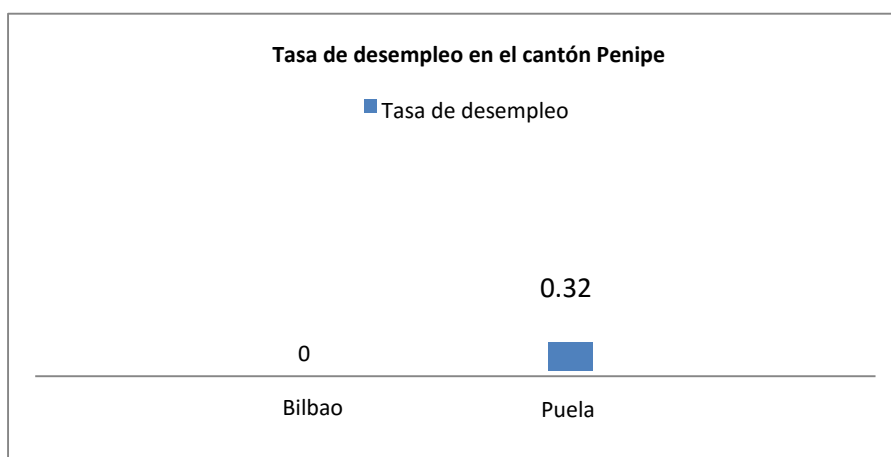
**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Gráfico 19.** Población ocupada y desocupada en la zona de incidencia.



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

## Gráfico 20. Tasa de desempleo en la zona de incidencia



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

En el año 2010, en el cantón Penipe la población económicamente activa fue de 2979 habitantes, de los cuales 2918 estuvieron ocupados y 61 en la desocupación, arrojando un porcentaje de desempleo cantonal del 2,05%, es decir, 2 de cada 100 personas en el territorio no trabajaron; las condiciones laborales en el cantón (2,05%) a nivel de desempleo superan a la tasa provincial (1,3%). En el sector de incidencia la parroquia con la mayor tasa de desempleo fue Puela con 0,32% y finalmente la parroquia Bilbao no presenta desocupación con el 0,00%.

La parroquia dentro del contexto de estudio con el mayor número de personas en situación de desempleo, Puela con un caso, corresponde al género femenino.

Realizando un contraste con la tasa de desempleo a nivel cantonal se evidencia que el nivel de desempleo se divide en un total de 37 hombres y 24 casos en mujeres.

El desempleo temporal se produce cuando muchos estudiantes se ponen a buscar trabajo, ya sea en actividades de construcción, agrícolas o de comercio.

Al considerar que la zona presenta una vocación mayoritariamente agrícola con diversidad de productos y ganadera para producción lechera, se puede ratificar en el caso de

Puela que las personas que presentan desempleo es por alguna condición que no le permite desempeñarse en estas actividades, que podrían ser, la edad, enfermedad o algún tipo de discapacidad; los habitantes de la parroquia, si no son propietarios de terreno y que cultivan su parcela, emplean su contingente laboral como peones (mano de obra en actividad agrícola desempeñada manualmente por una remuneración, misma que percibe en el día de trabajo alimentación y ningún tipo de beneficio social) con un nivel de demanda muy alto para estas actividades. En el análisis a la parroquia de Bilbao, se encuentra que no existen personas sin actividad laboral, los habitantes se dedican a las mismas actividades de la parroquia Puela, con un adicional de comercio de productos exóticos hacia los centros de acopio en Baños, Riobamba o Ambato, actividad que involucra a toda la familia, incluidos peones para completar la actividad.

El desempleo estructural se debe a un desequilibrio entre el tipo de trabajadores que requieren los empresarios y el tipo de trabajadores que buscan trabajo. Estos desequilibrios pueden deberse a que la capacitación, la localización o las características personales no sean las adecuadas. Por ejemplo, los desarrollos tecnológicos necesitan nuevas cualificaciones en muchas industrias, y dejan sin empleo a aquellos trabajadores cuya capacitación no está puesta al día.

Los trabajadores con una educación inadecuada, o los trabajadores jóvenes y los aprendices con poca o ninguna experiencia, pueden no encontrar trabajo porque los empresarios creen que no producirán lo suficiente como para que merezca la pena pagarles el salario mínimo. Por otro lado, incluso los trabajadores muy cualificados pueden estar desempleados si no existe una demanda suficiente de sus requerimientos.

No se ha registrado nepotismo o discriminación por parte de los empleadores a algún grupo humano en razón de su sexo, raza, religión, edad o nacionalidad de origen, de ser

el caso se podría dar una alta tasa de desempleo entre estos grupos humanos, tomando la diversidad social en esta provincia, aunque haya muchos puestos de trabajo por cubrir.

El desempleo es especialmente relevante en algunas ciudades, profesiones o industrias, para aquellas personas con un nivel educativo inferior a la media y para otros grupos de la fuerza laboral, razón que obliga a migrar, abandonando las tierras y a la familia.

#### **6.4.6.1.3. Relación entre sectores económicos, primario, secundario, terciario vs población económicamente activa vinculada a cada uno de ellos en zona de afectación**

La población económicamente activa de la zona de influencia está conformada por 671 personas distribuidas por segmentos de actividad, en la siguiente conformación. El gran segmento corresponde al sector primario con un número de trabajadores de 348, estas personas se desempeñan ejecutando actividades propias de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; 16 personas se ubican en el sector secundario desarrollando actividades propias de las industrias y manufacturas; 38 están inmersos en el sector terciario realizando actividades relacionadas con la prestación de servicios, se registran a 11 personas que no han declarado sus actividades económicas y, 1 persona se encuentra en el sector del desempleo, este segmento no es considerado productivo.

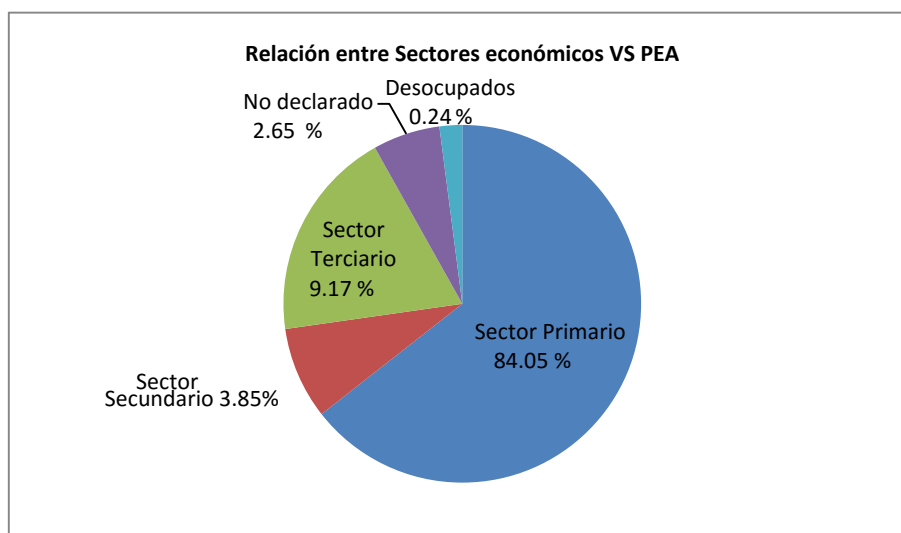
**Tabla 59.** Relación entre sectores económicos: primario, secundario, terciario vs población económicamente activa.

Parroquia	PEA	Sector primario		Sector secundario		Sector terciario		No declarado		Desocupados	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
Bilbao	98	82	19.80	4	0.96	10	2.41	2	0.48	0	0,00
Puela	316	266	64.25	12	2.89	28	6.76	9	2.17	1	0.24
<b>Total</b>	<b>414</b>	<b>348</b>	<b>84.05</b>	<b>16</b>	<b>3.85</b>	<b>38</b>	<b>9.17</b>	<b>11</b>	<b>2.65</b>	<b>1</b>	<b>0.24</b>

**Fuente:** Sistema Nacional de Información (2010), En (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)



**Gráfico 21. Relación entre sectores económicos vs PEA de la zona de incidencia volcánica**



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

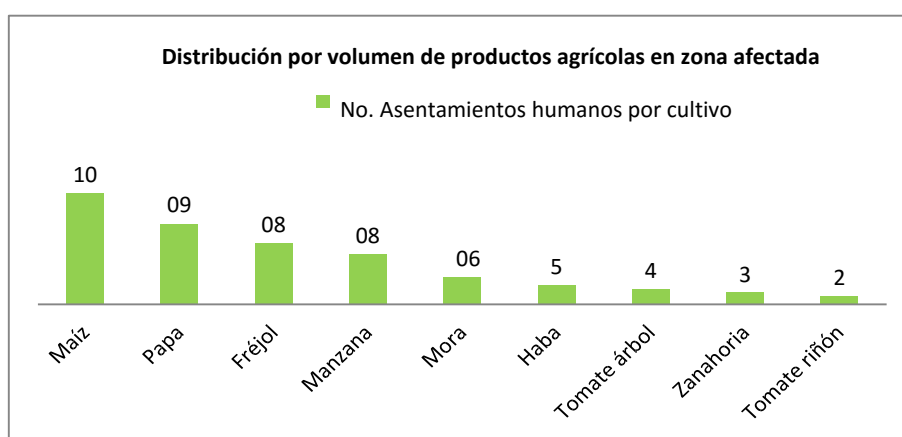
#### **6.4.7. PRINCIPALES PRODUCTOS EN RELACIÓN AL VOLUMEN DE PRODUCCIÓN Y PRODUCTIVIDAD**

##### **6.4.7.1. Productos agrícolas**

El principal producto agrícola de la zona de afectación es el maíz, el mismo que está siendo cultivado en todos los asentamientos humanos; de gran importancia alimentaria para los pueblos andinos es la papa, que está en proceso de recuperación su diversidad de variedades gracias al esfuerzo del Ministerio de Agricultura, llegando hoy a ofrecer 220 variedades seleccionadas, estas cultivadas en 9 comunidades; la adaptación por variedades de fréjol ha permitido cultivar esta legumbre de frutos grandes en 8 comunidades; la manzana de acuerdo al piso altitudinal se ha adaptado muy bien en 13 comunidades; la mora como producción frutal es de reciente aceptación por parte de los agricultores al tener buena demanda en el mercado local, se cultiva en 7 comunidades; la haba corresponde a un piso de zona media y alta, se cultiva en 5 comunidades; el tomate de árbol se siembra en 4 comunidades, fruta muy apetecida, su producción demanda mucho cuidado a los cambios de temperatura y humedad; como producto de comercialización

ligera, la producción de la zanahoria amarilla se la hace en 3; y finalmente tomate riñón o para ensalada en 2 comunidades; todos estos cultivos para autoconsumo y el excedente para la comercialización, mismos que requieren en ésta época asistencia técnica por parte del organismo responsable del sector primario (Gondard & León Velasco, 2001).

En el territorio también se cultivan en pequeñas superficies y de manera dispersa arveja, chocho, melloco, aguacate, granadilla, frutilla, quinua, claudias, pera, durazno, cítricos y una gran variedad de hortalizas, cereales y frutas en relación al piso climático, para el autoconsumo y la comercialización en mercados de Riobamba y Baños preferentemente.



**Gráfico 22.** Distribución de productos por volumen de producción en zona de afectación volcánica. **Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

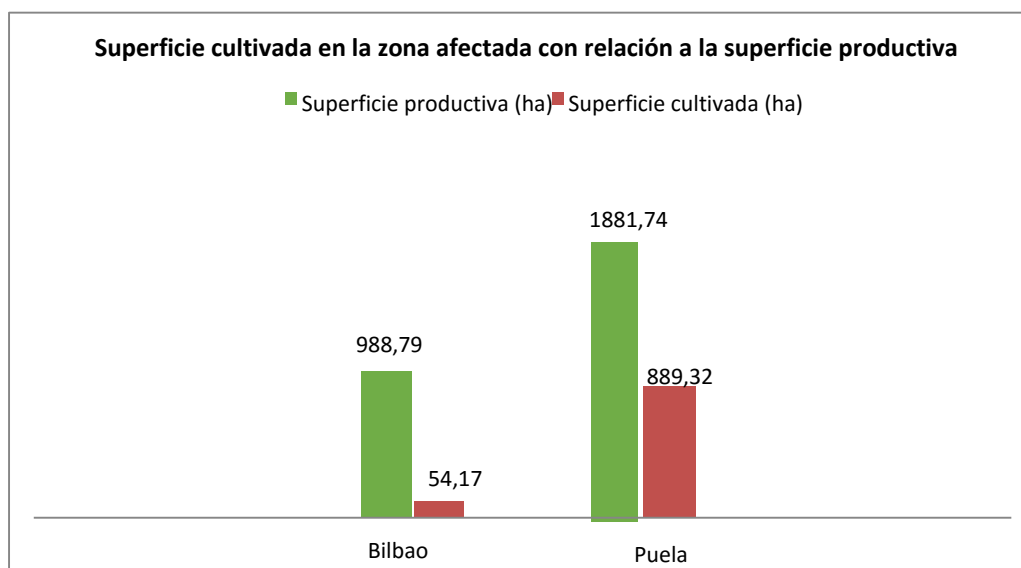
### 6.4.7.2 Superficie cultivada por productos agrícolas

**Tabla 60.** Superficie cultivada en la zona afectada con relación a superficie cultivada

Parroquia	Superficie productiva (ha)	Principales productos	Superficie cultivada (ha)	Porcentaje de la superficie cultivada (%)
<b>Bilbao</b>	988,79	Maíz	25,53	2,58
		Fréjol	12,40	1,25
		Tomate árbol	6,05	0,61
		Tomate riñón	5,72	0,58
		Mora	4,47	0,45
		<b>Subtotal</b>	<b>54,17</b>	<b>5,48</b>
<b>Puela</b>	1881,74	Maíz	581,12	30,88
		Papas	137,61	7,31
		Maíz – Fréjol	157,77	8,38
		Tomate árbol	9,08	0,48
		Mora	3,74	0,20
		<b>Subtotal</b>	<b>889,32</b>	<b>47,26</b>
<b>Total</b>	<b>2870.53</b>		<b>943.49</b>	<b>52,73</b>

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Gráfico 23.** Superficie cultivada en la zona afectada con relación a superficie cultivada



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

Las superficies cultivadas de los productos agrícolas en la zona afectada por el volcán Tungurahua en el cantón Penipe dependen de varios elementos que condicionan la producción. La situación del mercado para un determinado producto es fundamental, dependiendo la época del año y la relación de abastecimiento de productores de otras áreas o hasta alejados de la zona marcará la oferta y la demanda, lo que provoca la condición de éxito de la cosecha. Hay productos que los mercados dictan un patrón de comportamiento en relación a la demanda, son los productos tendencia, que están relacionados a su mayor o menor aceptación por acontecimientos incluso culturales o de tradición, un ejemplo, en semana santa el costo de ciertos productos como las legumbres o ciertos cereales cambian drásticamente el comportamiento del mercado y por consiguiente el costo, el mismo producto luego de la temporada tiene un valor bastante cómodo y asequible para el medio local, en cualquier caso, dependerá que el productor haya acertado con sus productos para estos acontecimientos, caso contrario, la producción no obtendrá el rédito espe-

rado(Cuesta, Francisco et al., 2012). Las condiciones atmosféricas y el periodo de siembra, relacionado localmente con el “clima”, influirá cuantificablemente para una buena cosecha, el agricultor tiene claro el calendario agrícola de siembras y cosechas, legado ancestral relacionado con los solsticios y equinoccios de la zona ecuatorial. Un factor determinante para el tipo de cultivo está relacionado con las características del suelo, al ser una zona con suelos de origen volcánico, es decir franco arenosos, se debe conocer características de cada uno de los productos a sembrar, lo que relaciona esta actividad a la disponibilidad de recursos económicos del productor y costos de producción, que en la mayoría de casos para los moradores del sector se ha convertido la agricultura en una actividad de autoconsumo, situaciones todas estas que sumadas a la superficie o cantidad de tierra cultivada puede variar significativamente cada año (Craig, Vaughan, & Skinner, 2007).

El cantón históricamente se ha destacado en el contexto provincial por su potencial frutícola, las zona de Puela, y sus comunidades al beneficiarse de varios pisos altitudinales, sumados al tipo de suelo arenoso le han permitido desarrollar una diversidad de árboles frutales de excelente calidad, con una producción rentable para el medio circundante; lamentablemente los últimos diecisiete años por la reactivación del volcán Tungurahua, la carente aplicación de tecnología, escasa cantidad de agua por sistemas de regadío y los limitados recursos económicos para la implementación de nuevos huertos y el mejoramiento de los ya existentes, ha hecho que la producción de manzana, durazno, claudias y pera haya disminuido notablemente; en el mayor porcentaje de asentamientos humanos se evidencia que las huertas existentes, hoy son huertos viejos, deteriorados o sin mantenimiento, los fruticultores mayoritariamente se olvidaron de mejorar los huertos con variedades resistentes al ambiente y a la calidad en relación a la competencia del mercado

muy cercano, la provincia de Tungurahua es un fuerte competidor en este sentido; pensaron que con haber sembrado algún día, o adquirieron la propiedad con huerto, a este no había que dedicarlo tiempo y afán. Actualmente la producción ha pasado a convertirse en abastecimiento de autoconsumo familiar, pretender alcanzar el mercado se vuelve exigente y competitivo con relación a la calidad de la fruta nacional e importada, exceptuando algunos casos muy específicos, se ha reinvertido en las huertas de manera continua y permanente, pese a dificultades de tipo natural y social (robo de fruta), existe otro panorama de producción. En estas condiciones no se pueden identificar valores reales del rendimiento y volumen de oferta de estos productos.(Cuesta, Francisco et al., 2012)

Adicionalmente a los cultivos tradicionales del sector, por asesoramiento de técnicos agropecuarios que han sido capacitadores durante este proceso natural y en coordinación con las Juntas Parroquiales, se han emprendido proyectos con cultivos no tradicionales como son la mora, la frutilla, granadilla, taxo. La apicultura y el tratamiento de productos derivados, entre otros.

Como elemento analítico puedo expresar que la zona de estudio cubre una superficie de 2870.53 hectáreas con vocación agrícola, de las cuales 943.49 se encuentran cultivadas con diferentes asociaciones de productos, por razones antes descritas, se evidencia una subutilización del suelo cultivable en más del 60%. Factores migratorios, poco incentivo del mercado, falta de recursos económicos para emprender proyectos agropecuarios, porcentaje elevado de personas jóvenes que no les interesa desarrollar y emprender estas actividades, sumada la incertidumbre eruptiva, ha postergado este segmento de producción. Hasta antes de la erupción del Tungurahua muy próspero, con personas empoderadas de su entorno y muy definidas en sus actividades (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

## 6.4.8. MOVILIDAD

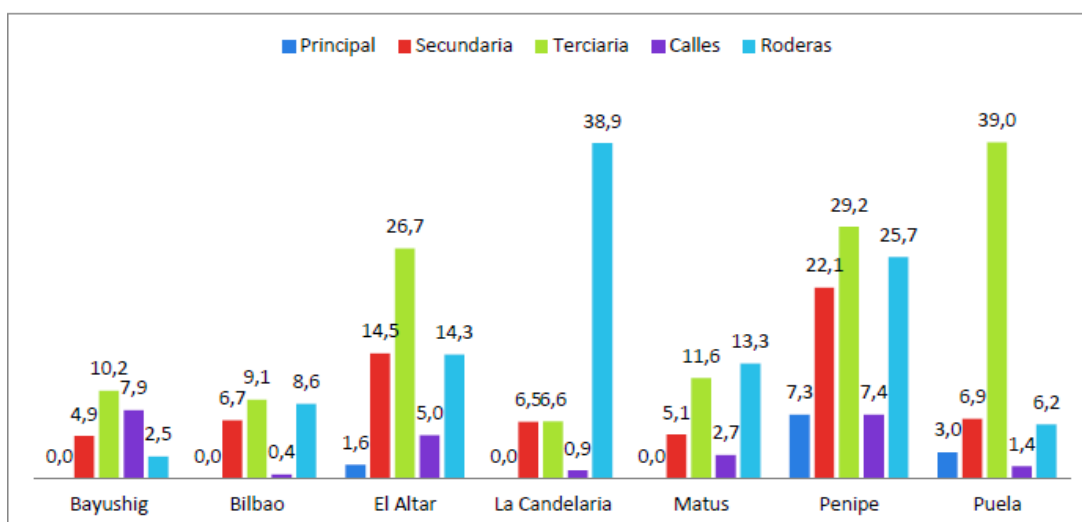
### 6.4.8.1 Caracterización de la red vial cantonal y zona de afectación volcánica

**Tabla 61.** Estructura redes viales del cantón Penipe y zona de afectación

Parroquia	Principal (km)	Secundaria (km)	Terciaria (km)	Calles (km)	Roderas (km)	Total (km)	Porcentaje (%)
Bayushig	0,00	4,87	10,15	7,86	2,52	25,40	7,34
Bilbao	0,00	6,67	9,09	0,43	8,62	24,81	7,17
El Altar	1,55	14,48	26,66	4,98	14,34	62,01	17,92
La Candelaria	0,00	6,53	6,60	0,88	38,92	52,93	15,30
Matus	0,00	5,06	11,62	2,69	13,31	32,68	9,45
Penipe	7,34	22,11	29,17	7,36	25,67	91,65	26,49
Puela	2,99	6,88	39,00	1,37	6,24	56,48	16,33
<b>Total (km)</b>	<b>11,88</b>	<b>66,60</b>	<b>132,29</b>	<b>25,57</b>	<b>109,62</b>	<b>345,96</b>	<b>100,00</b>
<b>Porcentaje (%)</b>	3,43	19,25	38,24	7,39	31,69	100,00	

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Gráfico 24.** Estructura redes viales del cantón Penipe y zona de afectación



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

En el cantón Penipe existen un sistema vial con varios ordenes, desde los servicios viales que se encuentran en la ruta principal Riobamba – Baños, hasta caminos

denominados roderas y que son los que dan servicio a las zonas más alejadas y difíciles de llegar. Para este segmento es menester analizar el sistema vial en su conjunto y no de una manera individual para la zona de afectación, al ser un servicio que, en todo tiempo, sea este de crisis u ordinariamente, debe ser fundamental para el buen vivir de los ciudadanos que requieren movilizarse por el sector nororiental de la provincia de Chimborazo. Estructuralmente se encuentran conformadas por 11,88 km de vías principales, 66,60 km de vías secundarias, 132,29 km de vías terciarias, con 25,57 km de calles y 109,62 km de caminos o roderas, abarcan un total de 345,96 km de red vial y de transporte (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

Las parroquias están conformadas, generalmente por una vía principal de acceso a la cabecera parroquial de primer orden y de esta por vías de diferentes tipos hacia las diferentes comunidades, en este orden, Bayushig cuenta con 25,40 km de vías dentro de su territorio, la parroquia Bilbao 24,81 km, El Altar 62,01 km, La Candelaria 52,93 km, Matus 32,68 km, Penipe 91,65 km y finalmente la parroquia Puela 56,48 km.

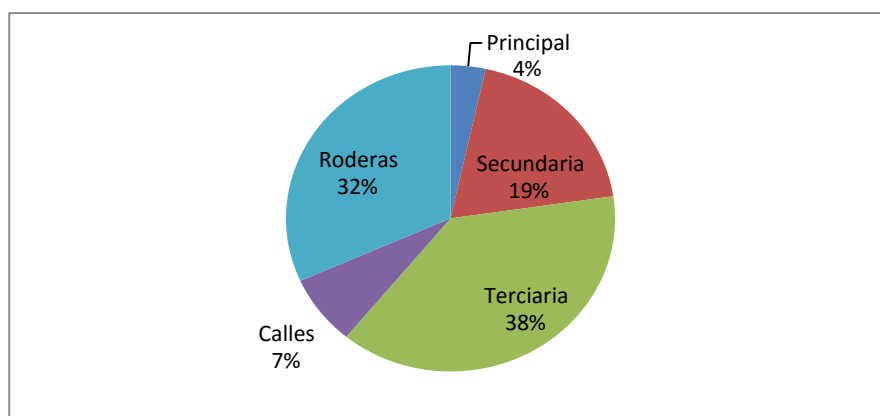
**Tabla 62.** Tipos de vías a nivel cantonal

Tipos de Vías	Longitud (km)	Porcentaje (%)
Principal	11,88	3,43
Secundaria	66,6	19,25
Terciaria	132,29	38,24
Calles	25,57	7,39
Roderas	109,62	31,69
<b>Total</b>	<b>345,96</b>	<b>100,00</b>

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)



**Gráfico 25.** Porcentaje de acuerdo al tipo de vías existentes en el cantón



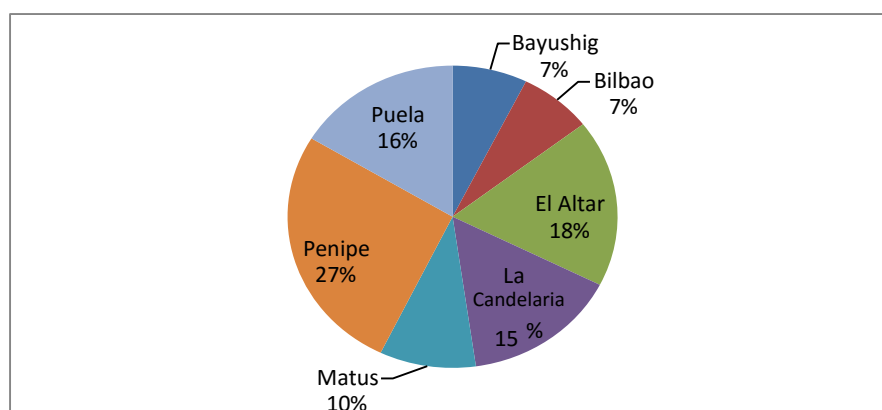
**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Tabla 63.** Longitud de las vías de las parroquias del cantón Penipe

Parroquias	Longitud (km)	Porcentaje (%)
Bayushig	25,40	7,34
Bilbao	24,81	7,17
El Altar	62,01	17,92
La Candelaria	52,93	15,3
Matus	32,68	9,45
Penipe	91,65	26,49
Puela	56,48	16,33
<b>Total</b>	<b>345,96</b>	<b>100,00</b>

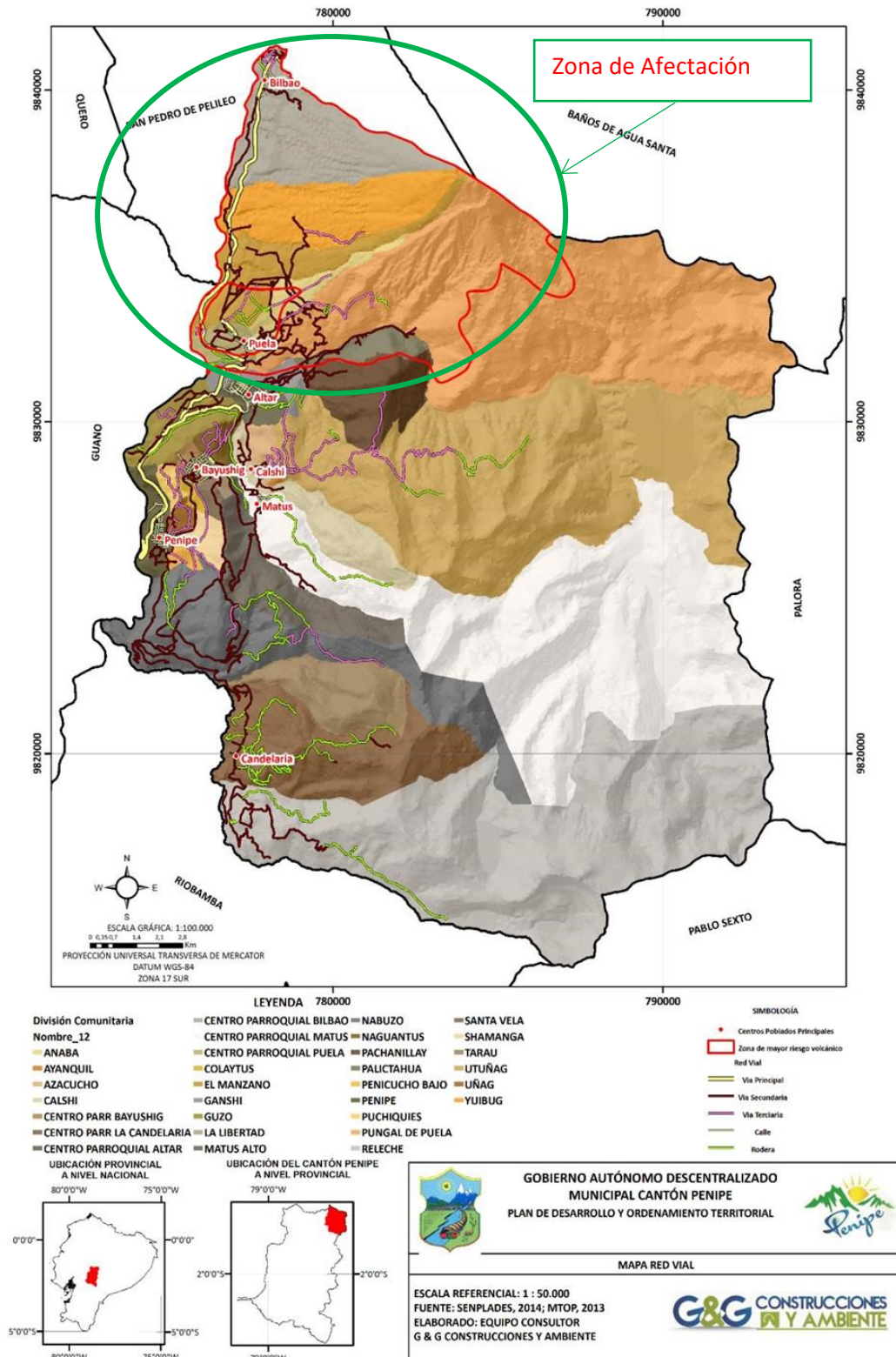
**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Gráfico 26.** Porcentaje de la red vial del cantón por parroquias



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

**Mapa 24.** Red vial del cantón Penipe y zona de afectación



**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

La característica y conformación de cada tipo de vía presenta consideraciones especiales que serán descritas a continuación:

### Vía principal

La vía principal conecta a los cantones Guano y Penipe, se considera el trayecto que enlaza desde el puente de la vía Riobamba-Penipe hasta el puente de la vía Penipe-Cahuaji Bajo. Se encuentra asfaltado, pero existen ciertos tramos que requieren de

**Imagen, 52.** Vía Riobamba, Penipe, Baños atención oportuna.



**Fuente.** Panorámico, 06/01/2016

**Tabla 64.** Estado de la vía principal del cantón Penipe

Parroquias	Comunidades	Tramo		Longitud (km)	Material	Estado
		Desde	Hasta			
El Altar	Centro Parroquial	Puente Badcahuán	Centro Parroquial (Límite comunidad con Ganshi)	0,13	Asfalto	Regular
	Ganshi	Ganshi (Límite comunidad con Centro Parroquial)	Puente de Puela	1,42	Asfalto	Regular
Penipe	Centro Cantonal	Puente Penipe	Guzo (Límite comunidad con Penipe)	4,01	Asfalto	Regular
	Guzo	Guzo (Límite comunidad con Penipe)	Puente Badcahuán	3,33	Asfalto	Regular

<b>Puela</b>	Centro Parroquial	Centro Parroquial (Límite comunidad con Pungal de Puela)	El Manzano (Límite comunidad con Centro Parroquial)	1,77	Asfalto	Regular
	El Manzano	El Manzano (Límite comunidad con Centro Parroquial)	Puente Cahuaji	1,15	Asfalto	Regular
	Pungal de Puela	Puente Puela	Pungal de Puela (Límite comunidad con Centro Parroquial)	0,07	Asfalto	Regular

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

### Vía secundaria

La vía secundaria conecta a las parroquias del cantón, considera los tramos que articulan los centros poblados de las cabeceras parroquiales. Estas vías son importantes para el desarrollo agropecuario, turístico y social del territorio.

#### a. Consideraciones importantes:

**Tramo: La Y de Guzo – El Altar**, es una vía secundaria alterna que puede ser mejorada para facilitar la circulación, tanto de vehículos como de productos agropecuarios y apoyar al desarrollo del turismo comunitario.

**Tramo: El Altar – Palictahua - Pungal de Puela - Puela**, la capa de asfalto se encuentra en mal estado, existen importantes sectores que requieren de mantenimiento y atención urgente debido a que existen grandes baches que pueden provocar accidentes y perjudican en el transporte de los productos agropecuarios, pese que es una vía de conectividad a varias comunidades de alto nivel productivo para la zona.

**Tramo: Puela – La Y de Puela** (Vía principal), se encuentra asfaltada, pero existen sectores que requieren de mantenimiento y atención.

**Tramo: Palictahua – Capil**, es una vía secundaria alterna que requiere ser ampliada y mejorada para facilitar la circulación, tanto de vehículos como

de productos agropecuarios y apoyar al desarrollo del turismo comunitario. En época lluviosa se producen grandes inconvenientes.

**Tramo: Puela – Bilbao (Puente de Cahuaji – Bilbao)**, es una vía secundaria alterna que se utiliza para evacuación cuando se presentan inconvenientes con el volcán Tungurahua, requiere ser mejorada para facilitar la circulación, tanto de vehículos como como de productos agropecuarios y apoyar al desarrollo del turismo comunitario. Existen tramos especiales que requieren de la implementación de puentes, esta vía es la más destruida después de todo este tiempo de reactivación volcánica, sirve de conexión entre las parroquias de Bilbao, Puela, Penipe, Riobamba o, desde Bilbao, hacia Baños.

**Imagen 53.** Tramo de la vía Penipe, Puela, Bilbao, Baños en mantenimiento



**Fuente.** El Comercio, 05/02/2014

**Tabla 65.** Estado de las vías secundarias de la zona de afectación volcánica

Parroquias	Comunidades	Tramo		Longitud (km)	Material	Estado
		Desde	Hasta			
Bilbao	Centro Parroquial	Yuibug	Bilbao	4,68	Tierra	Malo
	Yuibug	Puela	Yuibug	1,99	Tierra	Malo
El Altar	Centro Parroquial	La Y El Altar El Altar	El Altar Azacucho	1,97	Asfalto	Bueno
	Ayanquil	Calshi	Ayanquil	0,73	Asfalto	Excelente
	Azacucho	El Altar	Azacucho	3,31	Asfalto	Excelente
	Ganshi	La Y El Altar El Altar	Ganshi Ganshi	2,29	Tierra Asfalto	Regular Regular
	Pachanillay	La Y Palictahua	Pachanillay	1,15	Asfalto	Malo
	Palictahua	Ganshi Palictahua	Palictahua Capil	3,96	Asfalto Lastre	Malo Regu- lar
	Utuñag	Ayanquil	Utuñag	1,07	Asfalto	En construc- ción
Penipe	Centro Cantonal	Centro Cantonal (Puchiqués)	Bayushig	5,55	Tierra	Regular
	Gaviñay	Nabuzo	Gaviñay	-	Tierra	Malo
	Guzo	La Y Guzo	El Altar (Vía anti- gua)	9,48	Tierra	Regular
	Nabuzo	La Y Nabuzo	Nabuzo	5,36	Tierra	Regular
	Shamanga	Bayushig	Shamanga	1,72	Tierra	Regular
Puela	Centro Parroquial	La Y Puela	Pungal de Puela	2,08	Asfalto	Bueno
	Anabá	Centro Parroquial	Anabá	0,59	Tierra	Malo
	El Manzano	Centro Parroquial	El Manzano	2,93	Tierra	Regular
	Pungal de Puela	Pungal de Puela	Puente Palictahua	1,28	Asfalto	Bueno

**Fuente.** (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015)

### **Vía terciaria**

Conecta a los centros parroquiales con las comunidades y las principales áreas productivas. Son importantes para la salida de productos agropecuarios y pueden ser utilizadas para el desarrollo de turismo comunitario. Requieren de intervención para su mejoramiento y en muchos de los casos ampliación.

### **Roderas o caminos**

Corresponde a los caminos que generalmente son utilizados para el paso de personas y animales, conecta las comunidades o asentamientos poblacionales con las zonas verdes de altura, productivas y ecosistemas naturales.

### **Calles**

Las calles constituyen las redes viales internas existentes en las áreas consolidadas de los centros poblados urbanos y rurales; en un mayor porcentaje se encuentran adoquinadas. Las calles de la cabecera cantonal y de las cabeceras parroquiales se caracterizan por ser angostas, en muchos casos sin calzada, incumpliendo los parámetros técnicos de funcionalidad.

**Imagen 54.** Estado de las calles en la cabecera parroquial El Altar



Elaboración propia

### 6.4.8.2 Transporte público

En el cantón Penipe existe un déficit en el servicio de transporte público. No existen cooperativas de taxis o de camionetas en el territorio, mientras que el servicio de buses cubre a todas las poblaciones parroquiales excepto Bilbao por su ubicación de difícil acceso desde la reactivación del volcán Tungurahua.

**Imagen 55.** Vía secundaria con su respectiva señalización



Elaboración propia

Los habitantes de la parroquia Bilbao para trasladarse hacia su hogar o para salir hacia los cantones vecinos tienen que pedir ayuda a vehículos particulares que recorren la vía; pueden pasar varios minutos esperando movilización, esta situación genera riesgos, pues pueden ser sujetos de robos y asaltos. No existe un terminal terrestre y tampoco un sistema de paradas de buses definidas.

Todas las comunidades utilizan los servicios de vecinos o comuneros para poder trasladarse hacia los diferentes destinos en caso de emergencias, haciendo de éste un servicio privado. Existen dos cooperativas de autobuses de transporte público en el cantón con diferentes horarios, destinos y frecuencias, la cooperativa “Bayushig” y la cooperativa “Transportes Penipe”. Adicionalmente el servicio de transportación está vinculado a las cooperativas de transporte que viajan entre la



ciudad de Riobamba y Baños o Puyo de manera bidireccional con horarios establecidos y que recorre la vía principal, dejando alejados a los poblados rurales desde hace varias décadas, todos los días de la semana, el traslado de los pobladores está sujeto a tiempos establecidos y definidos, con la crisis que ha vivido este sector, la transportación que cubre el servicio a la zona rural del cantón es de vital importancia. Adicionalmente existe una cooperativa de transporte pesado “4 de octubre” que cubre todo el territorio para el servicio de carga.

**Imagen. 56.** Autobús de transporte público con recorrido desde Riobamba hacia las zonas rurales de afectación, atravesando la parroquia Puela.



**Fuente.** Realización propia

La imagen evidencia el estado fantasmal de los poblados afectados por la erupción volcánica en un día ordinario entre semana, el transporte que presta el recorrido por estas arterias viales lo hace cumpliendo una frecuencia en horarios programados, única alternativa para el traslado y la comunicación humana de estos sufridos y deteriorados pueblos de los andes centrales ecuatorianos.

## 7. CONCLUSIONES

Los Países Miembros de la Comunidad Andina comparten una serie de características marcadas por su cercanía geográfica, su historia común y sus afinidades culturales, aun en medio de su diversidad y particularidades. Desafortunadamente, todos los países andinos tienen una larga data de ocurrencia de desastres para reseñar y recordar, pues sus territorios y comunidades presentan elevadas condiciones de riesgo debido a desequilibrios en la relación entre las dinámicas de la naturaleza y las humanas, que los hacen susceptibles de sufrir desastres asociados con distintos tipos de fenómenos como terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos y sequías. Según registros se sabe que, en Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, en los últimos 37 años se han registrado más de 50 mil eventos físicos generadores de daños y pérdidas en la subregión andina, casi un promedio de 1100 por año, lo cual constituye una real amenaza contra el desarrollo y pone en riesgo las inversiones y demás esfuerzos que se llevan a cabo para la reducción de la pobreza en el marco de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).

Los mayores impactos por este tipo de desastres ocurrieron en las décadas de 1981-1990 y de 1991-2000 por la presencia de eventos extremos como el fenómeno El Niño de 1982-1983 y 1997-1998, la erupción del nevado del Ruiz y su afectación a la ciudad de Armero en Colombia en 1987, cobrando más de 20000 vidas en una noche. De los acontecimientos más catastróficos registrado, fue el terremoto del 12 de diciembre de 1908 frente a las costas de Áncash y Lima con una intensidad de 8.2 Mw.

En el Ecuador, se han presentado sucesos de gran impacto, provocando muertes, cientos de personas afectadas y grandes pérdidas económicas, sucesos que han incidido en la calidad de vida de los pueblos afectados con repercusiones locales y nacionales. Uno

de los eventos más significativos del país de las tres últimas décadas representa el terremoto de 1987 cuyas pérdidas económicas representaron aproximadamente un 10,76% del PIB, incidiendo en la economía y el desarrollo, se reflejó en la reducción del PIB, en 1986 fue del 3,46% a -0,26% en 1987., el evento sísmico en Ecuador de 1987 que destruyó mayoritariamente a la capital Quito y parte de la sierra centro y norte, afectó la infraestructura antigua del patrimonio cultural de la humanidad y la zona moderna de la ciudad.

Los acontecimientos más recientes corresponden al último período eruptivo, iniciado en 1999 y en el transcurso de la década (2001-2010) pese a no registrar catástrofes naturales, tomando en cuenta el concepto, por un período de 17 años desde el julio de 1999 que entró en erupción el volcán Tungurahua ha significado la devastación para poblados enteros que conviven en las estribaciones volcánicas, este tiempo representa un incremento en la cantidad de personas afectadas en los entornos sociales, económicos, psicológicos, ambientales, por desastres. Esto podría interpretarse como un incremento de la vulnerabilidad y exposición de la población, la infraestructura y medios de vida, ante las amenazas naturales.

La presente investigación pretende diagnosticar las afectaciones generadas en las variaciones del componente antrópico y natural, durante el último período eruptivo del volcán Tungurahua, ubicado en la sierra centro de la república del Ecuador, sector nororiental de la provincia de Chimborazo.

El estudio se ha orientado a obtener información en las áreas de afectación de la última erupción del volcán Tungurahua y relacionar con los segmentos que han sufrido impacto de manera directa e indirecta por este suceso natural. En este proceso se ha realizado una separación de estas afectaciones por componentes de estudio.

El primero corresponde al entorno Antrópico y sus derivaciones propias del quehacer humano, pueblos enteros han sido reubicados o se han desplazado a distintas zonas geográficas por este efecto, incrementando drásticamente las estadísticas de la migración, dejando localidades completamente abandonadas que hoy constituyen verdaderos pueblos fantasmas que reaparecen en la mañana y desaparecen en la noche. Mientras que el segundo segmento o área de este estudio está relacionado con los entornos naturales y sus alteraciones al ambiente, que de manera directa afectan al primero.

### **Componente Físico**

La zona de estudio por larga data ha estado marcada por afectaciones de tipo tectónico y volcánico, Egred José (sin año) expone que el terremoto de 1949 asoló a varios pueblos nororientales de la provincia de Chimborazo, inmersos en estos se encuentran el cantón Penipe y la parroquia de San Miguel de Puela. El número de víctimas alcanzó los 6000 en la región, y dejó desprovistas de todo bien mueble e inmueble a aproximadamente 100.000 habitantes en un área de 1920 km<sup>2</sup>.

Las ciudades con mayor destrucción fueron Pelileo 100%, Píllaro 90%, **Guano 80%** (este cantón como unidad territorial abarcaba la jurisdicción política y administrativa de las parroquias nor-orientales, pertenecientes hoy al cantón Penipe) y Ambato 75%. En las varias investigaciones realizadas por Egred (sin año) se pudo determinar que entre los principales efectos hubieron: grandes grietas en el terreno y derrumbes, así como voluminosos deslizamientos en montes y caminos de toda la región, cambio del paisaje en muchos lugares, reoriento el cauce de ríos de manera permanente, caso particular del río Chambo.

Antes del último sismo de mayor intensidad en 1949, la zona ya se encontraba afectada por la reactivación del volcán Tungurahua ocurrida entre los años 1916 y 1918. Por lo

tanto, el riesgo relacionado con estos fenómenos naturales siempre ha estado presente en la región, con la ventaja de que, en los últimos años, el conocimiento adquirido por los habitantes sobre el volcán ha mejorado notablemente. (Rosemary Bromley, "Disasters and population change in Central highland Ecuador, 1778 1825". En, David Robinson. ed. *Social fabric and spatial structure in colonial Latin America* Department of Geography, Syracuse University, 1979. P.p. 94-96.

En los últimos dos siglos, las erupciones del volcán tuvieron diferentes características según se advierte en el reporte de información levantada por Barberí F. (1992), mismo que ha determinado, con bastante precisión, la historia eruptiva del Tungurahua en el lapso de los últimos 2 000 años, marcada por la presencia de dos tipos de erupciones: tipo 1, de magma diferenciado con largos períodos en reposo (siglos), y tipo 2, de magma básico, actividad explosiva moderada y puntual, con pulsos, que ocurren después de un corto período de reposo (décadas), con peligros volcánicos asociados a caída de cenizas, pequeños flujos piroclásticos del tipo scoria flox, caída de lapilli (cascajo) y flujos de lava. (PREVOLCO, 2007).

Es innegable que el Tungurahua ha marcado históricamente el uso y ocupación del territorio que lo circunda, y que esta situación ha estado vinculada a los períodos de activación volcánica que en promedio han ocurrido cada 90 años aproximadamente, con sucesivos abandonos y retornos por parte de la población.

El abandono del territorio al inicio de cada evento ha estado sujeto a la temporalidad y severidad de cada activación. La provincia de Chimborazo para 1909 contaba con una población de 146.246 habitantes, mientras que, la provincia de Tungurahua a esa fecha registraba 90000 personas, según registros oficiales referidos por Rosemary D.F. Bromley, lo que da a suponer que la región era prospera y bien poblada.

Según referencias de los habitantes más longevos de Puela, dato que complementa al anterior, se puede estimar y relacionar el gran número de pobladores que habitaban a esa época con la feria establecida en esta localidad como una de las más concurridas y grandes de la región, la feria se realizaba todos los domingos, comercializándose productos de índole agropecuario. Para establecer una feria debían cumplirse ciertos requisitos, y entre los principales, el número de pobladores, el volumen de producción, entre otros. Tras las erupciones de 1918 el número de habitantes disminuyó y solo hasta el año 1960 se logró un repoblamiento considerable. Con el transcurso del tiempo y de manera paulatina se debieron realizar varios programas de desarrollo local orientados a la reactivación de la base productiva en la región. No se tienen registros oficiales de población desde el censo de 1909 a nivel provincial, para el cambio poblacional se puede relacionar con los sucesos naturales acaecidos en este periodo con destrucción masiva en las provincias de Tungurahua y Chimborazo por movimientos telúricos y la erupción del volcán Tungurahua, por lo que se considera que la población disminuyó. No es sino hasta 1936 que se tiene registros de población a nivel de la ciudad de Riobamba (15044 habitantes) luego de este evento natural, se había perdido la feria de Puela (Rosemary D.F. Bromley).

La última activación se inició en 1999 (El Tungurahua, con una forma cónica casi perfecta y una elevación de 5023 m.s.n.m, ubicado en la Cordillera Real de los Andes de Ecuador, presenta una actividad histórica que se puede resumir en cinco grandes episodios eruptivos: 1641, 1773–1782, 1886, 1916–1918 y, un último que sigue activo iniciado en 1999.

La región afectada tiene una topografía característica de montaña en la zona central de los Andes acompañada de presencia volcánica y ser la antesala para el rompimiento de

la Cordillera Oriental hacia el ramal central amazónico con espacios físico geográficos diversos, con edificios volcánicos y áreas de nieve perpetua (Subnivel), hasta las zonas bajas, espacios que han sido tomados para el asentamiento de la mayor cantidad poblacional.

El territorio cantonal ocupa una superficie constituido por relieves de tipo Vertiente Andina Alta, que se encuentra en el rango altitudinal comprendido entre los 3600 a 4300 m.s.n.m, área de la mayor presencia de ecosistemas naturales. Considerando la base de datos cartográficos de curvas de nivel escala 1:50.000 del Sistema Nacional de Información y de acuerdo a la clasificación de elevaciones, propuesta por el Ministerio del Ambiente, esta jurisdicción se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Chambo con aguas que drenan hacia la región oriental o amazónica, se encuentra entre los rangos altitudinales de 1900 a un altura máxima de 5023 m.s.n.m. con rangos altitudinales de Montano, Montano alto, Páramo, y Subnival.

La mayor superficie del territorio corresponde a pisos altitudinales entre los 2700 a 3600 m.s.n.m, abarcando una superficie 17,336.25 ha, espacios territoriales donde se realizan actividades variadas de género agrícola y ganadero, seguida por el piso entre 3600-4300 m.s.n.m, con una extensión de 11561.88 ha, dedicada a la conservación por pertenecer al ecosistema páramo. El piso comprendido entre 1900 a 2800 m.s.n.m, de tipo montano, corresponde al rango el de mayor asentamiento poblacional por brindar las mejores condiciones climáticas y de relieve.

El área de influencia volcánica para las parroquias afectadas está territorialmente conformada por el siguiente relieve en su enmarcación geopolítica: presenta una extensión de 218.5 ha que corresponden al 14% del territorio en la designación de Edificios volcánicos y Subnival, cuya estructura comienza desde los 4300 hasta los 5023 en la cima

del Volcán Tungurahua (5023 m.s.n.m). En el sector de Pungal de Puela con 1853.1 ha, equivalente al 14.8% y El Manzano con 41.3 ha, equivalen al 0.3% del territorio están dentro de la asignación de Vertiente Andina Alta en pisos comprendidos entre 3600 a 4300 m.s.n.m que incluye zonas de páramo y bosque andino. Mientras que, 1120,5 ha, en una relación del 21,94% del relieve Pie de Monte Muy escarpado de Alta Montaña se localiza en Pungal de Puela cuya característica principal es que presenta pendientes superiores al 50%, muy fuertes a abruptas, desde los 2800 a 3600 m.s.n.m.

Mientras que en la denominación Pie de Monte Escarpado de Alta Montaña distribuidas en 1255,5 ha, con 19.9% cuyas pendientes se estructuran entre el 5 al 12% de inclinación Regular, Suave o ligeramente Ondulada desde los 2800 a 3600 m.s.n.m. El 22.5%, cuya extensión corresponde a 721.5 ha, corresponde a la asignación de Pie de Monte Inclinado de Alta Montaña, cuyas características estructuran Pendientes del 12 al 25% de ondulación moderada, irregular desde los 2800 a 3600 m.s.n.m. La zona El Manzano posee el 15,92% de las zonas Bajas Onduladas Montañosas. El centro poblado denominado cabecera parroquial se asienta entre el 3.2 al 8.8% del territorio en la denominada Zona Baja Inclinado Montañoso a Zona Baja Ondulada Montañoso.

Estas características hacen que las condiciones y actividades de vida se desenvuelvan en un territorio con altos colinados, abruptas pendientes en un área bastante concentrada.

Climáticamente el 84,49% del territorio, se caracteriza por tener un clima Ecuatorial de Alta Montaña por encima de los 3000 m.s.n.m. La altura y la exposición de heliofanía son los factores que condicionan los valores de las temperaturas y las lluvias. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 22°C, las mínimas tienen sin excepción valores que no descienden de los 9° C, presentando una estructura de rangos térmicos



muy estables, exceptuando la zona sobre los 3500 metros que fluctúan entre 4 y 8° C. En general la región mantiene una sensación térmica promedio de 15.° C.

La gama de los totales pluviométricos anuales se estructura en el rango de 800 a 2.000 mm, la mayoría de las precipitaciones son de larga duración, pero de baja intensidad. La humedad relativa presente está sobre el 80%. La vegetación natural llamada matorral en el bosque alto andino o denominado ceja de montaña, en el piso más bajo, es reemplazada en el piso inmediatamente superior por un espeso tapiz herbáceo frecuentemente saturado de agua, en el páramo.

La región al mantener las características de país Tropical de montaña, presenta un clima continuo durante todo el año, con estaciones definidas que son aprovechadas para las actividades agrícolas.

La temperatura, presenta una sensación térmica más elevada en la zona baja junto al valle de los ríos Chambo y Puela, misma que va descendiendo paulatinamente cada 200 metros aproximadamente mientras se desplaza en altitud, esto ha permitido que a nivel agropecuario los moradores puedan desarrollar actividades en este entorno con una diversidad de cultivos adaptados a los diversos pisos climáticos que se desarrollan en la zona de influencia. El entorno junto a la orilla de los ríos, con temperaturas más altas es apta para cultivar diferentes tipos de cereales, gramíneas, hortalizas entre otras, además se cultiva una diversidad de frutales únicos para la región, como son, la mandarina, aguacate, durazno/melocotón, granadilla, tomate, mora, babáco, entre otros. Las condiciones biogeográficas han permitido mejorar la calidad en pastizales desarrollados e incorporar mejor raza de ganado vacuno utilizado para producción lechera. La zona de valle goza de una temperatura promedio de 13.5°C (INAMHI, 2015).

La región aprovecha la variación de estaciones definidas para sus actividades. Una lluviosa entre los meses de enero a junio con picos ascendentes de manera paulatina, alcanzando el nivel pluviométrico más alto en abril con 75 mm, seguido por el mes de junio con 72 mm, mientras que enero registra el periodo más bajo con 29 mm.

Una segunda temporada denominada seca entre los meses de julio a diciembre con variadas precipitaciones, alcanzando el pico más alto de esta en el mes de octubre con 52 mm. Además, existe la presencia de heladas entre los meses de julio y agosto, por el cambio brusco de la temperatura atmosférica.

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 46 mm. La variación en las temperaturas durante todo el año es 1.8° C. Haciendo que la región goce de un clima agradable tipo primaveral durante todo el año.

Las características geológicas presentes en donde se desarrolla la población está sujeta a una diversidad de formaciones, con mayor condicionante de vulnerabilidad y riesgo, dependiendo el lugar de asentamiento o actividad. Derrumbes, en los flancos y estribaciones de las quebradas como resultado de procesos sísmicos y tremores, también en cortes de montaña por afectaciones e inestabilidades en construcciones de obras civiles. Depósito Aluvial en la micro cuenca de los ríos Chambo y Puela, provocado por arrastre de material desde la zona alta de la cordillera occidental y oriental respectivamente, siendo la del Chambo la de mayor afectación erosiva. Depósito Coluvial en los flancos del volcán Tungurahua, Depósito Glacial, en la zona alta de la cordillera oriental, hacia los páramos de Minsas. Presencia de Piroclastos del Chimborazo además de Ceniza del Tungurahua, formando espacios aterrizados que son el área de desenvolvimiento humano en el porcentaje más alto.

Los suelos de la región dependen de la estructura al igual que la textura, elementos estos que afectan profundamente muchos procesos en el suelo, incluido los movimientos de agua y aire, como resultado de las interacciones entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica. Los suelos en la Sierra al ser de origen volcánico presentan estructuras débiles de bloques sub angulares, de diferentes tamaños, en los horizontes con textura franco arenosa y de grano suelto en los arenosos, lo que favorece la aireación, pero significa menos retención de agua. Los suelos del área están estructurados sobre proyecciones volcánicas (arenosos, francos, alofánicos) (afloramientos rocosos o nevados), pertenecen a los subórdenes, AQUEPTS, ANDEPTS, ANDEPTS-PSAMMENTS, PSAMMENTS. Además, existen zonas de composición mineral que se caracterizan por presencia de nieve, roca y áreas que carecen de suelo.

De acuerdo a lo expuesto y considerando la ubicación geográfica de la zona, circundada por varios tipos de volcanes (El Chimborazo, El Altar, Tungurahua) que han mantenido una presencia eruptiva por miles de años, muy determinante para el componente biofísico como antrópico, volcanes que han marcado una generalidad en los suelos, puedo concluir que estos se han desarrollado a partir de sedimentos volcánicos y aluviales denominados como Andosoles, tienen textura franca, arenosa-franca y franca arenosa, en las distintas capas, el perfil es moderadamente profundo delimitados por la presencia de un duripan. Una de las características fundamentales para la identificación de las series de suelos ha sido la forma del relieve, con la consecuente variación de la profundidad del perfil, drenaje, textura, erosión.

Espacios de la geografía con resultados característicos de montaña, sumado a las proporciones de terreno, propiedades con extensiones promedios de 1 hectárea, con variadas pendientes y tipo de suelo arenoso no permiten aplicar procesos tecnificados para

las actividades desarrolladas en la zona. No es posible trabajar con propósitos de competencia e industrialización sino más bien una actividad de autoconsumo muy limitada a las condiciones temporales, hace que el rendimiento no sea rentable, con visión sostenible.

La cobertura y uso de suelo ha estado sujeta a la variabilidad del entorno eruptivo y de población, tras diecisiete años de reactivación eruptiva han determinado un cambio significativo en el entorno de la zona de afectación. Para el estudio se han valorado nueve categorías que, contrastadas en tres periodos de casi una década, cada uno, permiten hacer una radiografía con diagnóstico significativo del lugar.

La información obtenida corresponde de revisar categorías de área de Población, área sin cobertura vegetal, Bosque Nativo, variación del Glaciar, conformación del Mosaico Agropecuario, determinación de fuentes o cursos de Agua Naturales, estado del Páramo, situación de bosques plantados, denominado Plantación Forestal, estado de la Vegetación Arbustiva, el cruce de estos indicadores determinará cuantitativamente el estado de la zona en estudio, que ha permitido determinar las variaciones en el territorio.

La población en la región presenta un pequeño incremento en la superficie total poblada con un porcentaje de 0.17% cubriendo un área de 597.97 hectáreas en relación a las 8,26 hectáreas que se registraban en relación al primer periodo analizado entre 1990 al 2008.

Desde el año 1990 al 2015 se evidencia una disminución de áreas sin cobertura con extensiones de 1079,08 a -954,65 hectáreas, equivalentes a un porcentaje del 15.33%. Es evidente el Incremento de la Deforestación en Bosques Nativos entre

1990 al 2015, en un 33.91% en una extensión de 266,3 hectáreas de la superficie total del área de afectación.

Un valor positivo presenta el Incremento del Glaciar en el mismo periodo comparativo en un 4.61%, esto es 18.23 ha, tomando en consideración que el proceso eruptivo impacta directamente en la acumulación de glaciar. Relacionando las variaciones en el mosaico de las actividades agropecuarias, se evidencia un incremento de la frontera del 29.48% equivalente a 1154,49 hectáreas de manera progresiva, con tendencia al crecimiento mayoritario a partir del año 2008 al 2015, periodo que comparativamente está relacionado al ciclo intermitente de reactivación y retorno de los pobladores.

La variación es considerable en la región en lo relacionado al Incremento en los niveles de agua natural del 0.63% en una superficie de 7.8 hectáreas en el último periodo, considerando que existe una disminución del territorio de Páramo, en un 12.74% de la superficie en el último periodo a consecuencia del continuo impacto eruptivo. Se valora un pequeño incremento de siembra de bosques o de Plantaciones Forestales en un 0.24% que representan 202.09 hectáreas en la zona en la etapa final.

Las zonas abandonadas o de protección presentan un incremento en la vegetación arbustiva en un total de 247,04 hectáreas con una proporción del 2.89%, espacios que han permitido la reaparición de la fauna y flora nativa que se consideraba casi extinta según los habitantes del sector. Todo esto en relación a la superficie total de la región afectada.

Dentro del estudio se ha valorado la distribución especial y los porcentajes que representan los indicadores en la comunidad dentro de la zona de manera detallada con relación a su uso e interés, se ha subdividido en zonas de dedicación, es decir

desde la zona baja, zona media a la zona alta en su distribución altitudinal y de acuerdo a la dedicación en el entorno con beneficio o aprovechamiento.

Es menester contrastar la cobertura y uso del suelo en una zona de intermitencia poblacional por afectaciones volcánicas en periodos extremadamente largos (17 años), mismos que han reorientado su estructura.

Se han analizado en base al mapa de cobertura de suelos desarrollado por el Ministerio del Ambiente en el año 2014 y la información cartográfica procesada por el GAD\_Peñipe del año 2015, indicadores que denotan la conformación de cobertura y uso del suelo.

Partiendo que el área involucrada abarca 9737.31 hectáreas, se determina que 3038.02 ha, corresponden a Bosque de tipo Natural, equivalente al 31%, complementándose con la superficie de Páramo con 1734.46 ha, en un porcentaje del 31%, ocupando la segunda porción de espacio natural.

Las actividades productivas que desarrollan sus habitantes relacionadas con la agricultura y fruticultura corresponden al cuarto elemento territorial de mayor ocupación.

La asociación de producción maíz-fréjol son aquellos de mayor cultivo temporal implementado en la zona baja, en menor proporción algunos tubérculos como la papa, melloco, oca, etc., leguminosas como arveja, habas, lenteja, etc., hortalizas y otros en menor proporción como la cebada, el trigo y chocho, estos productos constituyen los elementos básicos de la economía y alimentación de la zona. El cultivo y producción agrícola tradicional es poco rentable, por lo que se ha optado por la siembra de especies vegetales no tradicionales como el tomate de árbol, babáco, taxo, granadilla, frutilla y en menor extensión el cultivo de mora, en áreas cuyas condiciones de suelo y clima favorecen la producción de estos cultivos.

Entre los cultivos de frutales permanentes que se explotan en la zona se encuentran manzanos, claudias, perales, duraznos entre otros. La fruta que se produce en este sector no es lo suficientemente competitiva en relación a la importada, menoscabando la economía de los productores locales.

La distribución del uso del suelo demuestra que el 62,69% están ocupados por pastos, matorrales y páramo mientras que en una cuantía menor de alrededor del 9% se tienen cultivos diversos y frutales. Esto se relaciona con actividades que los habitantes mantienen y desarrollan en espacios de pastura natural y artificial con ganado bobino dedicado para el engorde y la producción lechera en la franja media y alta.

Las zonas denominadas de “monte” en la parte alta es donde preferentemente se realizan actividades ganaderas, estas corresponden a la cobertura de Pasto Natural de gran calidad debido a la conformación del suelo con alto contenido de materia orgánica y a la humedad del sector en un porcentaje del 19% del territorio local, elementos suficientes para considerar al sector con una alta vocación ganadera, superando a la agrícola.

Mientras que un alto porcentaje, 10% de territorio en relación a la superficie total está inmersa dentro de la zona de protección correspondiente al Parque Nacional Sangay y otras áreas. Llama la atención que el 3% de la superficie corresponde a la denominada Zona no Productiva, espacios de terreno agrícola abandonados por efectos volcánicos mayoritariamente. La zona de Riveras corresponde a depósitos aluviales de los ríos Chambo y Puela, utilizados en pequeños espacios con fines diversos como agrícolas, ganaderos y de playas naturales constituida por 3.1%. Un componente notorio en el sector corresponde al Bosque Sembrado o Plantado en una extensión de 0.30% de la

superficie, mayoritariamente de la especie de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) de origen australiano, apeteído por su rápido desarrollo como adaptabilidad a diferentes pisos climáticos y la gran demanda comercial. Otra especie, aunque en menor volumen corresponde a las coníferas de pino (*Pinus radiata*) y ciprés (*Cupressus*).

A raíz de la emergencia un ingreso económico importante para los pobladores se ha constituido la venta especialmente de bosques de eucalipto y especies nativas en las zonas media y alta, así como el retorno a la elaboración de carbón vegetal. El efecto de estas actividades es la pérdida de la vegetación nativa, con los consecuentes problemas ecológicos que de ella se derivan.

La zona poblada denominada Área Urbana que habita en construcciones mixtas ocupa una proporción del 0.3% en sentido paralelo al río Chambo hacia el Nor Oeste, la zona mantiene Espejos de Agua con una proporción de superficie mínima en un porcentaje de 0.1%, fundamental para el aprovisionamiento de agua para actividades diversas en el contexto natural. En una proporción del 0.1% del territorio, se desenvuelven espacios utilizados para la Recreación Turística, extremadamente baja si se considera que un alto porcentaje del territorio está relacionado con áreas de bosque nativo y páramo, espacios con fortaleza y potencial para turismo de naturaleza y aventura.

Como un elemento de los entornos naturales constituyen los ecosistemas, la zona de afectación al estar con una diversidad de pisos climáticos, presenta variados ecosistemas donde se desarrollan diferentes tipos de vida. Los ecosistemas, engloban características fisonómicas y taxonómicas de la vegetación nativa las cuales dictan además la composición faunística. Según estudios desarrollados por el Ministerio del Ambiente en el año 2012, la ubicación geográfica del cantón, con características climáticas específicas para cada entorno, contribuye a la presencia de



6 ecosistemas naturales de manera proporcional (aproximadamente el 7% de los ecosistemas naturales existentes en el país).

La distribución de estos ecosistemas a nivel de la zona de influencia volcánica, contiene de los seis ecosistemas del cantón, cuatro, ubicados en la parroquia de Puela, dentro de la comunidad Pungal de Puela con las siguientes denominaciones y proporciones del territorio. Bosque siempre verde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes, con aproximadamente el 18,14% de este ecosistema. Bosque siempre verde del Páramo, con el 98,71% de la superficie de este ecosistema. Arbustal siempre verde y herbazal del Páramo, el territorio con más altitud que constituye este entorno posee el 13,082% de la superficie de este ecosistema. Herbazal del Páramo, con el 13,01% de la superficie contiene a este ecosistema con flora y fauna de las más diversas taxonomías.

Es menester relacionar el potencial natural existente en el lugar, fortaleza que podría ser utilizada con propósitos eco sostenibles en diversidad de escenarios.

Los recursos hídricos del cantón se localizan en la zona alta de la Cuenca hidrográfica del río Pastaza, la misma que abarca una extensión aproximada de 23.194,85Km, lo que significa que el Cantón Penipe ocupa el 1,59% de la superficie de la cuenca. El Cantón es parte de la Subcuenca del río Chambo, la misma que posee una superficie aproximada de 3.591,76 km<sup>2</sup>, ocupando el 10,33% de la superficie de la Subcuenca. El territorio cantonal está constituido por 17 microcuencas, dentro de las cuales existen 495,14 kilómetros de red hídrica. Las parroquias San Miguel de Puela y Bilbao forman parte de la microcuenca del río Puela, el área de drenaje de esta microcuenca descarga sus aguas en el río del mismo nombre, que a su vez desemboca en el río Chambo. Son

parte del área de drenaje de la microcuenca del río Puela, variadas quebradas fruto del deshielo y acumulación de agua de páramo drenan hacia el sistema Batán – Puela. El sistema de agua Batán - Puela ha soportado en su infraestructura la destrucción parcial de forma continua en diversos tramos del sistema por efectos de las erupciones del volcán Tungurahua. Por decisión de los habitantes usuarios del sector han logrado recuperar a base de mingas la infraestructura utilizada para consumo humano y la producción agropecuaria de la zona media y baja.

No solo el proceso eruptivo ha afectado seriamente la infraestructura de los sistemas de riego, principalmente el sistema Batán-Puela, en época de estiaje, que corresponde a los meses de julio a septiembre existe un gran déficit de agua para el riego. Los caudales en las fuentes hídricas disminuyen año tras año, actividades humanas como la deforestación de los bosques primarios de las zonas altas, quemas de vegetación, el inadecuado manejo de los páramos, el crecimiento y avance de la frontera agrícola, el incremento de zonas de pastura, y la introducción de nuevas especies vegetales, pueden ser las responsables.

La composición geomorfológica del Tungurahua determina que es un volcán activo de 5023 metros de elevación sobre el nivel del mar, caracterizado por su forma cónica, el gran relieve existente entre su base y cráter (3200 m) y las acentuadas pendientes de sus flancos (30°-35°). En la parte oriental de su cima persiste aun un glaciar residual (<0,01 km<sup>3</sup> de hielo) pese al proceso eruptivo.

Por estudios realizados por el IGEPN se sabe que el cono volcánico del Tungurahua, tiene un diámetro basal de 14 km, se encuentra drenado por numerosas quebradas que desembocan en los ríos Puela al sur y sureste, Chambo al occidente y Pastaza al norte y noreste. Los profundos valles de los ríos Vazcún y Ulba descienden directamente de

la cumbre del volcán y cortan el flanco norte y nororiental del mismo, hasta desembocar en el río Pastaza. El volcán cuenta con un cráter de aproximadamente 300 metros de diámetro y unos 100 m de profundidad. Una densa vegetación subtropical cubre todos los flancos del cono, especialmente entre los 2000 y 3800 metros de elevación, lo cual dificulta enormemente el acceso a la cumbre, excepto por unos pocos senderos establecidos. El desfogue de sus flujos de lava como de lahares lo hace por las quebradas mencionadas, todas estas toman dirección a los centros de influencia y ubicación humana. En la zona de impacto grandes quebradas como Mapayacu, Choglontus, Rea, El Confesionario, Chontapamba, entre otras, atraviesan la zona media y baja, del sector, donde se encontraban construidos sistemas de infraestructura vial que al estar sobre los cauces de desfogue natural, han sido destruidos en 14 lugares de paso de la carretera, en una extensión de 20Km aproximadamente y más de 10 puentes que comunicaban entre Riobamba y Baños, eliminando vías de diferentes índoles por su clasificación, caminos y puentes del sistema de comunicación vial que hasta hoy no han sido sustituidos, el ministerio de obras públicas ha construido una nueva vía por el margen opuesto al río Chambo para completar esta conectividad, edificación que ha dejado abandonadas a poblaciones asentadas en la zona de Bilbao.

Entre las principales afectaciones volcánicas por su característica estromboliana (estudiadas por Hall et al., 1999, Hall, et al., 2002, Le Pennec, et al., 2004a) que han definido sus procesos, corresponde a la formación de flujos de lava que a veces represaron el cauce de los ríos, flujos piroclásticos que cubrieron los flancos del cono, flujos de lodo y escombros (lahares) que se direccionaron por los ríos hacia el Oriente, así como, la presencia de avalanchas de escombros. Las caídas de lapilli y ceniza han acompañado todas las erupciones pasadas y presente cubriendo especialmente la parte occidental y

sur oriental del volcán, hasta varias decenas de kilómetros de distancia, y con un espesor determinante de hasta 5 cm, zonas totalmente pobladas han sido sepultadas por este material volcánico.

## **COMPONENTE SOCIOECONÓMICO**

La zona de estudio ha estado marcada frecuentemente por la influencia del volcán Tungurahua en el uso y la ocupación del territorio en cada periodo de activación eruptiva, para este caso cíclicamente, los cuales suceden aproximadamente entre cada 90 años. En estas condiciones se ha abandono y luego de la calma, el retorno de la población a dicha área de origen. El último periodo eruptivo, iniciado en 1999, no fue la excepción, obligó la evacuación forzada de los habitantes, afectando la salud, la educación, infraestructura diversa, economía, estado emocional de la población.

Para estas fechas, pese a ser uno de los más jóvenes desde su creación, el cantón Penipe presentaba una producción agropecuaria consolidada, basada en las inversiones que hicieron el estado y otras instituciones por más de veinte años mediante proyectos de desarrollo rural (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015). En el lapso de siete años (1999–2006) entre la primera y la segunda erupción del volcán se produce una serie de procesos sociales y políticos, estos últimos asociados a la gestión municipal, que permiten desarrollar acuerdos estratégicos con el gobierno central y la cooperación internacional, canalizándose así importantes recursos para los proyectos, entre los que se destaca la reubicación de la población afectada a sitios seguros. Asimismo, estos acuerdos institucionales lograron cambiar el enfoque de desarrollo local de Penipe.

Los estudios demográficos de acuerdo al Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) para el año 2010, el cantón Penipe tiene una población total de 6739 habitantes de los cuales 3274 son de género masculino y 3465 son de género femenino, según el último censo, marcando una diferencia del 2.92% el predominio femenino.

La población en las comunidades y cabeceras parroquiales afectadas por las continuas erupciones del volcán Tungurahua, segmentada por sexo y grupos de edad es uno de los indicadores sociales representativos del nivel de vida y del desempeño poblacional en un sector de vulnerabilidad. Son 834 personas que viven en las faldas del volcán, en relación con la población total cantonal 6739 habitantes, se desprende que la población del segmento geográfico del área de afectación volcánica representa el 12.37% del total poblacional.

El número de habitantes estimados para el año 2015 representa la estructura y conformación de los grupos de la población que ha vivido con perseverancia a los drásticos episodios de las erupciones del volcán Tungurahua, pese a estar directamente afectados por este. Es así que las comunidades divididas por segmentos poblacionales presentan distintas realidades humanas aquí cuantificadas. Pungal de Puela con una población total de 250 habitantes, donde 125 son mujeres y 125 hombres, el centro parroquial de Puela aglutina a 88 pobladores de los cuales 53 son mujeres y 35 hombres, corresponde por el número de habitantes en este orden a Yuibug con una población de 25 personas de las cuales 11 son mujeres y 14 hombres, la cabecera parroquial de Bilbao por su parte tiene una población de 179 habitantes, con 99 mujeres y 80 hombres.

La estructura de ordenamiento y planificación territorial del estado ecuatoriano reconoce a la jurisdicción parroquial como el organismo de conformación más pequeño dentro de una división territorial, sin embargo, la realidad de las subdivisiones locales,

específicamente en la zonas rurales, por su dispersión, basadas en una conformación de unificación homogénea, se han constituido en lugares con reconocimiento sectorial y se han denominado comunidades, es así que, en cada una de las parroquias por estas características se encuentran algunas comunidades que por su ubicación geográfica, para casos de estudio se las anexa al centro poblado mayor y reconocido políticamente, de acuerdo a esta conformación tenemos las siguientes. En la zona media altitudinalmente se ubicada, la comunidad de Manzano, perteneciente a la parroquia Puela, abarca a los “recintos” de Chontilla y Choglontus, la importancia de relacionar esta realidad socio económica, es por la ubicación geográfica de estos asentamientos en relación con el volcán, se encuentran en la zona más alta poblacionalmente referida, próxima a las faldas del volcán, de alto riesgo en procesos eruptivos de alta volumen de caída de ceniza, caso tratado en la unidad geomorfológica de este estudio.

En los segmentos poblacionales se observa que la conformación de edades tiene una tendencia marcada a inferir a la población joven, mayoritariamente se encuentra entre los rangos de 5 a 19 años, como el segmento más numeroso de la zona, con una mayor cantidad de jóvenes entre los 14 a los 19 años, en Puela para el año 2001 se registraban 76 jóvenes, que se redujeron a 58 para el 2010. Caso similar para el rango de 74 a 54 en la misma parroquia en el rango de 5 a 9 años. Bilbao no es la excepción, para este mismo rango, ve reducida su población de 48 a 27 niño/a (s). Segmento que influirá drásticamente en la variable económica y de pertenencia en la comunidad para el futuro.

Pese a que no es un dato confirmado estadísticamente de manera oficial, en este último período, el espacio de repoblamiento paulatinamente va incrementándose en la zona, en relación al año 2010, por visitas de campo al sector y testimonio de moradores, se

aprecia que la población retorna de a poco a continuar con sus actividades cotidianas, pese a no haber cesado el proceso eruptivo hasta la fecha ( abril 2017) o bien, en la zona se presenta un acontecimiento inusual, el sector abandonado, es apetecido por ciudadanos foráneos con vocación agropecuaria que se acercan a comprar tierras de diversas extensiones a costos irrisorios, los lugareños ante la incertidumbre o necesidad, acceden a vender dichos espacios “antes que se devalúen más”. generalmente estas personas son de la colindante provincia de Tungurahua y con visión comercial se están incorporando con actividades económicas a este medio, en la mayor parte de estas incorporaciones foráneas, se está usando el suelo con fines distintos a los habituales, cambiando el uso, se deja de lado la agricultura o fruticultura que es una fortaleza en el sector y se están emprendiendo actividades relacionadas con avicultura y crianza porcina con implementación de planteles avícolas y piaras con propósito industrial, lo lamentable de la actividad es que no existe permiso ni control ambiental para su implementación. Según el INEC, se presenta un porcentaje de crecimiento humano del 2.1% en estos siete años de moderada actividad volcánica.

A partir de la erupción de 1999, se presenta un panorama desolador para los habitantes de Puela y Bilbao, el periodo comprendido entre el año 2001 al 2010 equivale sin duda el espacio más difícil para la población de la zona de afectación volcánica, corresponde al momento pos eruptivo del año 1999, donde se habían desplazado y reubicado a 300 familias a entornos distantes y completamente diferentes de su lugar de origen. Entre la diversidad de acciones requeridas durante la primera fase de la emergencia y los meses posteriores (de julio de 1999 a diciembre 2000), la evacuación de la población como la coordinación y organización del retorno han significado para la población la etapa más traumante, como para las autoridades locales la prueba de la implementación

de los escasos planes de contingencia para el caso. El municipio debió potenciar otras habilidades de gestión para brindar alternativas de seguridad a la población de acuerdo al grado y las características de los daños, desde las zonas más críticas a las más alejadas y de menor impacto. Se gestionaron acciones conjuntamente con el gobierno nacional, entre estas, declaró a la zona en estado de desastre debido a que las capacidades locales resultaron insuficientes para atender los impactos del volcán y con recursos especiales para el efecto, se comenzó a emprender procesos de gestión local en varios frentes (Eduardo Chiriboga, 2008).

En adelante, se facilitaron las negociaciones para canalizar importantes recursos que permitieron, entre otros aspectos, reubicar a más de 300 personas en el área urbana de Penipe, estas eran familias enteras que habían retornado a sus parcelas y comunidades (Bilbao, Puela, Pungal de Puela, Chontapamba, Cusúa y Santa Cruz, entre otras), tras el primer evento eruptivo del año 1999. Sin embargo, esta reubicación no superó las condiciones de vulnerabilidad, porque muchas de estas familias asentaron sus viviendas en zonas de alto riesgo y tuvieron que enfrentar el segundo embate del volcán (2006).

Para la fecha se había evidenciado, que no se había trabajado en el componente social, generalmente la evacuación al menos en este período, consistía en nada más que entregar escasas vituallas y ciertos insumos de protección, la impotencia por los albergados tuvo que lidiar de manera violenta en una transición y adaptación cultural, social y económico que no estuvieron preparados, a una población que fue arrancada de su lugar natal de un momento a otro, empezando a peregrinar por distintos lugares buscando mejorar su situación familiar, todo era una aventura nefasta muy dolorosa, personas acostumbradas a obtener sus recursos con el trabajo, no abundantes, pero que les



permitía vivir con dignidad en el espacio de su entorno, este sinnúmero de impactos afectó drásticamente al crecimiento poblacional y más aún al desarrollo que hace poco se había emprendido en la zona, consecuencia de esto y otros factores se presenta un marcado decrecimiento poblacional al -3,76% en el período 2001-2010, que deberán responderlas autoridades al finalizar esta segunda década del año 2000.

Los cambios poblacionales entre el 2001 y 2010 en la zona afectada son evidentes, para el año 2001 sumaban 1042, al transcurrir el tiempo hasta el 2010 se ve reducida a 818 personas respectivamente, los efectos son el abandono de los lugares habituales con la cadena de implicaciones sociales y económicas para el país.

En los niveles de educación La tasa de analfabetismo más alta, en el año 2010, correspondía a la Parroquia Puela, obtenemos que, de 640 habitantes, 84 eran analfabetos en un porcentaje promedio del 13.17% población mayor de 15 años. De los cálculos realizados este analfabetismo es registrado en las personas consideradas adultos mayores, en la época de niñez de este grupo humano, no existía el interés de los progenitores de dotar educación a los hijos, y en otros casos, no existían centros para este propósito, en la actualidad la escolaridad ha aumentado sustancialmente para los servicios de educación primaria y secundaria, con un promedio de 90.5% de la población en nivel de escolaridad, pese que el nivel no es el mejor, en relación a la tasa de analfabetismo nacional 6.80%. Esta zona al 2010, presentaba una tasa promedio de 10.13%. Se puede relacionar en este indicador como un elemento significativo la edad, corresponde en este indicador incluir a todas las personas mayores de 15 años, considerando al grupo de adultos mayores antes citados. No así en el nivel de bachillerato, en donde Bilbao registra la menor de las tasas, de igual manera los indicadores de asistencia a la educación superior son bajas, siendo la más baja la

registrada en la parroquia Puela. Un factor que se mantiene es la segregación de asistencia primaria por género, la población masculina según la tasa neta de asistencia a educación primaria corresponde al 95.8% de la población en relación al 90.8% de la femenina.

Un resultado evidente es el de la tasa neta de asistencia al nivel de educación secundaria de la población masculina con el 64.4%, porcentaje menor en relación a la femenina del 66.3%, valor relacionado en proporción al número de habitantes por género. Este valor contrasta con el 47% de la población que concluye el bachillerato, siendo el porcentaje mayor 60.26% que corresponde al segmento femenino.

Los procesos continuos de educación garantizan el desarrollo de una sociedad, un indicador alarmante es el de la continuidad y finalización de la educación superior, a estos centros alcanzan el 28% de la población masculina en contraste con el 18.4% de la población femenina, con una diferencia del 9.6% de la zona.

Las razones son variadas, normalmente en los sectores rurales se considera que los hijos son parte del apoyo laboral y económico, parte del sustento familiar, por lo que en algunos casos y dependiendo de la familia, la educación pasa a segundo plano, también sigue manteniéndose una estrecha connotación de desigualdad por género, entre facilitar la educación a dos hijos, el uno hombre y la otra mujer, se apoya al primero, se piensa que necesita más el varón por razones de responsabilidad al futuro en relación a la mujer, es más fácil que esta se encargue de labores que no demandan mayor preparación. La realidad económica es otro valor determinante para este proceso formativo, los centros de educación inicial primaria, hasta el bachillerato se encuentran en las mismas poblaciones, o muy cercanas a los centros de enseñanza desde la vivienda. No sucede lo mismo a nivel superior, los estudiantes

deben desplazarse a ciudades vecinas, representando un egreso mayor por condiciones de logística, manutención y costos en aranceles universitarios. A esto se suma el condicionante que, para invertir en estudios con un proceso eruptivo latente e ingresos inciertos en una deteriorada e inestable economía de los habitantes, es una opción que puede posponerse.

Es de rescatar y evidenciar que aún se mantienen comunidades donde la discriminación de género en el sector prevalece, el resultado es que la mujer sigue teniendo menos posibilidades de preparación, sumándose a los percentiles más bajos de la economía, sin un futuro cierto y a replicar en tiempo mediano el mismo patrón de calidad de vida.

El componente salud está ligado a un conjunto de circunstancias, unas que se arrastran en el tiempo y otras indiscutiblemente con el efecto volcánico. Según estadísticas vitales del INEC, 2014, el cantón Penipe ha tenido un incremento en la tasa de mortalidad desde el año 2010 que presentaba a esa fecha 327,22 (por cada 1.000 habitantes) la estadística varía en aumento al año 2013, presentando 824,45 (por cada 1.000 habitantes), las principales causas de mortalidad son la neumonía, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, cáncer gastrointestinal. Este valor se relaciona en que la mayor incidencia de muerte se encuentra en las personas de más de 65 años, grupo humano que, por sus condiciones de salud deterioradas con la edad, es proclive a sumar la estadística, en el año 2014 la tasa de mortalidad general fue de 9.8 por 1.000 habitantes, misma que corresponde a una tasa media por encontrarse en valores referenciales de 9 a 15 por 1000 habitantes (Registro Civil Penipe, 2010).

La tasa de mortalidad infantil corresponde al 47.6 por cada 1000 nacidos vivos, factor alarmante al ser más alta que la media provincial que se sitúa en 23.59 y de la nacional con 17.22 por mil (INEC, 2010).

En lo referente a la tasa de natalidad, como a la preferencia del sitio y forma de alumbrar, se han encontrado contextos muy marcados, estos están relacionados con la formación educativa e información que han alcanzado las mujeres en edad de concebir.

El nivel de fertilidad está relacionado con la edad y salud de las personas, en la zona de afectación volcánica en relación al número de habitantes tiene un porcentaje de mujeres en edad fértil del 44% con un promedio de maternidad del 0.40% con niñas y niños menores a cinco años de edad, lo que relacionado con otros factores hace que se presente una baja tasa de natalidad en el sector.

Contrastando la información entre los años 2013 y 2015, se puede decir que en relación al número de nacidos vivos por sexo y tipo de asistencia que recibieron estas familias hay un descenso en la natalidad en un número de cinco infantes. La atención preferencial que tienen estas madres y los nacidos está directamente relacionada a la educación de este grupo de madres jóvenes, que generalmente han concluido su etapa de bachillerato o incluso en proceso universitario, para acudir a recibir asistencia profesional lo hacen en los centros de salud públicos dispuestos para el efecto con un médico y en menor grado con un/una obstetra. En comparación con un par de décadas anteriores cuyas mujeres para la labor de parto tenían como primera opción la atención de una partera o una comadrona del sector, este factor se presentaba por dos aspectos. El primero estaba relacionado a las

condiciones de vida y económicas de la parturienta y el segundo, a la poca confianza o “vergüenza “de acudir a un profesional extraño para una labor tan íntima.

Se desprende de acuerdo a información proporcionada por los centros de salud como el Distrito 06D05 GUANO – PENIPE, 2014, con respecto a la población de los niños y niñas de un año de edad presentan buenas condiciones de salud y peso, indicadores básicos para esta edad en relación a los niveles de salud en la zona de afectación volcánica.

El complemento para un buen servicio de salud está relacionado con su infraestructura, en el cantón Penipe están distribuidos ocho espacios para servicios de salud, partiendo desde el centro cantonal con un Subcentro completo de salud y el CEBYCAM, que atienden a la población con los servicios médicos básicos y medios en orden de complejidad. Mientras que, en cuatro parroquias se encuentran ubicados Puestos de atención médica con los servicios básicos y de prevención para la población. Al ser un espacio geográfico rural, el programa de Seguridad Social ofrece al campesinado del país un programa integral denominado Seguro Social Campesino, que lo subsidia con el aporte de todos los trabajadores a nivel nacional. En el caso del cantón existe la cobertura por parte del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) con la dotación de dos Dispensarios médicos, adicionales a la cobertura del Ministerio de Salud Pública.

El nivel patológico al año 2014 está relacionado de acuerdo al número de mayor afectación a la salud humana, como cuadro general se sitúa en los primeros lugares las enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio. Así de las 20 principales causas

de morbilidad de la población de Penipe (se encuentran inmersas las personas que habitan en el área de afectación volcánica) las cinco primeras son: Amigdalitis Aguda (27%), Rinofaringitis Aguda (13%), Parasitosis intestinal (10%), Infección de vías urinarias (10%) y Faringitis aguda (9%) según estudios desarrollados por (Distrito 06D05 GUANO – PENIPE).

Como se puede corroborar el proceso infeccioso de vías respiratorias es recurrente y en varios niveles, en la tabla, las Infecciones respiratorias agudas, se encuentran entre las primeras, las mismas que están asociadas a la constante caída de ceniza del Volcán Tungurahua y a las condiciones climáticas variables de la zona de afectación.

Enfermedades gastrointestinales son un indicador de la carencia o mala asistencia de servicios sanitarios, para la región, las parasitosis, así como las enfermedades diarreicas agudas se deben al mal manejo de los alimentos, al consumo de agua entubada o en malas condiciones de almacenamiento, sumado a los malos hábitos de higiene y aseo personal y del hogar.

Las Infecciones del tracto Urinario aumentan con la omisión de la diuresis por “falta de tiempo” durante la larga jornada de trabajo del agricultor, así como de los malos hábitos e higiene personal.

Sucesos de esta magnitud provocan movimientos migratorios y de movilidad humana, España es el país de preferencia para la migración de la población del cantón, el caso de las poblaciones bajo influencia volcánica registra un flujo migratorio paulatino desde el año 2000 al 2014 de 31 ciudadanos, en un porcentaje del 75% lo han realizado

a España, mientras que el 25% complementario, lo hacen a Estados Unidos, Italia, Venezuela y Colombia en menor proporción.

Adicionalmente las comunidades han manifestado que durante los años 2013 al 2014 es cuando se dio una ola mayor de migración, 23 personas viajaron, equivalente al 75% del total que migró en busca de oportunidades de trabajo y estudios, como también por efectos de las erupciones volcánicas del Tungurahua.

Las ciudades más desarrolladas y con nivel de captación para un flujo de migración interna han captado personas en un 47,06%, de los casos registrados optaron por migrar a la cabecera provincial Riobamba, de alguna manera se apoyaban con alguna propiedad que habían adquirido con antelación o la protección de un familiar, un porcentaje considerable se desplazó a Quito con el 11,06%, a la provincia de Bolívar a la localidad de Chillanes un 5,18%, mientras que, a Guano en un porcentaje del 4,71% y a Guayaquil con el 3,76% (INEC, 2010). En este desplazamiento interno según el INEC con datos del censo poblacional y de vivienda (2010), la cantidad que se registró de desplazados a los distintos puntos del país corresponde a 425 personas que dejaron su lugar natal. Analizando la Movilidad de la población que más han migrado corresponde a las parroquias de Puela, El Altar y Bilbao en lo referente a migración interna, siendo influenciada mayormente por las continuas erupciones del volcán Tungurahua, la migración interna representa el 12,8% de la población total, dicha población está localizada en las primeras ciudades del país, en Guayaquil, Santo Domingo, Salinas, Esmeraldas, Quito, Riobamba, Ambato, Latacunga y Cuenca, una mínima parte lo ha hecho a Baños, Puyo y Macas. La migración externa e interna no demuestra un porcentaje elevado en base a la población existente, por

ejemplo el caso de Bilbao que ha sido uno de los más afectados por fenómenos volcánicos o la pobreza extrema, es del 2% considerando la población de este sector de 196 habitantes, contrastando por ejemplo con Penipe de 2089 habitantes la migración es del 0,6%, respaldando la información con el INEC Censo poblacional y vivienda 2010 en una relación matemática simple, la población externa fuera del país representa el 2,52% sin embargo, cabe el hecho de que el proceso de erupción del Tungurahua ha motivado al desplazamiento de poblaciones al interior del cantón y fuera del mismo, estas salidas ocasionan problemas como la disfunción familiar y abandono de hogares. También se debe considerar la salida temporal de la juventud buscando fuentes de trabajo y superación educativa en el ámbito universitario.

Los indicadores económicos relacionan el componente de desempeño de la sociedad, La población económicamente activa del cantón Penipe es de 2979 personas. De este total 1919 se ubican en el sector primario ejecutando actividades propias de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, 248 personas se ubican en el sector secundario ejecutando actividades propias de las industrias y manufacturas, 570 en el sector terciario ejecutando actividades relacionadas con la prestación de servicios, 181 personas no han declarado sus actividades económicas y 61 personas se ubican en el sector del desempleo pues no son considerados productivos.

La carencia de inversión privada en la provincia de Chimborazo está relacionada con los escasos espacios creados a nivel industrial, cualquiera sea su magnitud, grande, mediana o pequeña, los procesos económicos de inversión más bien se han canalizado por la generación de fuentes de trabajo e inversión en pequeñas y medianas empresas en asociación de objetivos comunes, el acelerado crecimiento poblacional que soporta



la ciudad de Riobamba, debido a flujos de movilización interna desde los sectores rurales o provincias vecinas como Bolívar y Zamora, en primera instancia por intereses educativos y luego este contingente humano demanda por mano de obra.

La provincia es generadora de materia prima, la misma que se comercializa de manera directa para consumo del mercado local y regional de ciertas provincias de la costa como Guayas y El Oro, muy poco se ha hecho por convertir esta en productos terminados, lo que mejoraría al sector económico del lugar. Otro factor que afecta directamente al despegue financiero está relacionado con la cercanía a la provincia de Tungurahua y a la ciudad de Ambato, sector industrial y comercial con gran sitial a nivel nacional, convirtiéndose en una sombra para Chimborazo.

Entre los años 2009 – 2011 se observa un valor promedio en la tasa de empleo y subempleo del 17.5% y 80% respectivamente, ampliamente se registra que la ciudadanía en edad laboral lo hace subempleada en un porcentaje muy elevado, mientras el grupo de desocupados alcanzaba el 2,52% de este segmento a nivel provincial, generando estancamiento de la población.

En el sector de incidencia la parroquia con la mayor tasa de desempleo es Puela con 0,32% mientras que, Bilbao no presenta desocupación con el 0,00%.

La parroquia dentro del contexto de estudio con el mayor número de personas en situación de desempleo, Puela con un caso, corresponde al género femenino.

Realizando un contraste con la tasa de desempleo a nivel cantonal se evidencia que el nivel de desempleo se divide en un total de 37 hombres y 24 casos en mujeres.

El desempleo temporal se produce cuando muchos estudiantes se ponen a buscar trabajo, ya sea en actividades de construcción, agrícolas o de comercio.

Al considerar que la zona presenta una vocación mayoritariamente agrícola con diversidad de productos y ganadera para producción lechera, se puede ratificar en el caso de Puela que las personas que presentan desempleo es por alguna condición que no le permite desempeñarse en estas actividades, que podrían ser, la edad, enfermedad o algún tipo de discapacidad, los habitantes de la parroquia, si no son propietarios de terreno y que cultivan su parcela, emplean su contingente laboral como peones (mano de obra en actividad agrícola desempeñada manualmente por una remuneración, misma que percibe en el día de trabajo alimentación y ningún tipo de beneficio social) con un nivel de demanda muy alto para estas actividades. En el análisis a la parroquia de Bilbao, se encuentra que no existen personas sin actividad laboral, los habitantes se dedican a las mismas actividades de la parroquia Puela, con un adicional de comercio de productos exóticos hacia los centros de acopio en Baños, Riobamba o Ambato, actividad que involucra a toda la familia, incluidos peones para completar la actividad.

La relación entre los sectores económicos por ramas de actividad, de la zona de afectación está conformada por 671 personas distribuidas por segmentos de actividad, en la siguiente conformación. El gran segmento corresponde al sector primario con un número de trabajadores de 348, estas personas se desempeñan ejecutando actividades propias de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, 16 personas se ubican en el sector secundario desarrollando actividades propias de las industrias y manufacturas, 38 están inmersos en el sector terciario realizando actividades relacionadas con la prestación de servicios, se registran a 11 personas que no han declarado sus actividades

económicas y, 1 persona se encuentra en el sector del desempleo, este segmento no es considerado productivo.

Como resultado de la actividad productiva el principal producto agrícola de la zona de afectación es el maíz, el mismo que se cultiva en todos los asentamientos humanos, de gran importancia alimentaria para los pueblos andinos es la papa, que está en proceso de recuperación su diversidad de variedades gracias al esfuerzo del Ministerio de Agricultura, llegando hoy a ofrecer 220 variedades seleccionadas, estas cultivadas en 9 comunidades, la adaptación por variedades de fréjol ha permitido cultivar esta legumbre de frutos grandes en 8 comunidades, la manzana de acuerdo al piso altitudinal se ha adaptado muy bien en 13 comunidades, la mora como producción frutal es de reciente aceptación por parte de los agricultores al tener buena demanda en el mercado local, se cultiva en 7 comunidades, la haba corresponde a un piso de zona media y alta, se cultiva en 5 comunidades, el tomate de árbol se siembra en 4 comunidades, fruta muy apetecida, su producción demanda mucho cuidado a los cambios de temperatura y humedad, como producto de comercialización ligera la producción de la zanahoria amarilla se la hace en 3 y finalmente tomate riñón o para ensalada en 2 comunidades, todos estos cultivos para autoconsumo y el excedente para la comercialización, mismos que requieren en ésta época asistencia técnica por parte del organismo responsable del sector primario (Gondard & León Velasco, 2001).

En el territorio también se cultivan en pequeñas superficies y de manera dispersa arveja, chocho, melloco, aguacate, granadilla, frutilla, quinua, claudia, pera, durazno, cítricos y una gran variedad de hortalizas, cereales y frutas en relación al piso climático, para el autoconsumo y la comercialización en mercados de Riobamba y Baños preferentemente.

El uso de suelo y cobertura El cantón históricamente se ha destacado en el contexto provincial por su potencial frutícola, las zona de Puela, y sus comunidades al beneficiarse de varios pisos altitudinales, sumados al tipo de suelo arenoso le han permitido desarrollar una diversidad de árboles frutales de excelente calidad, con una producción rentable para el medio circundante, lamentablemente los últimos diecisiete años por la reactivación del volcán Tungurahua, la carente aplicación de tecnología, escasa cantidad de agua por sistemas de regadío y los limitados recursos económicos para la implementación de nuevos huertos y el mejoramiento de los ya existentes, ha hecho que la producción de manzana, durazno, claudia y pera haya disminuido notablemente, en el mayor porcentaje de asentamientos humanos se evidencia que las huertas existentes, hoy son huertos viejos, deteriorados o sin mantenimiento, los fruticultores mayoritariamente se olvidaron de mejorar los huertos con variedades resistentes al ambiente y a la calidad en relación a la competencia del mercado muy cercano, la provincia de Tungurahua es un fuerte competidor en este sentido, pensaron que con haber sembrado algún día, o adquirieron la propiedad con huerto, a este no había que dedicarlo tiempo y afán. Actualmente la producción ha pasado a convertirse en abastecimiento de autoconsumo familiar, pretender alcanzar el mercado se vuelve exigente y competitivo con relación a la calidad de la fruta nacional e importada, exceptuando algunos casos muy específicos, se ha reinvertido en las huertas de manera continua y permanente, pese a dificultades de tipo natural y social (robo de fruta), existe otro panorama de producción. En estas condiciones no se pueden identificar valores reales del rendimiento y volumen de oferta de estos productos.(Cuesta, Francisco et al., 2012)

Adicionalmente a los cultivos tradicionales del sector, por asesoramiento de técnicos agropecuarios que han sido capacitadores durante este proceso natural y en coordinación con las Juntas Parroquiales, se han emprendido proyectos con cultivos no tradicionales como son la mora, la frutilla, granadilla, taxo. La apicultura y el tratamiento de productos derivados, entre otros.

Como elemento analítico puedo expresar que la zona de estudio cubre una superficie de 2870.53 hectáreas con vocación agrícola, de las cuales 943.49 se encuentran cultivadas con diferentes asociaciones de productos, por razones antes descritas, se evidencia una subutilización del suelo cultivable en más del 60%. Factores migratorios, poco incentivo del mercado, falta de recursos económicos para emprender proyectos agropecuarios, porcentaje elevado de personas jóvenes que no les interesa desarrollar y emprender estas actividades, sumada la incertidumbre eruptiva, ha postergado este segmento de producción. Hasta antes de la erupción del Tungurahua muy próspero, con personas empoderadas de su entorno y muy definidas en sus actividades (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

El proceso eruptivo ha marcado negativamente el segmento de movilidad y transporte, la carretera principal que conecta Riobamba y Baños pasa por la zona de máxima afectación volcánica, es así que, en un tramo aproximado de 20 Km, se cruzan 14 quebradas que son lugares de desfogue natural del volcán en períodos de erupción, en el mismo tramo los daños han sido cuantiosos que han desaparecido más de 10 puentes con diferentes características de construcción. La vía pese a tantas veces que se ha intentado reabrir, han sido vanos los esfuerzos, nuevamente se ha visto afectada, hoy encontrándose en una situación de abandono, solo permitiéndose con alto riesgo la

circulación hacia las comunidades y la parroquia de Bilbao, afectando drásticamente a los pobladores que habitan en la zona pese a las dificultades que conlleva hacerlo.

Independientemente de esta realidad, el cantón cuenta con diferentes tipos de vías que enlazan diferentes sectores que dinamizan la economía y calidad de vida de sus pobladores, mismas que se articulan en un sistema vial con varios ordenes, desde los servicios viales que se encuentran en la ruta principal Riobamba – Baños, hasta caminos denominados roderas y que son los que dan servicio a las zonas más alejadas y difíciles de llegar. Para este segmento es menester analizar el sistema vial en su conjunto y no de una manera individual para la zona de afectación, al ser un servicio que, en todo tiempo, sea este de crisis u ordinariamente, debe ser fundamental para el buen vivir de los ciudadanos que requieren moverse por el sector nor oriental de la provincia de Chimborazo. Estructuralmente se encuentran conformadas por 11,88 km de vías principales, 66,60 km de vías secundarias, 132,29 km de vías terciarias, con 25,57 km de calles y 109,62 km de caminos o roderas, abarcan un total de 345,96 km de red vial y de transporte (Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe, 2015).

Las parroquias están conformadas, generalmente por una vía principal de acceso a la cabecera parroquial de primer orden y de esta por vías de diferentes tipos hacia las diferentes comunidades, en este orden, Bayushig cuenta con 25,40 km de vías dentro de su territorio, la parroquia Bilbao 24,81 km, El Altar 62,01 km, La Candelaria 52,93 km, Matus 32,68 km, Penipe 91,65 km y finalmente la parroquia Puela 56,48 km.

En estos espacios y complementariamente al crecimiento cantonal, deben los servicios articularse con el transporte público, desgraciadamente en el cantón

Penipe existe un déficit en el servicio de transporte público. No existen cooperativas de taxis o de camionetas en el territorio, el servicio de autobuses presta la transportación a todas las poblaciones parroquiales excepto Bilbao por su ubicación de difícil acceso desde la reactivación del volcán Tungurahua.

Los habitantes de la parroquia Bilbao para trasladarse hacia su hogar o para salir hacia los cantones vecinos tienen que pedir ayuda a vehículos particulares que recorren la vía, pueden pasar varios minutos esperando movilización, esta situación genera riesgos, pues pueden ser sujetos de robos y asaltos. No existe una estación terminal y tampoco un sistema de paradas de buses definidas.

Todas las comunidades utilizan los servicios de vecinos o comuneros para poder trasladarse hacia los diferentes destinos en caso de emergencias haciendo de éste un servicio privado. Existen dos cooperativas de autobuses de transporte público en el cantón con diferentes horarios, destinos y frecuencias, la cooperativa “Bayushig” y la cooperativa “Transportes Penipe”. Adicionalmente el servicio de transportación está vinculado a las cooperativas de transporte que viajan entre la ciudad de Riobamba y Baños o Puyo de manera bidireccional con horarios establecidos y que recorre la vía principal, dejando alejados a los poblados rurales desde hace varias décadas, todos los días de la semana. El traslado de los pobladores está sujeto a tiempos establecidos y definidos, con la crisis que ha vivido este sector, la transportación que cubre el servicio a la zona rural del cantón es de vital importancia. Adicionalmente existe una cooperativa de transporte pesado “4 de octubre” que cubre todo el territorio para el servicio de carga.

## **REFLEXION**

Algo determinante en el Ecuador ha sido la falta de planificación en todos los ámbitos de manera especial en lo que respecta a ordenamiento territorial, los asentamientos humanos se manifiestan en laderas, quebradas, zonas fangosas, etc., lo que finalmente conlleva al ser humano a estar más expuesto a los riesgos y por lo tanto ser más vulnerable.

Gestión de Riesgos debe hacer mucho por la población con políticas de visión global. El ser humano pierde su identidad cuando por desastres como estos deben ser movilizados, reubicados y reasentados, es extremadamente delicado mantener estas acciones a largo plazo, una política de prevención ayuda a mitigar el dolor humano. Nuestro Patrimonio debe ser la prevención.

Como una forma de paliar los estragos y devolver las viviendas para ser habitadas en los procesos de retorno, complementando con la infraestructura pública, los gobiernos locales y gobierno central luego de los eventos eruptivos y manifestaciones volcánicas del Tungurahua desde 1999, se han preocupado únicamente de la reparación de techos con materiales similares a los existentes sin dar una solución a largo plazo, en otros casos no se han reparado ni cambiado techos, los estudiantes sufren diariamente las consecuencias de la caída de ceniza y conviven con ella dentro de sus aulas vetustas, como es el caso de los estudiantes en la parroquia Bilbao. Situación similar acontece con el mantenimiento incipiente de la única vía de comunicación entre Riobamba a Baños. En resumen, no se ha realizado con antelación ningún programa o proyecto para salvaguardar estos bienes físicos, tanto privados como públicos y prevenir su deterioro, pero a donde más se debió volcar todo esfuerzo es a proteger la salud y finalmente la vida de los usuarios.



Es de esperarse que, si se cuenta con una política pública que garanticen la seguridad de sus usuarios, sumándose a ello una verdadera planificación territorial que incluya la variable riesgos, se puede decir que se está poniendo en práctica los preceptos constitucionales, apoyando al nuevo modelo de gestión que se cuenta con una población mejor protegida, saludable y menos vulnerable.

Con mucha verdad María Jesús Izquierdo (2008, p. 10) (referido, (Silva, 2011, p. 18)) señala, “la reducción del riesgo constituye un imperativo moral si tomamos en consideración la pérdida de vida de seres humanos, el gran sufrimiento humano y las repercusiones a largo plazo que los desastres tienen en materia de desarrollo, lo que no siempre es fácil cuantificar”.

Cómo no hay recetas únicas e idénticas en el mundo para estos desafíos, ya que los escenarios son diversos, en el Ecuador, el gobierno instaurado a inicios del 2007, llegó con la consigna de cambiar la forma de gobernar, sobre esa premisa, se estableció una nueva visión sobre el tema de riesgos y, en consecuencia, se inició un proceso sostenido de reforma institucional dirigido a lograr la reducción de la vulnerabilidad de la sociedad ecuatoriana, frente a los múltiples riesgos que existen en el territorio nacional. La primera meta fue crear el marco constitucional apropiado y armar las estructuras gubernamentales para que puedan responder al mandato de la carta fundamental que les exige enfrentar las emergencias o desastres de forma coordinada, evitando la duplicación de esfuerzos y el uso no planificado de recursos, como ha sucedido tantas veces en el país, incorporando un componente de gestión de riesgos en la gestión propia de su ámbito. La ley está creada, lo fundamental es usarla.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

- 2022, G. de D. y O. T. 2012. (2015, octubre 15). Plan de Desarrollo Municipio de Penipe. Recuperado a partir de <http://penipe.gob.ec/sitio/>
- Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales. México: Pearson Educación, Prentice Hall.
- Borrero, C., & Toro-Toro, L. M. (2015). Vulcanismo de afinidad adaquítica en el miembro inferior de la formación combia (mioceno tardío) Al sur de la subcuenca de amaga, noroccidente de colombia. Boletín de Geología, 38(1). Recuperado a partir de <http://www.scielo.org.co/pdf/boge/v38n1/v38n1a07.pdf>
- Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, 2009. (2009). Desarrollo territorial del cantón Penipe: previniendo las consecuencias de la activación del volcán Tungurahua. Lima: Secretaria General de la Comunidad Andina.
- Craig, J. R., Vaughan, D. J., & Skinner, B. J. (2007). Recursos de la tierra: origen, uso e impacto ambiental. Madrid: Pearson.
- Cuesta, Francisco, Muriel, P, Beck, S, Meneses, R.I., Halloy, S, Salgado, S, ... Becerra, M.T. (2012). Biodiversidad y cambio climático en los Andes Tropicales (2012, CONDESAN ed.). Quito.
- Desarrollo de una metodología para el analisis del riesgo volcanico en el marco de un sistema de informacion geografica.PDF. (S/F).
- Eduardo Chiriboga, (primero). (2008). Experiencias significativas de desarrollo local frente a los riesgos de desastres. Recuperado a partir de [www.comunidadandina.org](http://www.comunidadandina.org)
- GAD\_Bilbao. (2011). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Bilbao.
- GAD\_Puela. (2015). Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial.
- García, Luz, & Schlatter, Juan, J. (2012). Caracterización de suelos a lo largo de un gradiente altitudinal en Ecuador. Universidade Federal Rural de Pernambuco Brasil, 7, 10. <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i3a1736>

- Garmendia Salvador, A. (2008). *Evaluación del impacto ambiental*. Madrid: Pearson Prentice Hall.
- Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Penipe. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Penipe*. Recuperado a partir de <http://www.penipe.gob.ec/index.php/canton/plan-de-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-del-canton-penipe>
- Gondard, P., & León Velasco, J. B. (Eds.). (2001). *Dinámicas territoriales: Ecuador, Bolivia, Perú Venezuela* (1. ed). Quito: Colegio de Geógrafos del Ecuador: Corporación Editora Nacional: Institut de recherche pour le développement: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Hoof, B. van, Monroy, N., & Saer, A. (2007). *Producción más limpia: paradigma de gestión ambiental*. Bogotá: Universidad de los Andes, Facultad de Administración.
- Largacha, A. P. (1999). El final del reino Antiguo egipcio: Cambios constantes. *Espacio, tiempo y forma. Serie II, Historia antigua*, (12), 13–32.
- Le Pennec, J.-L., Escuela Politécnica Nacional (Quito, E., Instituto Geofísico, & Institut de recherche pour le développement (France). (2005). *Los peligros volcánicos asociados con el Tungurahua*. Quito: Corporación Editora Nacional.
- Luna Milton, & Aspiazu Patricia. (2004). *Geografía del Ecuador (Segunda Edición)*. Quito: D´VINNI.
- Mahomedy, M. C., Downing, J. W., Jeal, D. E., & Coleman, A. J. (1976). Anaesthetic induction for Caesarean section with propanidid. *Anaesthesia*, 31(2), 205–211.
- Natenzon E, C. (1995). *Catastrofes naturales, riesgo e incertidumbre*. FLACSO, (197), 21.
- Nebel, B. J., Wright, R. T., & Javier Dávila, F. (1999). *Ciencias ambientales: ecología y desarrollo sostenible*. México: Prentice Hall.
- Ortiz, E. A., Toulkeridis, T., & Marín, W. D. (2006). *El volcán Cotopaxi, una amenaza que acecha: un enfoque a la gestión del riesgo volcánico en el Ecuador: Proyecto PREVOLCO*

- “Prevención de los Riesgos Asociados con la Erupción de Volcán Cotopaxi”. Fundación FOES.
- Páez, P. A. de, Tamayo, M. L., & Torre, J. G. de la. (2004). Geografía del Ecuador. Cultural.
- Paucar, J. (2016, abril). Tesis Doctoral Riesgos y O\_Territorial Guaranda.pdf. Universidad de Valencia.
- Ponce Leiva, J., Centro de Estudios Internacionales (Barcelona, Spain), & FLACSO (Organization) (Eds.). (2005). Emigración y política exterior en Ecuador (1ra. ed). Quito: Centro de Estudios Internacionales: FLACSO, Sede Académica de Ecuador : Abya Yala.
- Robert Hofstede, Calles, Juan, López Victor, Polanco Rocío, Torres Fidel, Ulloa Janett, & Cerra Marcos. (2014). LOS PÁRAMOS ANDINOS ¿Qué sabemos? UICN, Quito, Ecuador. Recuperado a partir de [www.uicn.org/sur](http://www.uicn.org/sur)
- Rodríguez Benítez, M. M. (2008). El proceso eruptivo del volcán Tungurahua y su impacto en la población de Cotaló. Recuperado a partir de <http://repositorio.iaen.edu.ec/handle/24000/385>
- Secretaría de Gestión de Riesgos – Zona 3. (2015). Plan de contingencia Volcán Tungurahua - Chimborazo 2015. Secretaría Riesgos Zona 3. Recuperado a partir de Secretaria Nacional de Riesgos
- Silva, S. (2011). La gestión de riesgos y su incidencia en la vulnerabilidad de los centros educativos del cantón penipe provincia de chimborazo. Universidad Técnica Ambato, Ambato.
- Silva León, G. (2002). Clasificación de pisos térmicos en Vezuela, 43(2)2002, 311-328(2), 18.
- Terán, M., & Ortega, J. A. S. (2002). Las guerras de independencia en la América española. El Colegio de Michoacán AC. Recuperado a partir de <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=16tnhpDe0g0C&oi=fnd&pg=PA5&dq=%22de+Tungurahua+de+1871+Y+el+Censo+de+la+ciudad+de+Ambato+de%22+%22despu%C3%A9s+de+las+guerras+de+independencia+co->

mienza+quebrando+la%22+%22el+6+de+Mayo+de+1851,+cuando+Ambato+se+con-  
vierte+en+parte+integrante+de%22+&ots=krSZAb1mTJ&sig=eennrUeQMhZ21jsW4-  
wkSWIO4Ug

Toulkeridis, T. (2013). Volcanes activos: Ecuador. Quito: ESPE.

Vásquez Cerón, A., Buitrago Castro, A. C., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt, & Proyecto Páramo Andino (Eds.). (2011). El gran libro de los  
páramos. Bogotá, D.C., Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos  
Alexander von Humboldt: Proyecto Páramo Andino.

Villena Rodríguez, M. (2000). Demografía, mercado de trabajo y política de inmigración España  
versus U.E. B - EUMED. Recuperado a partir de <http://public.ebib.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=3203041>