

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO  
FRENTE A FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS  
EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA"**

Realizado por:

**ING. GEOG. BLANCA ELIZABETH SIMBAÑA CHORLANGO**

Director del proyecto:

**ING. FABIO VILLALBA MSC.**

Como requisito para la obtención del título de:

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 31 de Julio de 2014



## **DECLARACIÓN JURAMENTADA**

Yo, BLANCA ELIZABETH SIMBAÑA CHORLANGO, con cedula de ciudadanía # 171399953-8, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

.....

Blanca Elizabeth Simbaña Chorlango

C.C.: 171399953-8

## **DECLARATORIA**

El presente trabajo de investigación titulado:  
**“ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO FRENTE A  
FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN  
PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA”**

Realizado por:  
**BLANCA ELIZABETH SIMBAÑA CHORLANGO**

como Requisito para la Obtención del Título de:

**MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

ha sido dirigido por el Profesor

**FABIO VILLALBA**

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

Ing. Fabio Villalba MSc.

**DIRECTOR**

**LOS PROFESORES INFORMANTES**

Los Profesores Informantes:

**JOSÉ GABRIEL SALAZAR**

**KARLA LAVANDA**

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante  
el tribunal examinador

Ing. José Gabriel Salazar

Ing. Karla Lavanda

Quito, 25 de Julio de 2014

## **DEDICATORIA**

A Dios por la vida misma y por ser mi luz y esperanza sobre todo en los momentos más difíciles de mi existencia.

A mi esposo Paúl por su amor y apoyo incondicional.

A mi hijo Jossueth Sebastián fuente de inspiración, cariño y amor.

A ese pequeño ser que espero con mucho amor y paciencia.

*Blanca Elizabeth*

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia, amig@s y todas las personas que me han apoyado, por compartir buenos y malos momentos durante mi vida.

Al Ingeniero Fabio Villalba tutor de este proyecto.

A todos mis profesores de la maestría por sus enseñanzas.

A mis compañer@s de trabajo, en especial al Ingeniero Rigoberto Lucero por su aporte técnico en el aspecto de clima e hidrología.

Al MAGAP y al IEE por la información proporcionada.

*Blanca Elizabeth*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
CAPÍTULO I. GENERALIDADES .....	1
1.1    Introducción .....	1
1.2    Antecedentes .....	1
1.3    Justificación.....	4
1.4    Descripción general de la zona de estudio .....	5
1.4.1  Ubicación .....	5
1.4.2  Caracterización general del cantón Pedro Moncayo .....	8
1.5    Objetivos .....	14
1.5.1  Objetivo general .....	14
1.5.2  Objetivos específicos .....	14
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	16
2.1    Fenómeno natural.....	16
2.2    Amenaza/Peligro Natural .....	16
2.2.1  Amenaza geológica .....	18
2.2.2  Amenaza hidrometeorológica .....	18
2.2.2.1 Heladas .....	19
2.2.2.1.1 Factores .....	20
2.2.2.2 Sequía.....	21
2.2.2.2.1 Factores .....	23
El viento, evaporación y radiación solar, favorecen la pérdida de humedad del suelo provocando la ocurrencia de la sequía. ....	24



2.2.2.3	Exceso de humedad.....	24
2.2.2.3.1	Factores .....	24
2.2.2.4	Granizada .....	25
2.3	Vulnerabilidad.....	26
2.3.1	Vulnerabilidad físico-estructural.....	27
2.3.2	Vulnerabilidad socioeconómica .....	27
2.3.3	Vulnerabilidad ecológica .....	28
2.3.4	Vulnerabilidad política.....	28
2.3.5	Vulnerabilidad legal .....	28
2.3.6	Vulnerabilidad institucional .....	28
2.4	Susceptibilidad .....	29
2.5	Elemento expuesto .....	29
2.6	Riesgo.....	30
2.7	Sector agropecuario.....	30
2.8	Cobertura y uso de la tierra .....	30
2.9	Sistemas productivos.....	31
2.10	Herramientas y técnicas de uso general .....	32
2.10.1	Teledetección .....	32
2.10.2	Sistemas de Información Geográfica .....	33
2.10.3	Fotografía aérea e imagen satelital.....	33
2.11	Marco Legal y Normativo de la Gestión del Riesgo en Ecuador.....	34
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....		39
3.1	Recopilación de información .....	42
3.2	Evaluación, selección y estructuración de información .....	44
3.3	Mapeo de susceptibilidades y elementos vulnerables .....	44
3.3.1	Identificación de los fenómenos naturales hidrometeorológicos que constituyen amenazas para las actividades agropecuarias .....	44

3.3.1.1	Heladas .....	46
3.3.1.1.1	Generación de zonas de temperatura mínima .....	47
3.3.1.1.2	Determinación de zonas de clases de pendiente .....	50
3.3.1.1.3	Generación de la matriz de cruzamiento.....	52
3.3.1.1.4	Cruce de capas y aplicación de matriz .....	52
3.3.1.1.5	Mapa de zonas susceptibles a heladas .....	53
3.3.1.2	Sequía.....	54
3.3.1.2.1.	Base de datos .....	55
3.3.1.2.2.	Zonas de susceptibilidad a la sequía .....	56
3.3.1.2.3.	Mapa de susceptibilidad a la sequía .....	57
3.3.1.3.	Exceso de humedad.....	59
3.3.1.3.1.	Balance hídrico climático.....	59
3.3.1.3.2.	Período húmedo y vegetativo .....	61
3.3.1.3.3.	Fases fenológicas de las plantas .....	62
3.3.1.3.4.	Mapa de susceptibilidad al exceso de humedad.....	64
3.3.1.4.	Granizada .....	67
3.3.2	Identificación de elementos vulnerables .....	68
3.3.2.1.	Cobertura y uso de la tierra.....	68
3.3.2.2.	Sistemas productivos .....	70
3.4.	Análisis de vulnerabilidad.....	72
3.4.1.	Variables e indicadores (elementos vulnerables).....	73
3.4.2.	Ponderación de elementos vulnerables (sector agropecuario) y fenómenos naturales hidrometeorológicos.....	73
3.4.2.1.	Elemento vulnerable (sector agropecuario) .....	74
3.4.2.2.	Susceptibilidad a heladas .....	77
3.4.2.3.	Susceptibilidad a la sequía .....	78
3.4.2.4.	Susceptibilidad al exceso de humedad.....	79

3.4.3.	Diseño de matrices de combinación.....	79
3.4.4.	Niveles de vulnerabilidad.....	81
3.4.5.	Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas.....	82
3.4.6.	Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía .....	83
3.4.7.	Vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad.....	84
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		86
4.1	Caracterización de los elementos expuestos .....	86
4.1.1.	Cobertura y uso de la tierra .....	86
4.1.2.	Sistemas productivos.....	96
4.2	Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas.....	104
4.3	Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía .....	110
4.4	Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad..	115
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		123
5.1	Conclusiones .....	123
5.2	Recomendaciones.....	124
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		126
ANEXOS.....		144
ACRÓNIMOS.....		168

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1.	Coordenadas extremas zona de estudio.....	7
Tabla 2.	Parámetros del SIRGAS-95 .....	39
Tabla 3.	Clasificación de susceptibilidad a heladas por temperaturas mínimas .....	49
Tabla 4.	Descripción y simbología de la pendiente .....	50
Tabla 5.	Clasificación de susceptibilidad a heladas por pendiente .....	51
Tabla 6.	Matriz de cruzamiento de Temperaturas mínimas medias vs Pendientes.....	52

Tabla 7. Categorías de Índice de severidad de sequía meteorológica .....	56
Tabla 8. Categorías de Exceso de humedad - cultivo de maíz .....	63
Tabla 9. Categorías de Exceso de humedad - cultivo de cebada.....	63
Tabla 10. Categorías de Exceso de humedad - cultivo de trigo .....	63
Tabla 11. Categorías de Exceso de humedad - cultivo de papa .....	64
Tabla 12. Categorías de Cobertura de la tierra y Sistemas productivos.....	73
Tabla 13. Ponderación de categorías de Cobertura de la Tierra y Sistemas Productivos (sector agropecuario).....	75
Tabla 14. Categorías de Áreas Agropecuarias .....	77
Tabla 15. Ponderación Susceptibilidad a heladas .....	78
Tabla 16. Ponderación Susceptibilidad a la sequía .....	78
Tabla 17. Ponderación Susceptibilidad al exceso de humedad .....	79
Tabla 18. Matriz de Combinación del Sector Agropecuario ante las Heladas.....	80
Tabla 19. Matriz de Combinación del Sector Agropecuario ante la Sequía .....	80
Tabla 20. Matriz de Combinación del Sector Agropecuario ante el Exceso de humedad .....	81
Tabla 21. Niveles de vulnerabilidad.....	81
Tabla 22. Superficie según tipo de cobertura agropecuaria .....	87
Tabla 23. Superficie según tipo de cobertura no agropecuaria .....	89
Tabla 24. Numero de UPAs por tamaño y superficie .....	97
Tabla 25. Superficie por Sistemas de Producción, según área agropecuaria .....	99
Tabla 26. Temperaturas (°C) mínimas medias mensuales y anual, estación Tomalón .....	106
Tabla 27. Superficie por nivel de vulnerabilidad del sector agropecuario ante heladas .....	107
Tabla 28. Precipitación (mm) media mensual y anual, estación Tomalón .....	110
Tabla 29. Temperatura (°C) media mensual y anual, estación Tomalón .....	111
Tabla 30. Superficie por nivel de vulnerabilidad del sector agropecuario ante la sequía .....	114
Tabla 31. Precipitación media mensual y precipitación mediana mensual en mm, estación Tabacundo .....	116
Tabla 32. Valores de precipitación, ETP, ER para la estación Tabacundo .....	118

Tabla 33. Superficie por nivel de vulnerabilidad del sector agropecuario ante el exceso de humedad .....	120
--	-----

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Relación Altitud-Temperatura atmosférica.....	48
Gráfico 2. Porcentaje de cobertura agropecuaria .....	90
Gráfico 3. Porcentaje de sistemas productivos agropecuarios, según categoría .....	99
Gráfico 4. Temperaturas mínimas medias y mínimas absolutas, estación Tomalón .....	105
Gráfico 5. Diagrama Ombrotérmico .....	113
Gráfico 6. Balance de agua climático para estación Tabacundo .....	117
Gráfico 7. Períodos de humedad para la localidad de Tabacundo, según el balance hidrológico climático .....	119

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Mapa de Ubicación .....	6
Figura 2. Mapa de División Política Administrativa.....	7
Figura 3. Mapa de Áreas Naturales (Bosque Protector Jerusalén).....	14
Figura 4. Esquema metodológico .....	41
Figura 5. Cartografía base .....	43
Figura 6. Mosaico de ortofotos del cantón Pedro Moncayo .....	43
Figura 7. Ubicación de estaciones meteorológicas .....	46
Figura 8. Susceptibilidad a heladas .....	53
Figura 9. Susceptibilidad a la sequía .....	57
Figura 10. Susceptibilidad al exceso de humedad - maíz .....	65
Figura 11. Susceptibilidad al exceso de humedad - cebada .....	65
Figura 12. Susceptibilidad al exceso de humedad - trigo.....	66
Figura 13. Susceptibilidad al exceso de humedad - papa.....	66

Figura 14. Cobertura y uso de la tierra.....	70
Figura 15. Sistemas productivos .....	71
Figura 16. Modelo Conceptual para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a heladas.....	83
Figura 17. Modelo Conceptual para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía.....	84
Figura 18. Modelo Conceptual para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad .....	85
Figura 19. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas.....	108
Figura 20. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía .....	113
Figura 21. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad.....	120

## **LISTA DE FOTOGRAFÍAS**

Foto 1. Vista panorámica de la ciudad de Tabacundo.....	8
Foto 2. Monumento a la rosa, Sector la Y .....	10
Foto 3. Relieves con ondulaciones suaves a planas y vertientes abruptas e irregulares .....	11
Foto 4 y 5. Páramo herbáceo, Sector Laguna de Mojanda.....	11
Foto 6 y 7. Vía asfaltada con peaje, Sector Cochasquí y vía asfaltada entrada a Tocachi.....	12
Foto 8 y 9. Acequia Tabacundo y Canal de riego Cayambe-Pedro Moncayo en construcción	13
Foto 10. Pasto cultivado, sector Tupigachi .....	91
Foto 11. Asociación de cultivos maíz-cebada-papa-pasto, sector Tupigachi .....	93
Foto 12. Cultivo de maíz, sector La Esperanza.....	93
Foto 13. Cultivo de frutilla, sector Cajas .....	94
Foto 14. Cultivo de frutales, sector Cubinche .....	95
Foto 15. Cultivo de rosas, sector Tabacundo .....	96

## **LISTA DE MAPAS**

Mapa 1. Mapa base.....	131
Mapa 2. Mapa de ubicación de estaciones meteorológicas.....	132
Mapa 3. Mapa de susceptibilidad a heladas .....	133
Mapa 4. Mapa de susceptibilidad a la sequía .....	134
Mapa 5. Mapa de susceptibilidad al exceso de humedad - maíz.....	135
Mapa 6. Mapa de susceptibilidad al exceso de humedad - cebada .....	136
Mapa 7. Mapa de susceptibilidad al exceso de humedad - trigo.....	137
Mapa 8. Mapa de susceptibilidad al exceso de humedad - papa.....	138
Mapa 9. Mapa de cobertura y uso de la tierra .....	139
Mapa 10. Mapa de sistemas productivos .....	140
Mapa 11. Mapa de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas .....	141
Mapa 12. Mapa de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía .....	142
Mapa 13. Mapa de vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad .....	143

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo A. Leyenda de cobertura y uso de la tierra .....	145
Anexo B. Superficies de coberturas no agropecuarias.....	159
Anexo C. Matriz de superficies agropecuarias afectadas por el fenómeno de las heladas ....	162
Anexo D. Matriz de superficies agropecuarias afectadas por el fenómeno de la sequía .....	164
Anexo E. Matriz de superficies agropecuarias afectadas por el fenómeno del exceso de humedad .....	166

## **RESUMEN**

Este estudio fue desarrollado en el cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha, con la finalidad de identificar los niveles y áreas del sector agropecuario, que presentan diferentes grados de vulnerabilidad a fenómenos naturales hidrometeorológicos como heladas, sequías y excesos de humedad. La vulnerabilidad fue analizada desde el punto de vista socioeconómico, tomado en cuenta el acceso que tiene la población rural al recurso tierra (sector agropecuario), referida a la ocupación de la tierra (cultivos anuales, semi-permanentes, permanentes y pastizales con su respectivo sistema de producción). El análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario, contempló la utilización de información cartográfica a nivel de semi-detalle, de sistemas de producción, cobertura y uso de la tierra, y el mapeo de susceptibilidades a heladas, sequías y excesos de humedad a través de datos hidrometeorológicos. La metodología es esencialmente cualitativa y se basó en la asignación de ponderaciones de las variables seleccionadas, según su importancia frente a heladas, sequías y excesos de humedad y asignación de un valor a cada indicador de cada variable según su nivel de criticidad; y a través de la utilización de la tecnología de los Sistemas de Información Geográfica, se realizó el cruce o superposición y análisis espacial de variables agropecuarias o elementos expuestos (cultivos, pastizales y sistemas de producción), con los mapas de niveles susceptibilidad a fenómenos naturales hidrometeorológicos de interés. El resultado fue la distribución y cantidad de elementos expuestos, así como también, los diferentes niveles de susceptibilidad a heladas, sequías y excesos de humedad, donde, las mejores condiciones de las variables agropecuarias significan menores valores de vulnerabilidad y mejor predisposición para enfrentar los fenómenos hidrometeorológicos de origen natural.

**Palabras claves:** Vulnerabilidad, agropecuario, hidrometeorológicos, helada, sequía, exceso de humedad.



## **ABSTRACT**

This study was developed in the canton Pedro Moncayo of the Pichincha province, in order to identify levels and areas in the agricultural sector, which have different degrees of vulnerability to hydrometeorological natural phenomena such as frost, drought and excess moisture. The vulnerability has been analyzed from a socioeconomic point of view, taking into account the access of the rural population to the resource land (agricultural sector), based on the occupation of the land (annual, semi-permanent and permanent crops and grassland with their respective production system). Vulnerability analysis of the agricultural sector, contemplated the use of cartographic information at a semi-detail level, of production systems, cover and land use, and the mapping of susceptibility to frost, drought and excess moisture through hydrometeorological data. The methodology is essentially qualitative and was based on assigning weights of selected variables, according to their importance against frost, drought and excess moisture and assigning a value to each indicator of each variable according to their level of criticality; and through the use of technology of Geographic Information Systems, was performed crossing or overlapping and spatial analysis of agricultural variables or exposed elements (crops, pastures and production systems), with maps of susceptibility levels to natural hydrometeorological phenomena of interest. The result was the distribution and amount of exposed elements, as well as, the different levels of susceptibility to frost, drought and excess moisture, where, the best conditions of the agricultural variables mean lower levels of vulnerability and greater willingness to confront the hydrometeorological phenomena of natural origin.

**Keywords:** Vulnerability, agricultural, hydrometeorological, frost, drought, excess moisture.

## **CAPÍTULO I. GENERALIDADES**

### **1.1 Introducción**

Desde siempre el cambio y variabilidad climática en el Ecuador ha estado presente en la naturaleza, uno de los eventos más conocidos como variabilidad climática son los fenómenos “El Niño” y “La Niña”, que traen consigo una serie de desajustes en los patrones de varios fenómenos naturales, principalmente en el ciclo hidrológico y como consecuencia períodos lluviosos (determinado período con lluvias intensas o abundantes), períodos secos (menor frecuencia de lluvias, sequía), precipitaciones de agua congelada, inundaciones y humedad excesiva de la atmósfera.

Los cambios climáticos, no son considerados en la planificación del desarrollo del país. Sin embargo, estos cambios alteran los patrones de comportamiento de las variables climatológicas y de frecuencia de fenómenos extremos. Las alteraciones climáticas específicas sobre un lugar, permiten identificar condiciones adversas para el desarrollo de algunas actividades humanas como la agricultura y ganadería, es así que, la vulnerabilidad de la zona interandina ante los cambios climáticos depende, tanto de las características físicas de la región como de las condiciones socioeconómicas de la población y de la severidad de los eventos hidrometeorológicos.

### **1.2 Antecedentes**

En el Ecuador, “el sector agropecuario es una parte dinámica y vital de la economía empleadora de una gran proporción de la fuerza laboral, que provee ingresos para casi el 40 %

de la población y aporta casi con el 50 % de divisas para el país” (Uquillas, 2007, p. 21), esto se debe a los climas y altitudes variados, estas tierras están en condiciones de producir casi todos los productos agrícolas, desde los de clima tropical pasando por el ecuatorial hasta aquellos de clima lluvioso. Por otra parte y de acuerdo con los resultados obtenidos de la encuesta del Banco Central del Ecuador (2011), el sector agropecuario presentó condiciones de producción favorables en la mayoría de productos, a pesar de que el factor climático fue muy cambiante, pues las inundaciones, la sequía y el enfriamiento del clima en la época de invierno causaron dificultades en el cultivo de varios productos, tanto en la costa como en la sierra centro y norte.

El sector agropecuario, se ha visto afectado por diversos efectos de los fenómenos naturales, principalmente de origen geológico e hidrometeorológico, que cada cierto tiempo afectan, en mayor o menor grado, a la población y sus cultivos.

Los principales peligros/amenazas en el país y su tendencia están relacionadas con factores geodinámicos externos e internos. Un factor externo es la situación geográfica del Ecuador, por estar situado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, influenciado por la subducción de la placa tectónica de Nazca por debajo del continente sudamericano; lo cual expone el territorio a una serie de amenazas geológicas, a las que se suman otras derivadas de la ubicación en la zona tórrida, sobre la línea ecuatorial que lo hace vulnerable a peligros hidrometeorológicos/oceanográficos, tales como los eventos recurrentes del Fenómeno del Niño; factores internos como la presencia de fallas geológicas alineadas a lo largo de las cordilleras andinas, el sistema de fallas transversales que originan los nudos y hoyas hidrográficas, caracterizados por cambios bruscos de altitudes y climas, que convierten lo en áreas con alto grado de exposición a eventos geológicos (Estacio, 2005, p. 9).

De entre todas ellas, las amenazas que mayor impacto socio-económico han causado al sector agropecuario son: las inundaciones, las sequías, las heladas, la actividad volcánica, entre otras. En consecuencia, las áreas más vulnerables son las zonas costeras, las regiones con drenaje superficial deficiente, los valles interandinos y las zonas montañosas de los Andes.

Las inundaciones están relacionadas con los patrones de lluvia, las zonas agropecuarias más afectadas son principalmente los cantones localizados en la cuenca baja del río Guayas (Daule, Samborondón, San Jacinto de Yaguachi, Salitre, Baba, Babahoyo, Alfredo Baquerizo Moreno, Vinces, Urdaneta y otros en menor proporción), los valles de los ríos Portoviejo, Chone y Esmeraldas.

Las zonas más afectadas por la sequía se hallaron en las provincias de Manabí, Santa Elena, Guayas, El Oro y Loja, afectando a los cultivos de arroz, banano, sandía, palma africana, entre otros además de la ganadería.

Las heladas dependen del período de ocurrencia de los regímenes climáticos propios de cada sector, en Ecuador ocurre en los períodos secos, las masas de aire frío son más densas y tiende a ocupar los lugares más bajos de la topografía, ocasionando que las heladas sean más frecuentes en el fondo de los valles a lo largo de la cordillera de los Andes.

Las zonas afectadas por la actividad volcánica son las localidades cercanas a los mismos volcanes, tanto en los centros poblados como en áreas rurales. Algunos sectores expuestos son: Quito (Guagua Pichincha), Baños (volcán Tungurahua), Latacunga (está en el camino de lahares del Cotopaxi), Cayambe (volcán Cayambe) pues en las inmediaciones de los volcanes

los suelos son fértiles, donde la población rural se ha dedicado a actividades agropecuarias generalmente en minifundios, que pueden ser afectados por la caída de ceniza.

De acuerdo a los desastres históricos del país, la mayor parte de los eventos fueron ocasionados por fenómenos de origen hidrometeorológico que incluyen inundaciones, deslizamientos, lluvias, tempestades, marejadas, sequías y heladas; dentro de este contexto el Cantón Pedro Moncayo se encuentra localizado en la zona de riesgo por fenómenos naturales hidrometeorológicos y debido a que en el país se han elaborado estudios sobre riesgos naturales hidrometeorológicos, únicamente a nivel exploratorio, se ve la necesidad de realizar un análisis más detallado sobre la vulnerabilidad del sector agropecuario, por este tipo de fenómenos naturales en el cantón.

### **1.3 Justificación**

El sector agrícola y pecuario, son los más afectados por los desastres naturales y a su vez entre los más sensibles por el impacto que produce en la población que requiere de su producción para vivir. Sin embargo, a lo largo de los años, ha existido una tendencia a priorizar los análisis de vulnerabilidades centrados en el ser humano (poblaciones, infraestructura de vida, etc.) y no tanto en otros socioeconómicos como la agricultura, que se compone de una serie de elementos (poblaciones rurales, trabajadores agropecuarios, maquinaria agrícola, medio ambiente agrario, instalaciones de producción agropecuarias, almacenes, etc.) que suelen estar bajo amenazas y resultan vulnerables a ser destruidos o afectados.

Los efectos nocivos de los fenómenos naturales hidrometeorológicos, como las heladas, granizadas, excesos de humedad, inundaciones y sequías, pueden ser directos o indirectos,

inmediatos o tardíos, simples o acumulativos, conllevando al mal estado de los cultivos, lo que se traduce en pérdidas directas por la reducción de las cosechas, deterioro de los pastos, bajo rendimiento y muerte de animales domésticos (Ponvert, 2007, p. 180).

Las privaciones y tensiones generadas por los fenómenos indicados pueden ir más allá de estas pérdidas (subsectores agrícola, pecuario, pesca y forestal), generando impactos graves a la economía del país tanto a corto como a mediano y largo plazo.

La Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos del Ecuador enfoca su campo de acción en los gobiernos locales para que desarrollen capacidades de evaluación y procesos de planificación y definición de políticas apropiadas, para la reducción progresiva del riesgo de desastres en el mediano y largo plazo; por tal motivo recientemente la municipalidad de Pedro Moncayo a incorporado a la dirección de Higiene y Gestión Ambiental el área de Riesgos Naturales, es así que, actualmente en el cantón no existen estudios relacionados sobre vulnerabilidad y gestión de riesgos naturales de origen geológico, mucho menos hidrometeorológico, que permitan, una priorización, formulación y seguimiento, a las acciones que conllevan los procesos de prevención, análisis, reducción del riesgo y manejo de desastres, de forma articulada con los demás instrumentos de planeación municipal. Dentro de este contexto es imprescindible conocer la vulnerabilidad del sector agropecuario, frente a los fenómenos naturales hidrometeorológicos en el cantón Pedro Moncayo.

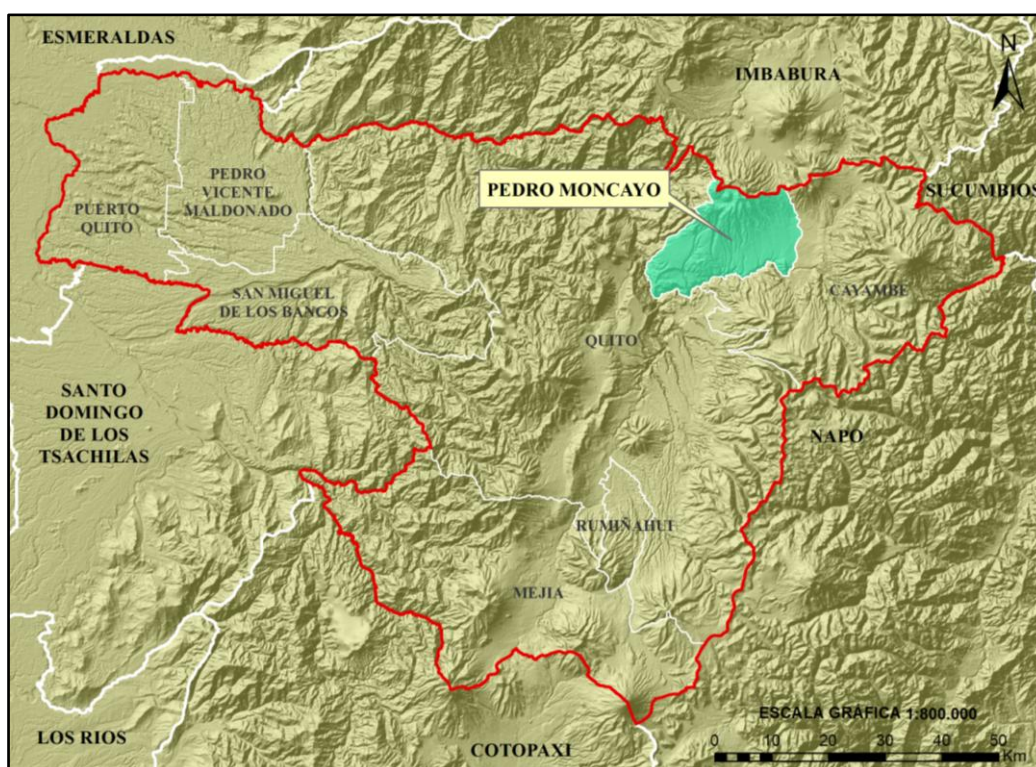
## **1.4 Descripción general de la zona de estudio**

### **1.4.1 Ubicación**

El área de estudio se encuentra ubicada al norte de la zona 3 de la actual distribución regional del Ecuador, al nororiente de la provincia de Pichincha, a 60 minutos en vehículo de la ciudad de Quito. Cubre una superficie aproximada de 33.581 hectáreas.

El cantón Pedro Moncayo, situado en el valle interandino, limita al norte con el cantón Otavalo de la provincia de Imbabura, al este y parte del sureste con el cantón Cayambe, al oeste y parte del suroeste con cantón Quito. El cantón se encuentra dentro de la subcuenca del río Guayllabamba. Ver Figura 1.

**Figura 1.** Mapa de Ubicación



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

A continuación se describen las coordenadas planas extremas de la zona de estudio, en Proyección Cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas (SIRGAS-95), Zona 17 Sur. Ver Tabla 1.

**Tabla 1.** Coordenadas extremas zona de estudio

UBICACIÓN	COORDENADA	
OESTE	788.436	X MIN
ESTE	816.250	X MAX
NORTE	10.017.481	Y MAX
SUR	9.995.904	Y MIN

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Pedro Moncayo se encuentra dividido en cinco parroquias: una urbana que es Tabacundo y cuatro parroquias rurales: Malchinguí, Tocachi, La Esperanza y Tupigachi. Ver Figura 2.

**Figura 2.** Mapa de División Política Administrativa



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013



### 1.4.2 Caracterización general del cantón Pedro Moncayo

El cantón Pedro Moncayo (Foto 1) tiene una población de 33.172 habitantes (16.861 mujeres y 16.311 hombres), siendo el 30,32 % la zona urbana y el 69,68 % la rural; el 74,5 % de la población se identifica como mestiza, el 18,6 % indígena, 5,1 % blanco y 1,7 % como afro ecuatoriano (INEC, 2010). De acuerdo a la distribución espacial de la población, se nota mayor concentración humana en las cabeceras de cada parroquia.



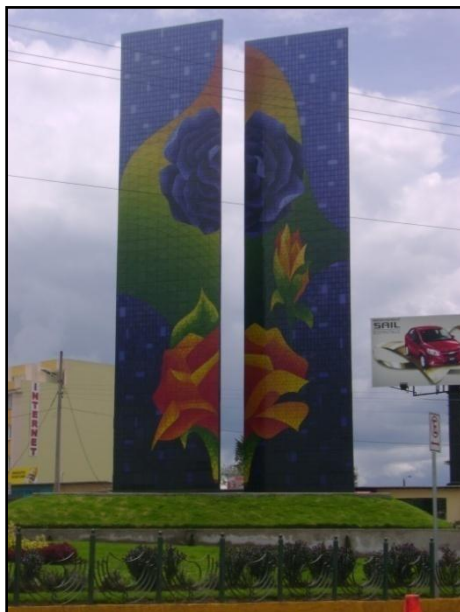
**Foto 1.** Vista panorámica de la ciudad de Tabacundo

Presenta varios tipos de clima, así la zona más baja tiene un clima mesotérmico seco, en la parte media mesotérmico semi-húmedo a húmedo hasta llegar al páramo en la parte más alta del cantón, la presencia de lluvias anuales no alcanzan los 900 mm y la sequía es más marcada entre los meses de junio, julio y agosto, mientras que la temperatura media anual oscila entre los 14 y 16 grados centígrados (MAGAP-SIGAGRO, 2004).

Además se presentan microclimas, es decir zonas pequeñas con características climáticas propias y niveles altitudinales desde la cota de los 1720 en el río Guayllabamba, hasta los 4263 m.s.n.m. en la zona de páramo de los Cerros Fuya-Fuya y Negro. La temperatura oscila entre los 3 °C en los cerros Fuya-Fuya y Negro hasta los 18 °C en la parte baja sector de Jerusalén, lo que determina la presencia de las diferentes zonas de producción florícola, agrícola y pecuaria (MAGAP-SIGAGRO, 2004).

La actividad económica del cantón se basa en la floricultura y agricultura, pues los suelos son fértiles. Entre los cultivos predominantes están: flores para exportación, maíz suave, cebada, papa, algunas hortalizas, pastos, entre otros.

La producción florícola de Pedro Moncayo representa el 25 % del total nacional. El cantón ha sido reconocido por varios países de Europa, Rusia y Estados Unidos, como el productor de las mejores rosas del mundo tanto en calidad como en variedad, razón por la cual, Pedro Moncayo ha sido declarado Capital Mundial de la Rosa (Foto 2), promoviendo de esta manera la producción local de más de 160 empresas florícolas que se encuentran asentadas en el territorio (Municipalidad del cantón Pedro Moncayo, 2012).

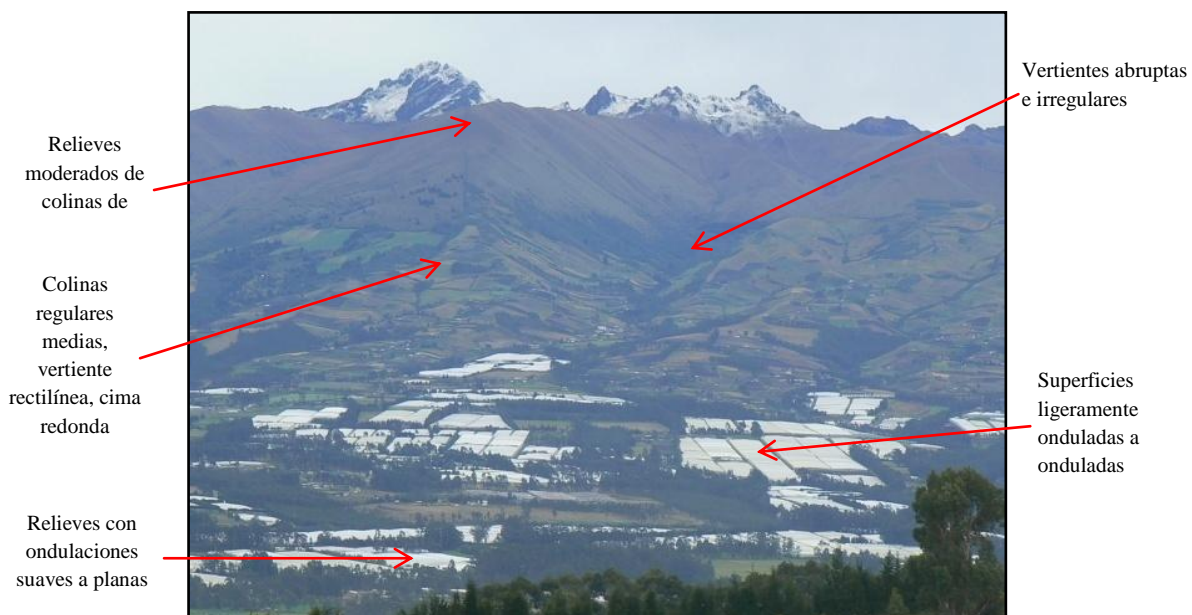


**Foto 2.** Monumento a la rosa, Sector la Y

Los órdenes de suelo presentes son inceptisoles, entisoles y molisoles, siendo los inceptisoles los que predominan en el área de estudio, éstos se hallan en cualquier tipo de clima y se han originado a partir de diferentes materiales parentales (materiales resistentes o cenizas volcánicas), en porciones de relieve extremo, fuertes pendientes o depresiones o superficies geomorfológicas jóvenes, abarca suelos que son pobremente drenados a suelos bien drenados (González *et al.*, 1986, p. 20).

El relieve en su mayor parte corresponde a superficies planas suavemente onduladas y ligeramente onduladas a onduladas, cuya pendiente no sobrepasa el 12 % y es utilizado típicamente para la plantación de rosas y siembra de cultivos de ciclo corto.

Las vertientes abruptas e irregulares, corresponden a las gargantas de las quebradas y ríos de pendientes muy fuertes (mayor al 70 %), de forma largada, irregular e inestable donde se mantiene la vegetación en su estado natural como se indica en la Foto 3.



**Foto 3.** Relieves con ondulaciones suaves a planas y vertientes abruptas e irregulares

El cantón presenta cuatro formaciones vegetales, el páramo herbáceo, el bosque siempre verde montano alto, el matorral húmedo montano y matorral seco montano, en donde habitan gran cantidad de especies (Baquero *et al.*, 2004). La zona de Mojanda por sus lagunas (Fotos 4 y 5), cimas, páramo, bosque nativo alto andino, fauna, flora y demás recursos naturales, constituye en conjunto un ecosistema único y de gran importancia ecológica, hidrológica, biológica, económica, social, cultural, histórica y turística del cantón.



**Foto 4 y 5.** Páramo herbáceo, Sector Laguna de Mojanda

En cuanto a la infraestructura vial, el cantón tiene como vía principal asfaltada la carretera Panamericana que conecta la ciudad de Quito con Tabacundo e Ibarra, cuenta con un peaje ubicado en el sector de Cochasquí (Foto 6), que se halla en buenas condiciones; otra carretera asfaltada es la vía Tabacundo - Cayambe, de especial mención, ya que a través de ésta se realizan actividades de comercio entre los dos cantones; existen también vías afirmadas que conectan las principales cabeceras parroquiales y localidades de la zona (Foto 7).



**Foto 6 y 7.** Vía asfaltada con peaje, Sector Cochasquí y vía asfaltada entrada a Tocachi

En lo que se refiere a sistemas de agua para el riego, el cantón cuenta con la acequia Tabacundo (Foto 8), la misma que nace de los deshielos del nevado Cayambe, en las quebradas Anguriel y Chimborazo formando el río San Pedro; tiene una longitud de 167 km y termina en la comuna Tomalón e irriga la parte sur central del cantón; sin duda la obra más importante del cantón es el canal de Riego Cayambe - Pedro Moncayo (Foto 9) que capta las aguas de la subcuenca del río la Chimba, proveniente de los deshielos del nevado Cayambe, recorre de oriente a occidente. Al momento de la realización de este trabajo de investigación, el canal aún estaba en construcción (Municipalidad del cantón Pedro Moncayo, 2012).



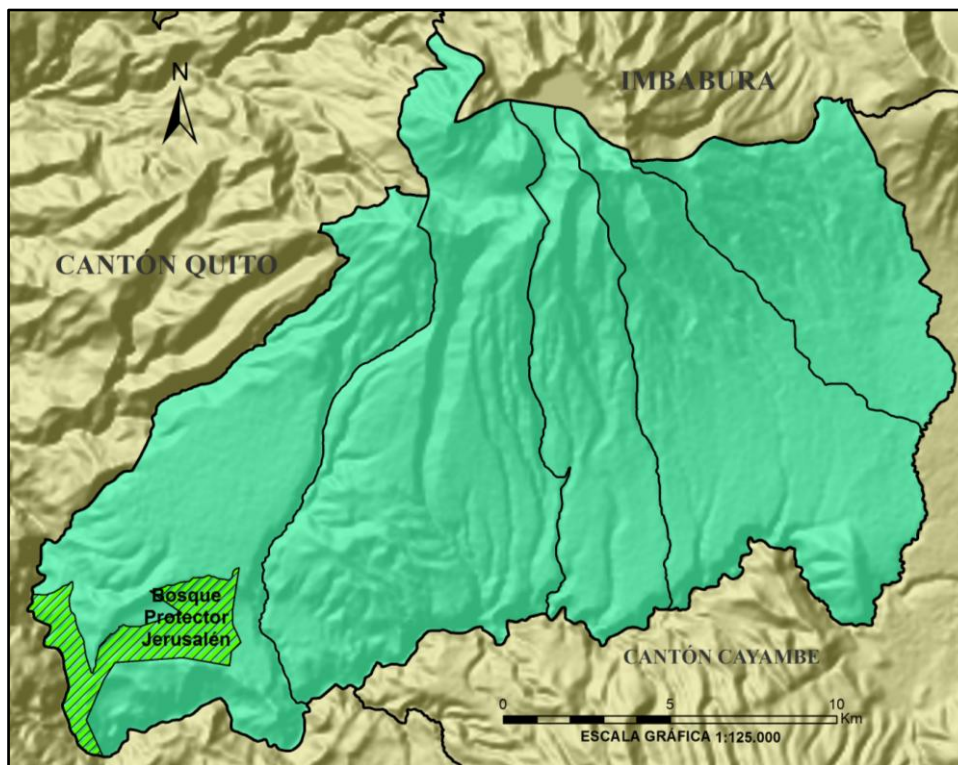
**Foto 8 y 9.** Acequia Tabacundo y Canal de riego Cayambe-Pedro Moncayo en construcción

Además, en la zona de estudio se localiza el Bosque Protector Jerusalén (Registro Oficial No. 227 del 6 de julio de 1989 con Resolución Ministerial No. 244 del 29 de junio de 1989) ver Figura 3, el cual presenta diversidad de flora y fauna endémica del sector.

El área presenta un relieve irregular con pendientes moderadas, fuertes y muy fuertes, debido a las características propias de la zona, con sitios muy escarpados a moderadamente escarpados.

El área se encuentra poblada con diversas clases de cactus y arbustos de bajo crecimiento como: la purga y la chamana, mezcladas con una vegetación densa y achaparrada en la que dominan algarrobo, la chilca y el sauco, también se observan árboles de quishuar y de cholán, los cuales están en la parte norte del Bosque Protector. Esta zona se beneficia del turismo y recreación.

**Figura 3.** Mapa de Áreas Naturales (Bosque Protector Jerusalén)



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo general

Determinar la vulnerabilidad del sector agropecuario frente a los diferentes fenómenos naturales hidrometeorológicos en el Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Identificar, definir y espacializar los fenómenos naturales hidrometeorológicos que afectan al sector agropecuario, en base a datos hidroclimáticos.

- Identificar, definir, espacializar y caracterizar los elementos agropecuarios expuestos (variables e indicadores) a los fenómenos naturales hidrometeorológicos, a través del empleo de productos de sensores remotos.
  
- Determinar la vulnerabilidad del sector agropecuario frente a cada fenómeno hidrometeorológico.



## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Fenómeno natural**

Maskrey (1993) sostiene que:

Es toda manifestación de la naturaleza. Se refiere a cualquier expresión que adopta la naturaleza como resultado de su funcionamiento interno. La ocurrencia de un "fenómeno natural" sea ordinario o incluso extraordinario (mucho más en el primer caso) no necesariamente provoca un "desastre natural". Entendiendo que la tierra está en actividad, puesto que no ha terminado su proceso de formación y que su funcionamiento da lugar a cambios en su faz exterior, los fenómenos deben ser considerados siempre como elementos activos de la geomorfología terrestre (p. 7).

Otro concepto se refiere a que: "Es un cambio de la naturaleza. Son aquellos procesos permanentes de movimientos y de transformaciones que sufre la naturaleza y que pueden influir en la vida humana" (Programa Regional de Meteorología, 2012, "Fenómenos meteorológicos", párr. 1).

El INCAE y Harvard Institute for International Development (1998), menciona que: "No todo fenómeno físico o natural genera una crisis que puede catalogarse como "desastre". Esto dependerá del grado de vulnerabilidad de la zona afectada" (p. 8).

La magnitud del impacto de los fenómenos naturales se diferencia de una zona a otra, lo que responde a variaciones en la intensidad de los eventos y a la relación de esta intensidad con la fragilidad social, económica, ecológica e institucional de distintas poblaciones y zonas de la región (Gutiérrez, 1999, "¿Cuán recurrentes son los fenómenos naturales intensos en Centroamérica?", párr. 6).

### **2.2 Amenaza/Peligro Natural**

En algunos países el término amenaza natural se utiliza en sustitución de peligro natural. La expresión "natural" es para excluir de la definición de peligros originados por los seres humanos (OEA, 1993).

Maskrey (1993), se refirió a los fenómenos naturales peligrosos como:

No todo fenómeno es peligroso para el hombre. Por lo general convivimos con ellos y forman parte del medio ambiente natural. Algunos fenómenos, por su tipo y magnitud así como por lo sorpresivo de su ocurrencia, constituyen un peligro. El peligro que representa un fenómeno natural puede ser permanente o pasajero. En todos los casos se le denomina así porque es potencialmente dañino. Constituyen peligro, pues, un movimiento intenso de la tierra, del agua o del aire. Este es mayor o menor según la probabilidad de ocurrencia y la extensión de su impacto (p. 8).

La PNUD-UNDRO (1991), define la amenaza como “Evento amenazante o probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural potencialmente perjudicial en un área dada en un período específico” (p. 2).

La amenaza también se define como:

Un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, de origen tecnológico o provocado por el hombre que puede manifestarse en un sitio específico y en un tiempo determinado produciendo efectos adversos en las personas, los bienes, servicios y el medio ambiente (Manríquez I., notas de clase, octubre de 2009).

Según Burton (1978) citado por el Comité Técnico Interagencial del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe (2000), un fenómeno natural que ocurre en un área poblada es un evento peligroso y se constituye entonces en una amenaza natural. Este concepto se define como “aquellos elementos del medio ambiente que son peligrosos al hombre y que están causados por fuerzas extrañas a él” (p. 3).

Diversos autores han realizado diferentes clasificaciones para cada uno de los peligros, Ayala-Carcedo (2002) presenta una clasificación ecléctica, donde prioriza los criterios de ambiente de localización, los genético-tipológicos y el vector de daño; los peligros naturales pueden ocurrir en la litosfera (predominantemente geológicos y geomorfológicos: internos, externos, geoquímicos), en la hidrosfera (fluviales, glaciológicos, oceanográficos) y en la litosfera (predominantemente meteorológicos y climáticos: de la precipitación, de la temperatura, del

viento, de la electricidad, meteo-químicos, climáticos) (p. 61), mientras que otros autores como Olcina-Cantos (1994) citado por Ayala-Carcedo (2002) realiza una clasificación desde perspectivas sectoriales, dividiendo los peligros naturales en Geológicas o Meteorológicas, Estacio (2005) menciona que los peligros/amenazas de origen natural pueden ser geológicas e hidrometeorológicas (p. 60).

### **2.2.1 Amenaza geológica**

Son ocasionadas por procesos geológicos endógenos y exógenos que originan eventos volcánicos, sísmicos (terremotos, tsunamis, ruptura de fallas) y movimientos de terrenos (deslizamientos) inestables de alto o bajo grado de ocurrencia (Estacio, 2005, p. 61).

### **2.2.2 Amenaza hidrometeorológica**

“Son procesos o fenómenos naturales de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico, que pueden causar la muerte o lesiones, daños materiales, interrupción de la actividad social y económica o degradación ambiental” (STGR-PNUD, s.f., p. 131).

"Los **peligros** naturales hidrometeorológicos son **fenómenos** meteorológicos y climáticos extremos que se producen por causas naturales en cualquier lugar del mundo, existiendo regiones más vulnerables que otras" (OMM, 2013, "Peligros naturales", párr. 1).

La **hidrometeorología** es la parte de la meteorología que se encarga del "estudio de las fases atmosférica y terrestre del ciclo hidrológico en especial de sus interrelaciones" (OMM, 2012, p. 172), es decir, estudia la ocurrencia, movimiento y cambios de estado del agua en la atmósfera.

Los fenómenos naturales hidrometeorológicos pueden ser huracanes, tormentas, rayos, tornados, inundaciones, granizadas, sequías, heladas y exceso de humedad.

### 2.2.2.1 Heladas

Entre los elementos del clima vinculados con los riesgos naturales, se encuentran las temperaturas extremas y entre ellas, las heladas.

El concepto meteorológico de helada considera como tal a todo descenso de temperatura del aire igual o bajo 0 °C, debe entenderse que dicha temperatura se registra en un termómetro en abrigo meteorológico a la altura normal de observación (a dos metros del suelo). Desde el punto de vista agrícola, el concepto de helada admite una interpretación más relacionada con la afectación biológica que se pueda presentar. Se considera como tal, a los descensos térmicos capaces de causar daños a los tejidos vegetales, los cuales resultarán diferentes según las especies y variedades, el estado fenológico y sanitario, edad, etc. (fisiológicamente < 6 °C) (PRAT, 2008, p. 167).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación desde el punto de vista meteorológico clasifica las heladas en tres tipos: heladas de radiación, heladas de advección y una combinación de los dos procesos (FAO, 2010).

**Heladas de radiación.-** Se presentan por la pérdida de calor del suelo, durante la noche las temperaturas del aire normalmente caen por debajo de 0 °C pero en el día están por encima de 0 °C, el cielo se muestra despejado, con poco viento, inversión de temperatura y temperaturas del punto de rocío bajas (FAO, 2010). En su texto, CAPADRE (2009) sostiene que el Ecuador se ve afectado solamente por heladas por radiación, las mismas que ocurren durante las madrugadas o con la salida del sol si hay ausencia de lluvias y de vientos durante las noches de cielo despejado (p. 133).

**Heladas de advección.-**"Se producen cuando el aire frío fluye en un área para reemplazar el aire más caliente que estaba presente antes del cambio meteorológico" (FAO, 2010, p. 8). Se

caracterizan por un cielo cubierto de nubosidad, vientos de moderados a fuertes, sin inversión de temperatura y baja humedad, las temperaturas caen por debajo del punto de fusión (0 °C) y permanecerán así todo el día.

Frecuentemente en agroclimatología se habla de heladas blancas y negras. Las heladas blancas ocurren cuando la temperatura desciende por debajo de cero, el rocío depositado sobre las plantas, pasa a formar cristales de hielo y da lugar a la escarcha produciéndose las heladas. Mientras que las heladas negras (se conoce así ya que los vegetales afectados muestran un ennegrecimiento de los órganos afectados) se presentan cuando las temperaturas son negativas y no se produce la condensación, esto sucede cuando la humedad atmosférica es baja y el punto del rocío se halla por debajo de los 0 °C (Almorox, 2010).

#### **2.2.2.1.1 Factores**

Los factores meteorológicos que influyen en la formación de heladas son: temperatura, precipitación, humedad, dirección y velocidad del viento, presión atmosférica, nubosidad, radiación solar y visibilidad.

**Viento.-** Cuando hay corrientes de aire, se mezcla el aire frío, que se encuentra cercano al suelo con el más caliente que está en niveles superiores, lo que hace más difícil el desarrollo de una helada. La ausencia de viento favorece la ocurrencia de heladas (Matías y Fuentes, 2007, p. 6), en consecuencia a mayor cantidad de viento menor ocurrencia de heladas.

**Nubosidad.-** Durante la noche, en cielo despejado la pérdida de calor desde la superficie de la tierra es continua, por lo tanto, cuando disminuye el calor de la tierra favorece la ocurrencia de las heladas (Matías y Fuentes, 2007), en consecuencia a mayor cantidad de nubosidad menor ocurrencia de heladas.

**Humedad atmosférica.-** Cuando disminuye la temperatura a los 0 °C o menos, y el viento es escaso, el vapor de agua contenido en el aire, se condensa; si la humedad es abundante, ésta produce niebla y cuando tiene poco contenido de humedad, se forma la helada (Matías y Fuentes, 2007), en consecuencia a mayor contenido de humedad menor ocurrencia de heladas.

**Radiación solar.-** Durante el día, el suelo retiene el calor y durante la noche lo pierde; estos procesos dependen de la nubosidad y del viento que existan sobre ciertas regiones del planeta. Cuando los días son más cortos y las noches más largas, aumenta la ocurrencia de heladas (Matías y Fuentes, 2007, p. 7), en consecuencia a mayor radiación solar menor ocurrencia de heladas.

**Pendiente.-** Sobre los terrenos de fuerte pendiente<sup>1</sup>, el aire más denso (frío) desciende hasta colocarse en el fondo del valle (relieves planos a casi planos), donde se estaciona y continúa enfriándose, creando un aire más caliente entre el aire inferior más frío y el aire superior más frío. Por esta razón es que en los valles de altura u hondonadas son favorables para la ocurrencia de heladas, en consecuencia a menor pendiente mayor ocurrencia de heladas.

#### 2.2.2.2 Sequía

"La sequía es un fenómeno extremo que puede producir daños sobre los bienes y las personas y tener en general efectos negativos sobre la sociedad" (Ayala-Carcedo, 2002, p. 564).

Es una situación en la cual la disponibilidad de agua es insuficiente para satisfacer las necesidades de las poblaciones de plantas, animales y de seres humanos que se encuentran

---

<sup>1</sup>La pendiente o inclinación de un terreno, es la relación que existe entre el desnivel que se debe superar y la distancia horizontal que se debe recorrer. La distancia horizontal se la mide en el mapa. Geométricamente la pendiente corresponde a la tangente del ángulo vertical (alfa ( $\alpha$ )) medido desde el plano horizontal hacia el terreno. La pendiente se expresa principalmente en porcentaje (100 multiplicado por la tangente del ángulo alfa ( $\alpha$ ), es así que un ángulo de 45° (sexagesimales) de inclinación le corresponde una pendiente del 100%. ( $\tan 45^\circ=1*100$ ))(PRAT, 2008, p. 7).

condicionados por su modo de vida, distribución y aprovechamiento de las tierras (PNUD, 2000).

La Organización Meteorológica Mundial (2013), señala que “la causa principal de las sequías es la falta de lluvia. La sequía es un fenómeno diferente de los demás, ya que se desarrolla lentamente, a veces durante años, y su aparición puede estar enmascarada por varios factores” (párr. 6).

La sequía afecta a diferentes actividades como la agricultura, ganadería, acuicultura, industria, entre otras; por lo que de acuerdo con su impacto en la sociedad y en la economía de un país, se clasifica en cuatro tipos:

El concepto de **sequía meteorológica** considera el grado de sequedad anormal en comparación con un promedio y la duración del período seco.

La Organización Meteorológica Mundial define la sequía como un período de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, es decir la ausencia prolongada o deficiencia marcada de precipitaciones (OMM, 2012).

La **sequía agrícola**, se presenta cuando no hay suficiente humedad en el suelo para satisfacer las necesidades mínimas de las plantas, en sus distintas etapas fenológicas. Ésta sequía ocurre después de la sequía meteorológica y antes de la sequía hidrológica y suele ser el primer factor que afecta a la agricultura (CAPRADE, 2009).

La **sequía hidrológica**, se refiere a un “período de tiempo anormalmente seco, lo suficientemente prolongado para ocasionar una escasez de agua, que se refleja en una

disminución apreciable en el caudal de los ríos y en el nivel de los lagos y/o en el agotamiento de la humedad del suelo y el descenso de los niveles de aguas subterráneas por debajo de sus valores normales” (OMM, 2012, p. 169).

La **sequía socioeconómica**, es una afección de la escasez de agua a las personas y a la actividad económica como consecuencia de la sequía. No es necesario que se produzca una restricción del suministro de agua, sino que basta con que algún sector económico se vea afectado por la escasez hídrica con consecuencias económicas desfavorables (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

La secuencia temporal es, primero sequía meteorológica, a continuación sequía agrícola y, en último lugar, sequía hidrológica. La capacidad de gestionar los recursos hídricos, hace que las consecuencias de la sequía hidrológica no dependan exclusivamente de los caudales fluyentes en ríos y manantiales, sino también del volumen de agua almacenado en los embalses y acuíferos, es decir, de la manera en que se gestionen estas reservas (Ministerio de Medio Ambiente, 2006).

#### **2.2.2.2.1 Factores**

Los factores meteorológicos que influyen en la formación de la sequía son precipitación, temperatura, viento, evaporación, humedad relativa, formación de nubes, radiación solar y altitud. La lluvia y la temperatura son los factores climáticos más importantes que influyen sobre la sequía.

**Precipitación.-** La deficiencia o la baja precipitación (cantidad, intensidad y temporalidad) durante un período de tiempo suficientemente largo favorece a la ocurrencia de sequía.



**Temperatura.-** Cuando hay incremento de la temperatura provoca alteraciones en la circulación de los vientos y por ende la ocurrencia de la sequía.

**El viento, evaporación y radiación solar,** favorecen la pérdida de humedad del suelo provocando la ocurrencia de la sequía.

### **2.2.2.3 Exceso de humedad**

"Se define como humedad atmosférica al contenido del vapor de agua en el aire" (INAMHI, 2004, p. 4).

El exceso de humedad consiste en sobrepasar lo establecido como normal. Un exceso de agua causa efectos no deseados sobre la productividad de los cultivos, de manera directa (por ejemplo, afectando a las propiedades del suelo y dañando el crecimiento vegetal), o indirecta (por ejemplo, impidiendo o retrasando las labores agrícolas necesarias). Los episodios de precipitación intensa, la humedad excesiva del suelo y las crecidas interfieren en la producción de alimentos y en los medios de subsistencia rurales a nivel mundial (Bates *et al.*, 2008).

El exceso de humedad que causan las lluvias intensas así como las inundaciones prolongadas disminuyen tanto el volumen de la producción como los rendimientos de los cultivos.

#### **2.2.2.3.1 Factores**

Entre los factores meteorológicos que favorecen la condición de humedad en el suelo y en la atmósfera están las lluvias anuales y la distribución mensual (regímenes) de las precipitaciones, la evapotranspiración potencial anual y mensual y el factor suelo (capacidad de retención o almacenamiento de agua en el suelo).

**Precipitación.-** Es el aporte hídrico para el balance de agua, proveniente de las precipitaciones. Un análisis de las precipitaciones media mensual y anual muestra el panorama tanto de distribución de los períodos con y sin lluvias (régimen de precipitación), como el monto total disponible en el ciclo anual y un análisis de los diferentes valores anuales a lo largo de todo el período histórico, a fin de observar tendencias crecientes o decrecientes, así como presencia de fenómenos extremos (como ejemplo, la presencia de El Niño).

**Evapotranspiración potencial.-** Es el egreso de agua. El cálculo de este parámetro climático depende de la integración de muchos factores ambientales como: temperatura, radiación, viento, déficit de saturación, entre otros y se utilizan fórmulas simples o complejas, dependiendo de sus autores (PRONAREG-ORSTOM, 1985, p. 36).

**Factor suelo.-** La capacidad máxima de almacenamiento o de retención de agua en el suelo se determina en base a estudios de suelos y de la información en la comprobación de campo. (PRONAREG-ORSTOM, 1985, p. 37).

#### **2.2.2.4 Granizada**

Fenómeno natural de origen atmosférico que se caracteriza por "precipitaciones de pequeñas bolas o partículas de hielo con un diámetro mayor que 5 milímetros, que caen por separado o aglomerados en bloques irregulares" (OMM, 2012, p. 157), que afectan a las regiones agrícolas, zonas ganaderas y zonas urbanas (IMPLAN, 2006, p. 16).

Las granizadas afectan a los cultivos destrozando las plantas, las flores caen y la cosecha se pierde. El daño que la granizada causa a las plantas depende de la etapa fenológica en la que se encuentran los mismos, así por ejemplo; cuando el cultivo empieza a emerger de la tierra, los daños son más fuertes, ya que la planta puede morir, en la etapa de florecimiento las flores

se caen y no vuelve a florecer, como consecuencia la cosecha se reduce y se pierde, mientras que en la etapa de cosecha el grano de la planta se cae.

## 2.3 Vulnerabilidad

“Grado de pérdida de un elemento o conjunto de elementos bajo riesgo como resultado de la ocurrencia de un fenómeno natural de una magnitud dada y expresada en una escala de 0 (ningún daño) a 1 (pérdida total), o como el porcentaje de pérdida esperado” (PNUD-UNDRO, 1991).

La vulnerabilidad, corresponde a la predisposición o susceptibilidad física, económica, ambiental, política o social que tiene una comunidad o un territorio de ser afectado o de sufrir daños en caso de que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antrópico se manifieste (Manríquez I., notas de clase, octubre de 2009).

La UNISDR (2009) define la vulnerabilidad como “las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza” (p. 34).

La vulnerabilidad es producto de la exposición por la susceptibilidad sobre la resiliencia:

Donde la exposición es la condición de desventaja debido a la ubicación, posición o localización de un sujeto, objeto, elemento o sistema expuesto al riesgo; la susceptibilidad es el grado de fragilidad interna de un sujeto, objeto, elemento o sistema para enfrentar un peligro/amenaza y recibir un posible impacto debido a la ocurrencia de un evento adverso; mientras que la resiliencia es la capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a un peligro/amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de sus efectos de manera oportuna y eficaz, lo que incluye la preservación y la restauración de sus estructuras y funciones básicas (Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño, 2010, "Definición del Riesgo", párr. 7).

### **2.3.1 Vulnerabilidad físico-estructural**

Está relacionada con la calidad o tipo de material utilizado y el tipo de construcción de las viviendas, establecimientos económicos (comerciales e industriales) y de servicios (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (central hidroeléctrica, carretera, puente y canales de riego), para asimilar los efectos del peligro (SNGR-PNUD, 2012).

### **2.3.2 Vulnerabilidad socioeconómica**

"Radica en la identificación de la susceptibilidad que tiene un grupo humano a sufrir un daño, pérdida o consecuencia nociva, dada su realidad socioeconómica y cómo esta realidad puede disminuir o agravar sus condiciones" (SNGR, 2012, p. 57). Está dada por el acceso que tiene la población de un determinado centro poblado, tierra (sector agropecuario), infraestructura, servicios, empleo asalariado, entre otros.

Dentro de la vulnerabilidad socioeconómica se incluye también del sector agropecuario. Uno de los sectores más vulnerables a los efectos de las heladas, sequía y exceso de humedad es el sector agropecuario, debido a su alta dependencia de las condiciones climáticas para desarrollar actividades productivas. Por ejemplo, productores tradicionales sin acceso a sistemas de riego dependen totalmente de los regímenes de lluvias para determinar sus épocas de siembra.

La vulnerabilidad de los pequeños productores a los fenómenos hidrometeorológicos depende, de las condiciones en que se encuentren sus bases productivas, sociales y los ecosistemas naturales.

### **2.3.3 Vulnerabilidad ecológica**

Se refiere al grado de resistencia del medio natural y de los seres vivos que conforman un determinado ecosistema, ante un fenómeno natural; está relacionada con el deterioro del medio ambiente (calidad del aire, agua y suelo), la deforestación, explotación irracional de los recursos naturales, exposición a contaminantes tóxicos, pérdida de la biodiversidad, los mismos que contribuyen a incrementar la vulnerabilidad (INDECI, 2006, p. 19).

### **2.3.4 Vulnerabilidad política**

Se refiere "a las condiciones existentes en el cantón y su gobierno local, determinadas por la disponibilidad de instrumentos políticos como son los planes, estrategias o programas, en los que se prevén mecanismos de intervención y capacidad institucional para la gestión del riesgo (SNGR, 2012, p. 74). La vulnerabilidad política está relacionada con el nivel de autonomía que tiene una comunidad, para tomar decisiones en aspectos de la vida social y la posibilidad de formular e implementar estrategias o acciones que permitan mantener los riesgos dentro de niveles de aceptabilidad.

### **2.3.5 Vulnerabilidad legal**

Se refiere "a las condiciones existentes en el cantón y su gobierno local, determinadas por la disponibilidad de ordenanzas, reglamentos y/o instructivos locales en los que se prevén mecanismos de intervención y capacidades para la gestión del riesgo" (SNGR, 2012, p. 77).

### **2.3.6 Vulnerabilidad institucional**

Lanzeta (2004), citado por la SNGR (2012), se refiere "al estado de debilidad de los organismos públicos y privados que trabajan en la prevención, reducción, preparación y cuando el riesgo deviene en un evento adverso (respuesta y recuperación)"; es decir, para

afrontar los riesgos y responder ante emergencias o desastres. Bajo esta premisa, cuanto mayor sea la vulnerabilidad institucional, mayor será el grado de incertidumbre con el que se tomen las decisiones.

## **2.4 Susceptibilidad**

"La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio geográfico" (Solano, 2009, p. 2).

"Propensión o tendencia de una zona a ser afectada físicamente por un peligro, determinada a través de un análisis comparativo de factores condicionantes y/o desencadenantes, cualitativo o cuantitativo, con las áreas que han sido afectadas en el pasado. Normalmente se plasma en un mapa de susceptibilidad" (Ayala-Carcedo, 2002, p. 67).

La susceptibilidad, generalmente, expresa la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales (climáticas) del terreno. La susceptibilidad es una propiedad de la tierra que indica que tan favorables o desfavorables son las condiciones de ésta, para que pueda ocurrir una helada, una sequía o un exceso de humedad.

## **2.5 Elemento expuesto**

"Conjunto de bienes a preservar que pueden ser dañados por acción de un peligro. Puede ser humana, económica, estructural o ecológica. La exposición en un mismo emplazamiento suele variar a lo largo del día o estacionalmente" (Ayala-Carcedo, 2002, p. 65).

## **2.6 Riesgo**

La UNISDR (2009) define al riesgo como "la combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas"(p. 29).

Ojeda (2001) menciona que el riesgo es un "Cálculo matemático de pérdidas (vidas, heridos, propiedad dañada y actividad económica interrumpida) durante un período de referencia en una región dada para una amenaza particular. Riesgo es el producto de la amenaza por la vulnerabilidad" (p. 5).

## **2.7 Sector agropecuario**

Es la parte del sector primario compuesta por las actividades agrícolas (agricultura), la ganadería (pecuario), la silvicultura, la apicultura, la acuicultura, la caza y la pesca.

## **2.8 Cobertura y uso de la tierra**

La cobertura de la tierra se define como "los diferentes rasgos que cubren la tierra, tales como: agua, bosque, otros tipos de vegetación, rocas desnudas o arenas, estructuras hechas por el hombre, etc." (IGAC, 1997, p. 96). En general estos son los rasgos que pueden ser directamente observados en las fotografías aéreas y frecuentemente en las imágenes de satélite.

El uso de la tierra "se aplica al empleo que el hombre da a los diferentes tipos de cobertura, cíclica o permanente para satisfacer sus necesidades" (Vargas, 1992, p. 7).

## 2.9 Sistemas productivos

Según Dufumier (1996) citado por Apollin y Eberhart (1999), el sistema de producción es “el conjunto estructurado de actividades agrícolas, pecuarias y no agropecuarias, establecido por un productor y su familia, para garantizar la reproducción de su explotación; resultado de la combinación de los medios de producción (tierra y capital) y de la fuerza de trabajo disponibles en un entorno socioeconómico y ecológico determinado”.

El MAGAP (2012), identifica cuatro sistemas de producción:

**Sistema de Producción Empresarial.-** Utiliza predominantemente el capital, en la compra de paquetes tecnológicos que se utilizan en las labores productivas de las áreas: agrícola, pecuaria, acuícola y avícola; emplea mano de obra asalariada permanente (predominante) y ocasional. Su producción se vincula con los productos agroindustriales y de exportación, su objetivo principal es maximizar la tasa de ganancia.

**Sistema de Producción Combinado.-** Se caracteriza por la aplicación de un paquete tecnológico semi-tecnificado, las relaciones laborales están mayoritariamente sustentadas en la fuerza de trabajo asalariado que se combina con otras formas de remuneración. El destino de la producción generalmente es el mercado nacional, en especial para satisfacer la canasta básica familiar. Constituye un sistema de transición hacia uno de producción empresarial.

**Sistema de Producción Mercantil.-** Se encuentra articulado con el mercado de consumo, pero su objetivo principal no es la reproducción del capital, dado que la escala de producción que maneja, limita la capitalización de la unidad de producción. Su economía se basa predominantemente en el ámbito del comercio y un porcentaje mínimo para el autoconsumo,



mediante el intercambio y compensación de la canasta básica familiar. Principalmente, gira alrededor del productor en cuanto al predominio de la fuerza de trabajo familiar u ocasionalmente asalariada en función de las necesidades.

**Sistema de Producción Marginal.-** Se encuentra predominantemente alejado de los efectos del crecimiento económico, pues el intercambio y los excedentes son mínimos. Utiliza mayoritariamente tecnología ancestral tradicional. El ingreso familiar se basa en la mayoría de los casos en rubros extras de la unidad de producción agropecuaria, como la venta de su fuerza de trabajo dentro y fuera de la actividad del agro.

## **2.10 Herramientas y técnicas de uso general**

### **2.10.1 Teledetección**

Según Chuvieco (1996), "la Teledetección o Percepción Remota es la ciencia de adquirir y procesar información de la superficie terrestre desde sensores instalados en plataformas espaciales, gracias a la interacción de energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra" (p. 27).

De una forma amplia, el nombre "Teledetección o Percepción Remota, comprende el conjunto de procesos, técnicas y aplicaciones que intervienen en la configuración o en el análisis de las imágenes y otros datos registrados desde el espacio, tanto sea mediante aviones o satélites" (Ayala-Carcedo, 2002, p. 196).

Las técnicas de teledetección facilitan la recolección y seguimiento de datos sobre las condiciones atmosféricas y las características de la superficie terrestre que reflejan riesgos inminentes, a la vez permiten evaluar los desastres provocados por ellos; cada día se hace más

uso de la teledetección espacial, para la preparación y reducción de los impactos de los desastres naturales.

La utilización de nuevas tecnologías de la información, como la teledetección y los sistemas de información geográfica, se han convertido en los últimos años en herramientas muy útiles en la realización de estudios de vulnerabilidad y riesgos naturales, permitiendo el análisis territorial y el seguimiento temporal de fenómenos naturales peligrosos.

### **2.10.2 Sistemas de Información Geográfica**

Son sistemas de información que son utilizados para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales, a fin de brindar apoyo en la toma de decisiones sobre planificación y manejo del uso del suelo, recursos naturales, medio ambiente, transporte, instalaciones urbanas, y otros registros administrativos (Verduga, 2008, p. 3).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una herramienta importante en el desarrollo de proyectos donde requieren y generan información que está ligada a la parte espacial. El estudio de vulnerabilidad del sector agropecuario se desarrolla mediante el análisis y moldeamiento SIG, con el fin de conocer la distribución espacial y el grado de vulnerabilidad que presenta éste sector, y así determinar cuáles son las zonas más susceptibles y sirva a la hora de realizar cualquier planificación sobre el territorio.

### **2.10.3 Fotografía aérea e imagen satelital**

"Es una matriz (bidimensional) discretizada en niveles de grises (valor radiométrico o digital) con una expresión, por celda (cada celda/elemento de la matriz se denomina pixel). Cada pixel representa un valor de la radiación electromagnética total reflejada por cada pixel en un instante dado" (Arozarena, 2009, p. 5).

En su texto, Vargas (1992) sostiene que los diferentes rasgos y características de los objetos localizados en la tierra, se manifiestan en las fotografías aéreas e imágenes satelitales mediante elementos como tono, textura, forma, tamaño, sitio y posición geográfica.

Las técnicas más empleadas en la determinación de los diferentes tipos de cobertura vegetal son el procesamiento digital de imágenes, interpretación visual de imágenes y la interpretación de fotografías aéreas (fotointerpretación).

El **procesamiento digital** de imágenes se basa en la propiedad que tienen los cuerpos de absorber y emitir la luz de una serie de rangos de longitud de onda y que es particular para cada cuerpo (huella espectral). Mediante técnicas de mejoramiento y análisis espectral y algoritmos se mejoran las diferentes bandas espectrales en que viene clasificada la imagen, luego se establecen diferentes índices con los cuales se clasifica la cobertura. La clasificación puede ser supervisada y no supervisada (Vargas, 1992).

La técnica de la **interpretación visual de imágenes**, permite estudiar la respuesta espectral de los píxeles, así como también la forma, textura y patrones, delimitando unidades homogéneas sobre la pantalla del computador a través de polígonos.

La técnica de la **fotointerpretación**, es la más común y precisa en sus resultados, y es útil para estudios detallados y semi-detallados.

## **2.11 Marco Legal y Normativo de la Gestión del Riesgo en Ecuador**

La **Constitución de la República del Ecuador** del año 2008, en su sección novena, eje temático "Gestión del riesgo", en los artículos 389 y 390, indica que "El Estado protegerá a

las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad". Así mismo, establece como instrumento para este fin la conformación del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SNDGR), el cual está compuesto por "por las unidades de gestión de riesgo de todas las instituciones públicas y privadas en los ámbitos local, regional y nacional". Por lo tanto, el mandato constitucional es una base fundamental para la conformación de herramientas de reducción de vulnerabilidades como medios de apoyo para el nivel local.

"Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respeto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad". El numeral 8 del Artículo 261 establece entre las competencias exclusivas del Estado central "el manejo de desastres naturales".

**El Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)**, establece como responsabilidad de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs) el "Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres" (Artículo 54 literal o).

El Artículo 37, en el literal m, señala entre las atribuciones del Gobernador/a Regional "Dictar, en caso de emergencia grave, ocasionada por desastres naturales, bajo su responsabilidad y en la sesión subsiguiente, medidas de carácter urgente y transitorio y dar

cuenta de ellas al consejo, cuando se reúna, si a este hubiere correspondido adoptarlas, para su ratificación".

Sobre el ejercicio de la competencia de la gestión de riesgos, en el Artículo 140 se expresa "La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al cantón se gestionarán de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley". "Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza". "La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia...".

El Artículo 466, relacionado con las atribuciones en el ordenamiento territorial, determina que "Corresponde exclusivamente a los gobiernos municipales y metropolitanos el control sobre el uso y ocupación del suelo en el territorio del cantón...". "El plan de ordenamiento territorial deberá contemplar estudios parciales para la conservación y ordenamiento de ciudades o zonas de ciudad de gran valor artístico e histórico, protección del paisaje urbano, de protección ambiental y agrícola, económica, ejes viales y estudio y evaluación de riesgos de desastres".

La **Ley de Seguridad Pública y del Estado**, en el Artículo 11, literal d, determina que "...la prevención y las medidas para contrarrestar, reducir y mitigar los riesgos de origen natural y

antrópico o para reducir la vulnerabilidad, corresponden a las entidades públicas y privadas, nacionales, regionales y locales. La rectoría la ejercerá el Estado a través de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos”.

El Artículo 34, determina que cuando el Ejecutivo ha declarado Estados de Excepción, corresponde a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, en caso de desastres naturales, “la planificación, organización, ejecución y coordinación de las áreas de prevención, rescate, remediación, asistencia y auxilios estarán a cargo del organismo responsable de la defensa civil, bajo la supervisión y control del Ministerio de Coordinación de Seguridad...”; también establece que “El organismo responsable de la defensa civil actuará en coordinación de los gobiernos autónomos descentralizados y sociedad civil...” (SNGR-ECHO-UNISDR, 2012, p. 85).

El **Reglamento a la Ley de Seguridad Pública y del Estado**, en el Artículo 3 se define a la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos como el órgano ejecutor de Gestión de Riesgos en el país, con sus roles de rector y ejecutor del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, sus competencias se enfocan a: "Identificar riesgos". "Generar y democratizar el acceso y difusión de la información para la gestión de riesgo". "Verificar la inclusión transversal de la gestión de riesgo en las instituciones públicas y privadas". "Fortalecer las capacidades para identificar riesgos...".

El Artículo 16 ordena “Las disposiciones normativas sobre gestión de riesgos son obligatorias y tienen aplicación en todo el territorio nacional”.

El Artículo 18 enumera las competencias de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos como ente rector: "Dirigir, coordinar y regular el funcionamiento del Sistema Nacional

Descentralizado de Gestión de Riesgos". "Formular las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos, bajo la supervisión del Ministerio Coordinador de la Seguridad, para la aprobación del Presidente de la República". "Adoptar, promover y ejecutar las acciones necesarias para garantizar el cumplimiento de las políticas, estrategias, planes y normas del Sistema". "Diseñar programas de educación..."

El **Plan Nacional de Desarrollo para el Buen Vivir 2009 - 2013**, el Objetivo 4 “Garantizar los derechos de la naturaleza y promover un ambiente sano y sustentable” es el que engloba a la Gestión de Riesgo por medio de la Política 4.6, que indica que es necesario “reducir la vulnerabilidad social y ambiental ante los efectos producidos por procesos naturales y antrópicos generadores de riesgos”. Menciona acciones claves: "Incorporar la gestión de riesgos en los procesos de planificación, ordenamiento territorial...". "Implementar programas de organización de respuestas oportunas y diferenciadas de gestión de riesgos para disminuir la vulnerabilidad de la población ante diversas amenazas". "Implementar un sistema de investigación y monitoreo de alerta temprana en poblaciones expuestas a diferentes amenazas". "Analizar la vulnerabilidad y el aporte a la adaptación al cambio climático de infraestructuras..." (SNGR-ECHO-UNISDR, 2012, p. 89).

## CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

La presente metodología, se fundamentó en el análisis cartográfico de variables biofísicas; empleando métodos cualitativos, se evaluó la vulnerabilidad del sector agropecuario con un enfoque basado en la calificación de las características de cada tipo de cultivo y sistema de producción, frente a cada una de las susceptibilidades de origen natural como heladas, sequía y exceso de humedad.

El presente estudio se realizó a **escala 1:25.000**.

La información generada se encuentra bajo los siguientes parámetros:

**Tabla 2.** Parámetros del SIRGAS-95

<b>Proyección Cartográfica</b>	Universal Transversa de Mercator (UTM)
<b>Datum horizontal</b>	ITRF94, época 1995.4
<b>Elipsoide</b>	GRS-80
<b>Semieje mayor</b>	6 378.137,0000 metros
<b>Achatamiento</b>	1/298,257222 100 8827
<b>Zona</b>	17 Sur
<b>Meridiano central</b>	W 81° 00'00" (oeste)
<b>Origen de latitudes</b>	N 00° 00'00" (norte)

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

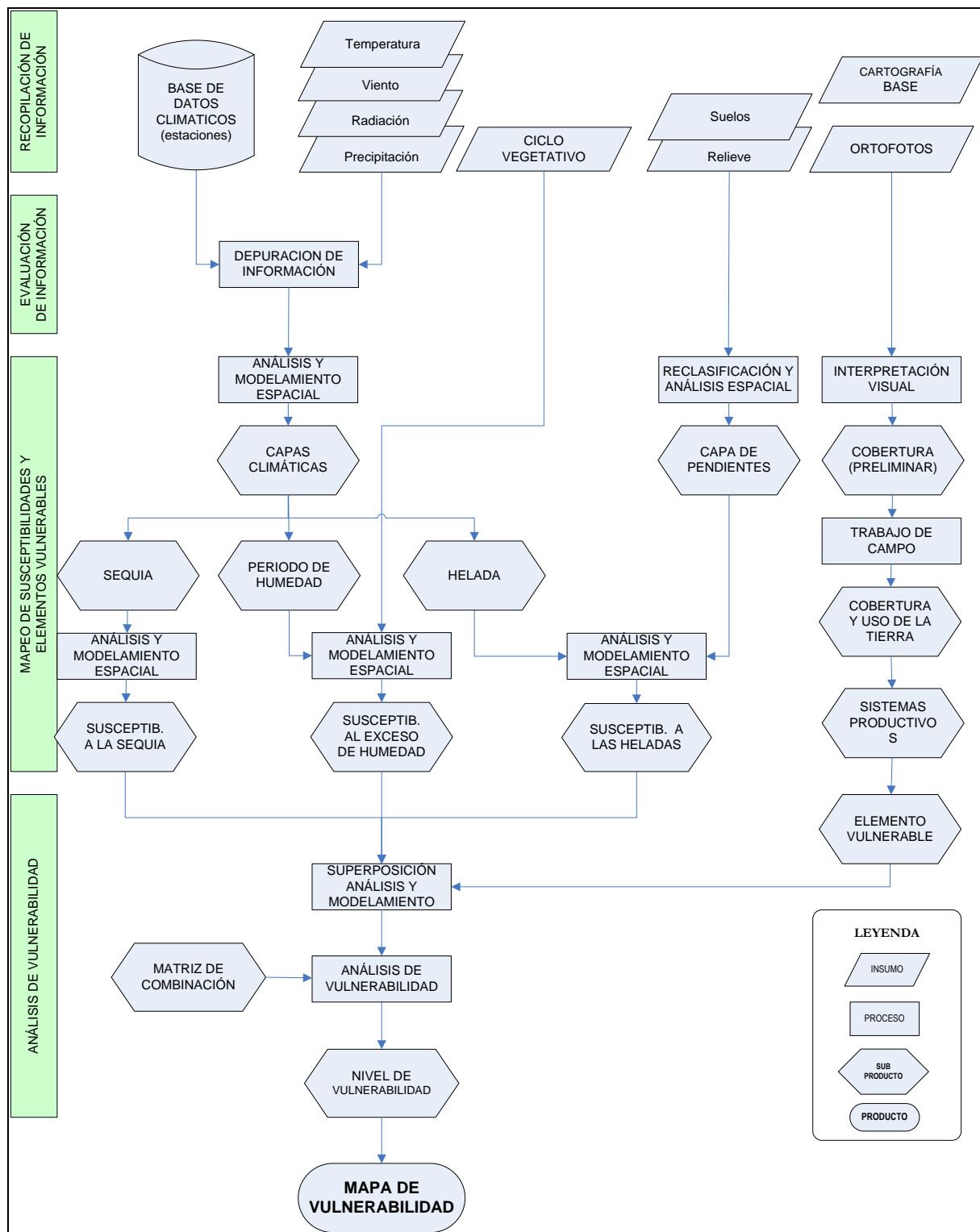


El Sistema Geodésico Nacional de Referencia se define como el marco de referencia geodésico que sirve de fundamento para todas las actividades que incluyen la variable espacial.

La metodología para el análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario frente a los fenómenos naturales hidrometeorológicos, constó de las siguientes etapas (ver Figura 4).

El esquema metodológico relaciona las susceptibilidades consideradas por fenómenos hidrometeorológicos con los elementos vulnerables (sector agropecuario), donde se destaca la disponibilidad de la información geográfica y la manera de interrelacionar las diferentes capas temáticas hasta concluir en un mapa de zonas vulnerables.

Figura 4. Esquema metodológico



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

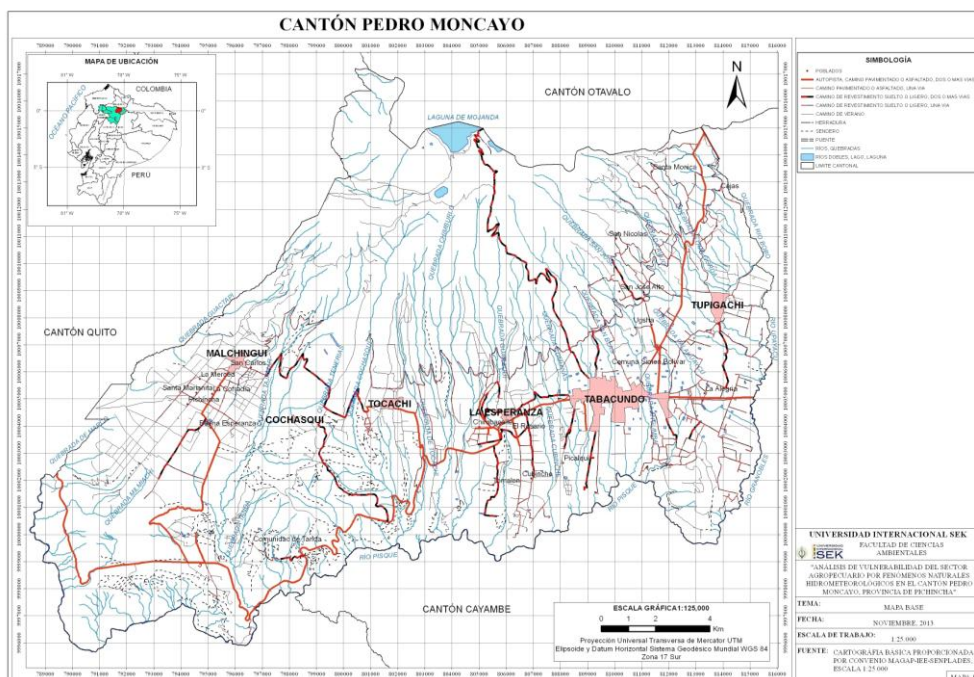
### **3.1 Recopilación de información**

Esta fase consistió en la recopilación de datos e información cartográfica disponible en diferentes instituciones como: Instituto Geográfico Militar (IGM), Centro Integrado de Levantamiento de Recursos Naturales por Sensores Remotos (CLIRSEN), Ministerio del Ambiente (MAE), Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica (SIGTIERRAS), Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Coordinación General del Sistema de Información Nacional (CGSIN). La información obtenida fue sobre:

- Mapa base actualizado (red vial, centros poblados, drenajes, curvas de nivel) a escala 1:25.000.
- Ortofotos a color escala 1:5.000 en formato digital.
- Modelos digitales del terreno (MDT) en escala 1:5.000.
- Datos de precipitación y temperatura (Anuarios meteorológicos).
- Cartografía temática de relieve en escala 1:25.000.
- Cartografía temática de suelos en escala 1:25.000.
- Leyendas temáticas.
- Datos del VII Censo de población y VI de vivienda del año 2010.

La cartografía base (ver Figura 5, Mapa 1) fue proporcionada por el convenio MAGAP-IEE-SENPLADES, con los límites cantonales de la CELIR ajustados a la escala, de acuerdo con los parámetros cartográficos citados en la Tabla 2. Es importante aclarar que los Sistemas de Referencia Geocéntricos WGS84 y SIRGAS-95 (ITRF94), en términos prácticos para este estudio, se consideran equivalentes.

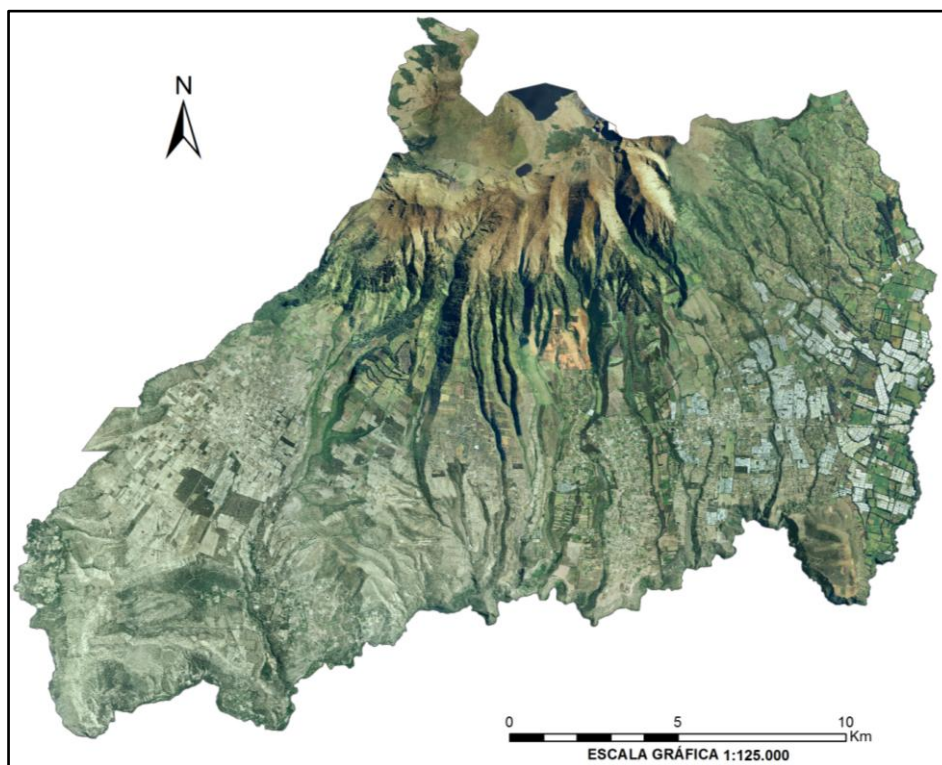
Figura 5. Cartografía base



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Las ortofotos (Figura 6) del año 2010 a escala 1:5.000 fueron proporcionadas por SIGTIERRAS.

Figura 6. Mosaico de ortofotos del cantón Pedro Moncayo



Fuente: SIGTIERRAS, 2010

La existencia o no de toda o parte de esta información secundaria (cobertura y uso de la tierra) no limita el desarrollo del estudio de vulnerabilidad. Lo único que produce la ausencia de estos productos es la intensificación del trabajo en la parte de generación, reflejándose esto en mayores costos.

### **3.2 Evaluación, selección y estructuración de información**

En esta fase los datos e información recopilada fueron analizados y evaluados a través de la utilización de procedimientos y métodos estadísticos, posteriormente se seleccionó la que pueda ser utilizada como referencia para este estudio. El análisis contemplo la verificación de la consistencia topológica, geométrica y temática de la información así como también la consistencia de los atributos de las bases de datos de la cartografía y de los anuarios meteorológicos como precipitación y temperatura.

### **3.3 Mapeo de susceptibilidades y elementos vulnerables**

#### **3.3.1 Identificación de los fenómenos naturales hidrometeorológicos que constituyen amenazas para las actividades agropecuarias**

En el cantón Pedro Moncayo se identificaron cuatro tipos de fenómenos naturales hidrometeorológicos que constituyen amenaza para las actividades relacionadas con el agro, estas son: las heladas, la sequía, el exceso de humedad y las granizadas, ésta última únicamente se presentará en forma general y no entrará a formar parte del análisis de vulnerabilidad, debido a que en el país no existen instrumentos, para la captura de datos relacionados con ésta temática.

Los estudios climáticos utilizan datos de observaciones obtenidos de las diferentes estaciones meteorológicas, que son valores aleatorios de diversos parámetros (precipitación,

temperaturas, viento, nubosidad, entre otros), cuya variabilidad en el tiempo es grande. Se tiene por consiguiente, que recurrir a la estadística para realizar el análisis de estas variables, a fin de alcanzar la precisión requerida en los problemas cada vez más complejos de aprovechamiento climático y se apoyan en datos que abarquen series de períodos más extenso posibles.

Según la Organización Meteorológica Mundial, las series confiables deben tener como mínimo 20 años y la óptima 25 ó 30 años de registros continuos. Esta información se logra únicamente contando con el contingente de estaciones<sup>2</sup> de funcionamiento regular y permanente.

Para el presente estudio, se consideró de 25 años el período de observación de referencia (1985-2009), que permitió realizar al análisis estadístico y a la homogenización de los datos (función directa de la densidad de las observaciones) y que puede ser considerado como representativo de los regímenes del país. La distribución espacial de las estaciones meteorológicas se presenta en la Figura 7, Mapa 2.

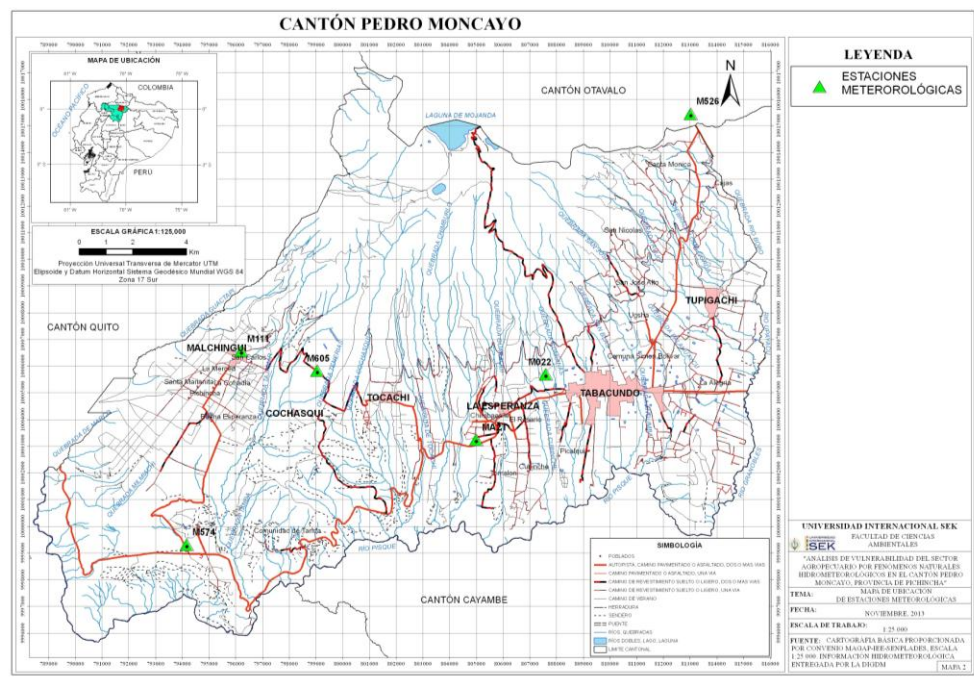
En éste estudio se analizaron las heladas y las sequías desde el punto de vista meteorológico, mientras que el exceso de humedad se analizó desde el punto de vista agro climatológico.

El mapeo de los fenómenos hidrometeorológicos se realizó a nivel de susceptibilidad.

---

<sup>2</sup>Se conoce como estaciones principales cuando hay información desde el año 1985 a 2009 con cinco a más años consecutivos y mínimo 9 meses con datos. Estaciones secundarias cuando no cumple con las condiciones de las estaciones principales se toma en cuenta los datos desde 1965 a 2009 con más años consecutivos y mínimo 9 meses con datos (R. Lucero, comunicación personal, 26 de febrero de 2013).

Figura 7. Ubicación de estaciones meteorológicas



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

### 3.3.1.1 Heladas

El régimen climático de heladas se refiere al estudio de las características de intensidad, frecuencia, duración, tipo, época de ocurrencia, entre otros, de las temperaturas mínimas consideradas como "helada", a fin de presentar los valores climáticos representativos.

Se seleccionaron los principales parámetros meteorológicos que intervienen en la formación de las heladas, que calculados con base en un procesamiento de los datos de observaciones climatológicas, pueden dar una buena aproximación del fenómeno y de su calidad, siendo al mismo tiempo fácilmente utilizables, estos parámetros fueron:

- Temperatura media mínima mensual.
- Temperatura absoluta mínima.

- Adicionalmente, se utilizó la pendiente como parámetro de relieve, debido a que las heladas ocurren con más frecuencia en las partes planas.

Para determinar las zonas susceptibles a heladas se utilizó la metodología del PRAT (2008), la cual se ajustó de acuerdo a las necesidades de la zona de estudio.

#### **3.3.1.1.1 Generación de zonas de temperatura mínima**

Para obtener las zonas de temperaturas mínimas medias y absolutas se consideraron los siguientes pasos:

- a) Determinación de la temperatura mínima media<sup>3</sup> anual de una serie de 25 años, de las diferentes estaciones meteorológicas a nivel regional.

En Microsoft Excel se digitó los valores de Temperatura mínima media mensual, de todas y cada una de las estaciones meteorológicas con datos de registro, que se encuentran en los Anuarios Meteorológicos del INAMHI hasta el año 2009.

Se calculó el promedio de la Temperatura mínima media mensual y anual, utilizando herramientas de funciones de Microsoft Excel.

- b) Cálculo del Gradiente térmico<sup>4</sup> de las temperaturas mínimas medias anuales, utilizando una regresión lineal.

---

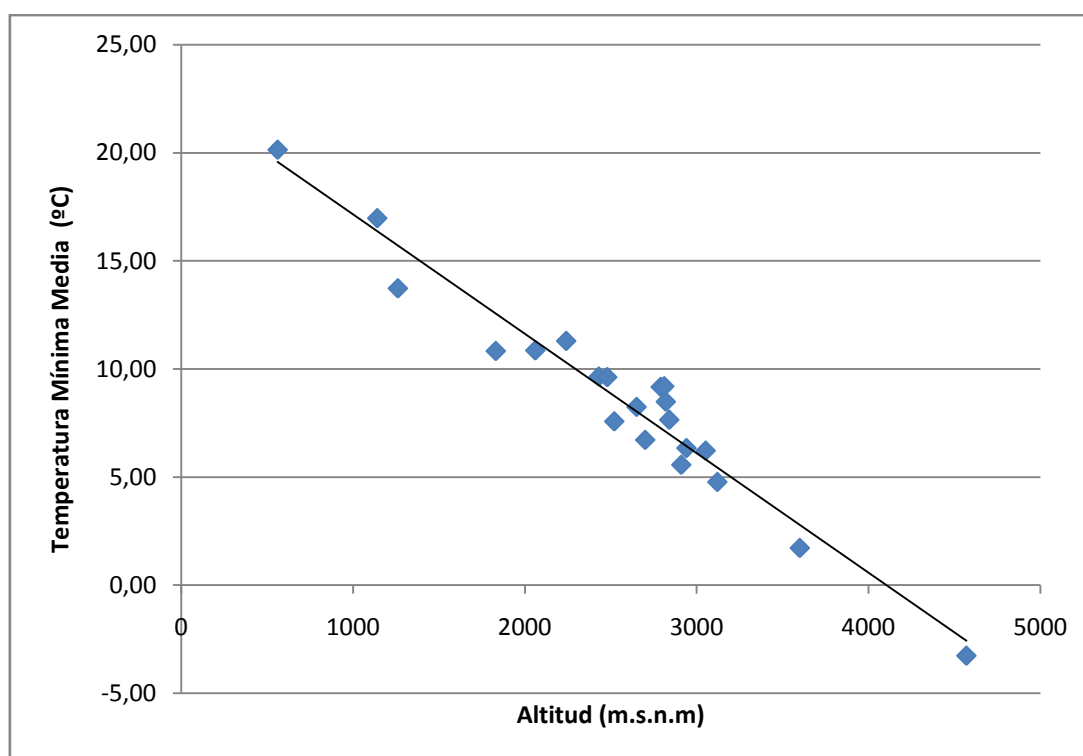
<sup>3</sup> Valores mínimos de temperatura del aire, medida en grados centígrados (°C), observados durante un período determinado (INAMHI, 2004).

<sup>4</sup> A través de la primera capa de la atmósfera, llamada troposfera, la temperatura decrece normalmente con la altura. Este decrecimiento de la temperatura con la altura recibe la denominación de Gradiente Térmico, definido



Tomando en cuenta la relación Altitud-Temperatura atmosférica mínima media anual de las estaciones meteorológicas, se determinó la fórmula para el cálculo del gradiente térmico utilizando una regresión lineal, para lo cual se insertó un Gráfico, relacionando la Altitud (m.s.n.m.) de la estación meteorológica y la temperatura mínima media anual (°C). Una vez graficada dicha relación, se procedió a agregar la Línea de Tendencia (Gráfico 1), que es la fórmula que ayudó a determinar la temperatura aproximada a cierta altitud. Se obtuvo la ecuación así como también el valor R cuadrado.

**Gráfico 1.** Relación Altitud-Temperatura atmosférica



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

---

como la razón del cambio de la temperatura por unidad de distancia, muy comúnmente referido con respecto a la altura (PRAT, 2008. p. 73).

- c) Con la fórmula resultante de la regresión lineal, se calculó el gradiente térmico para cada valor de altura de las curvas de nivel, dando como resultado Isolíneas de temperatura mínima media anual.

$y = -0,0055x + 22,666$	$R^2 = 0,95$
-------------------------	--------------

- d) Para la temperatura mínima absoluta<sup>5</sup> se realizó el mismo procedimiento descrito en los literales anteriores (a, b, c), dando como resultado Isolíneas de temperatura mínima absoluta.

$y = -0,0054x + 19,974$	$R^2 = 0,94$
-------------------------	--------------

- e) Análisis y diseño de zonas de temperatura mínimas.

Un análisis minucioso de los valores obtenidos y calculados de las temperaturas mínimas media y absoluta, dio como resultado cinco categorías, que servirá para desarrollar el modelo de zonas propensas a heladas. Se han establecido las cinco categorías en función de la escala de trabajo 1:25.000. Ver Tabla 3.

**Tabla 3.** Clasificación de susceptibilidad a heladas por temperaturas mínimas

<b>CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD</b>	<b>ALTURA</b>	<b>T. MED. MIN. (°C)</b>	<b>T. ABS. MIN. (°C)</b>
MUY ALTA	$\geq 3720$	$\leq 2$	$\leq 0$
ALTA	$\geq 3200$ a $< 3720$	$> 2$ a $\leq 5$	$> 0$ a $\leq 3$

---

<sup>5</sup>Valores extremos mínimos de temperatura del aire, medida en grados centígrados (°C), observados en 24 horas y fecha producida (INAMHI, 2004).

**Tabla 3.** (cont.)

MEDIA	$\geq 2600$ a $< 3200$	$> 5$ a $\leq 8$	$> 3$ a $\leq 6$
BAJA	$\geq 2040$ a $< 2600$	$> 8$ a $\leq 11$	$> 6$ a $\leq 9$
SIN O NULA	$< 2040$	$> 11$	$> 9$

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

- f) A las Isolíneas de temperatura se realizó una simplificación de nodos y suavizado, mediante el empleo de herramientas de Generalization cartográfica de la aplicación ArcToolbox de ArcGIS.
- g) Con el empleo de herramientas de SIG como Editor de ArcGIS, se realizó un ajuste espacial, validación y edición de isolíneas de temperaturas mínimas.
- h) Se convirtieron las isolíneas a polígonos mediante la utilización del comando Feature to Polygon, de la aplicación ArcToolbox de ArcGIS y se estructuró la base de datos.
- i) Finalmente se obtuvo las zonas propensas a heladas por temperatura mínimas.

### 3.3.1.1.2 Determinación de zonas de clases de pendiente

La información de relieve (capa de pendientes) se obtuvo del proyecto de generación de geoinformación a nivel nacional (MAGAP-IEE, 2013).

**Tabla 4.** Descripción y simbología de la pendiente

SÍMBOLO	PENDIENTE (%)	DESCRIPCIÓN
1	Plana 0-2	Corresponde a relieves completamente planos
2	Muy suave 2-5	Corresponde a relieves casi planos

**Tabla 4.** (cont.)

3	Suave 5-12	Corresponde a relieves ligeramente ondulados
4	Media 12-25	Corresponde a relieves medianamente ondulados
5	Media a fuerte 25-40	Corresponde a relieves medianos a fuertemente disectados
6	Fuerte 40-70	Corresponde a relieves fuertemente disectados
7	Muy fuerte 70-100	Corresponde a relieves muy fuertemente disectados
8	Escarpada > 100	Corresponde a relieves escarpados, es decir con pendiente mayor 45°

Fuente: Adaptado de MAG-ORSTOM-PRONAREG, 1982

Las diferentes clases de pendiente se reclasificaron de acuerdo a la Tabla 5:

**Tabla 5.** Clasificación de susceptibilidad a heladas por pendiente

<b>CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD</b>	<b>PENDIENTE (%)</b>
MUY ALTA	Plana 0-2 Muy suave 2-5
ALTA	Suave 5-12 Media 12-25
MEDIA	Media a fuerte 25-40
BAJA	Fuerte 40-70
SIN O NULA	Muy fuerte 70-100
SIN O NULA	Escarpada > 100

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

### 3.3.1.1.3 Generación de la matriz de cruzamiento

Una vez que se generaron las capas a ser utilizadas dentro del modelo de zonas susceptibles a heladas, se procedió a analizar y diseñar la matriz de cruzamiento<sup>6</sup> de las zonas de temperatura mínima versus la pendiente.

**Tabla 6.** Matriz de cruzamiento de Temperaturas mínimas medias vs Pendientes

<b>TEMPERATURAS MÍNIMAS</b>	<b>PENDIENTE</b>				
<b>ZONA SUSCEPTIBLE</b>	<b>ZONA SUSCEPTIBLE</b>				
	<b>MUY ALTA</b>	<b>ALTA</b>	<b>MEDIA</b>	<b>BAJA</b>	<b>SIN O NULA</b>
<b>MUY ALTA</b>	Muy Alta	Muy Alta	Alta	Media	Baja
<b>ALTA</b>	Muy Alta	Alta	Alta	Media	Baja
<b>MEDIA</b>	Alta	Media	Media	Baja	Sin
<b>BAJA</b>	Media	Baja	Baja	Baja	Sin
<b>SIN O NULA</b>	Baja	Baja	Sin	Sin	Sin

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

### 3.3.1.1.4 Cruce de capas y aplicación de matriz

Se procedió a realizar la superposición de las dos capas, a través de la utilización de herramientas SIG y de acuerdo a la matriz de cruzamiento permitió obtener zonas susceptibles

---

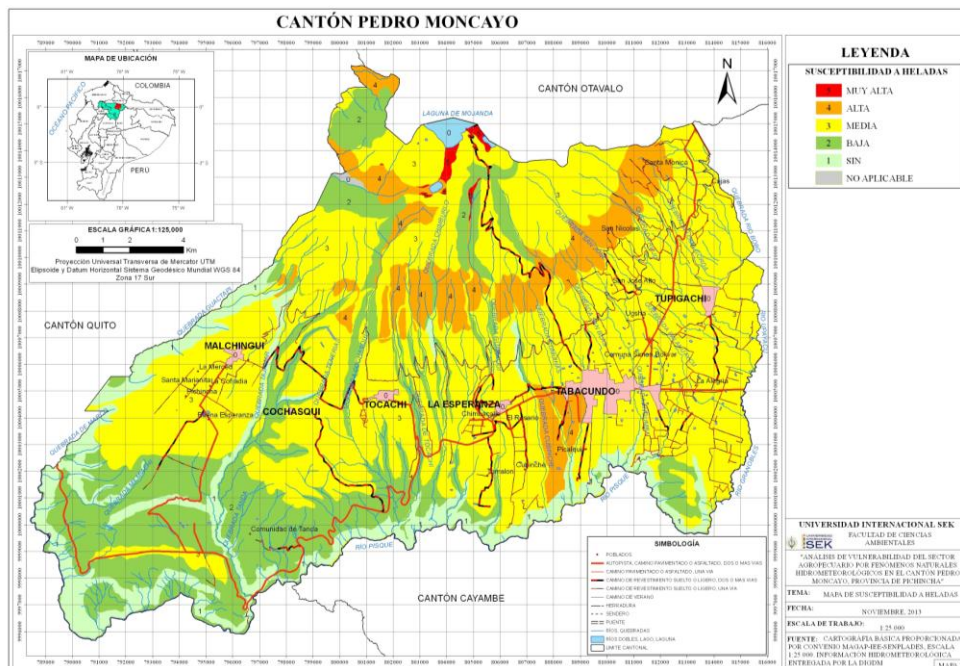
<sup>6</sup> Es una matriz de doble entrada en donde se asocia la pendiente y las zonas de temperatura mínima media, distribuida de la siguiente manera: en sentido horizontal tiene las categorías de pendiente y en sentido vertical los tipos de zonas de temperatura mínima media.

a heladas, las categorías asignadas tanto al tipo de pendientes como a las zonas de temperatura mínima media están en función de la importancia que tienen éstas para la formación de las heladas.

### 3.3.1.1.5 Mapa de zonas susceptibles a heladas

Mediante la utilización de la herramienta de Generalization de la aplicación ArcToolbox de ArcGIS se reduce la información según las necesidades, obteniendo así el mapa de zonas susceptibles a heladas. Ver Figura 8, Mapa 3.

**Figura 8.** Susceptibilidad a heladas



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Las diferentes categorías quedan descritas de la siguiente manera:

**Muy Alta.-** Zonas donde las temperaturas mínimas medias son inferiores a 2 °C y el relieve es plano a casi plano (pendiente menor al 5 %), son zonas con susceptibilidad muy alta al fenómeno de heladas, las mismas que pueden presentarse en cualquier época del año. Esta zona está localizada sobre los 3720 metros de altura.

**Alta.-** Zonas con temperaturas mínimas medias anuales de 2 °C a 5 °C, comprendidas entre los 3200 y los 3720 metros de altura, con pendientes de 0 a 50 %.

**Media.-** Zonas comprendidas entre los 2600 y los 3200 metros de altura, con temperaturas mínimas medias anuales de 5 °C a 8 °C y relieves con pendiente menor a 70 %. Las heladas se presentan periódicamente cada año, en las épocas de menor precipitación (verano).

**Baja.-** Zonas con temperaturas mínimas medias de 8 °C a 11 °C, está comprendida entre los 2040 a los 2600 metros de altura y cualquier clase de relieve, las heladas sólo pueden presentarse por una baja excepcional de la temperatura.

**Sin.-** Agrupan las zonas comprendidas por debajo de 2040 metros de altura, con temperaturas mínimas medias superiores a los 11 °C y pendiente mayor al 25 %.

### 3.3.1.2 Sequía

La sequía es un fenómeno complejo derivado de diferentes condicionantes climáticas (precipitación, temperatura, etc.), sin embargo, es la precipitación o expresado de mejor manera, la ausencia, escasez o anómala distribución espacial o temporal de la lluvia, el factor condicionante que tiene mayor influencia en el fenómeno.

El presente estudio evalúa la sequía de manera general, a través de la utilización del Índice de Gaussen, llamado así en honor al meteorólogo francés Henri Gaussen. Éste índice relaciona dos parámetros meteorológicos fundamentales que son: la precipitación (P) y la temperatura (T), a través de la relación  $P/2T$ , con el criterio de que si el resultado es igual o menor a 1, indica sequía (R. Lucero, comunicación personal, 21 de agosto de 2013).

Gaussen ha demostrado que se presenta una época seca, cuando la curva de precipitaciones queda por debajo de la curva de temperatura, así como una época húmeda cuando las precipitaciones exceden en mucho a la curva de temperatura (Amestoy, 2009).

Los parámetros utilizados fueron:

- Precipitación media mensual normal.
- Temperatura media mensual normal.

La determinación de las zonas susceptibles a la sequía meteorológica consideró los siguientes pasos:

#### **3.3.1.2.1. Base de datos**

- a) Se utilizaron los datos de precipitación media mensual normal de las estaciones meteorológicas, tomadas de la base del INAMHI, el período de observación se consideró de 25 años (período 1985 a 2009). Se depuraron las bases eliminando aquellos años en los cuales faltaban más de cinco datos de precipitación.
- b) Los datos de temperatura media mensual normal fueron procesados de la misma manera que los datos de precipitación.
- c) En Microsoft Excel se calcularon los promedios de precipitación media mensual y anual.



- d) En Microsoft Excel se calcularon los promedios de temperatura media mensual y anual.
- e) Se calcularon los índices de severidad de la sequía mensual para cada estación meteorológica, en concordancia con lo que expresa Gaussen, mediante la siguiente fórmula:

$$IS = \frac{P}{2T}$$

- f) Por último se obtuvo el promedio de los índices de severidad de la sequía, tomando en cuenta que si el resultado es menor o igual a uno indica sequía.

#### 3.3.1.2.2. Zonas de susceptibilidad a la sequía

- a) Con el índice de severidad (IS) obtenido para todas las estaciones, se realizó el trazó de isolíneas, utilizando el método de Kriging.

El índice de severidad de la sequía meteorológica se clasificó en cinco categorías (R. Lucero, comunicación personal, 21 de agosto de 2013), de acuerdo a la Tabla 7:

**Tabla 7.** Categorías de Índice de severidad de sequía meteorológica

CATEGORÍA DE SUSCEPTIBILIDAD	IS
EXTREMADAMENTE SEVERA	$\leq 0,25$
SEVERA	$> 0,25$ a $\leq 0,50$
MODERADA O FUERTE	$> 0,50$ a $\leq 0,75$
LIGERA O LEVE	$> 0,75$ a $\leq 1,00$
NORMAL O AUSENTE	$> 1,00$ a $\leq 2,50$

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

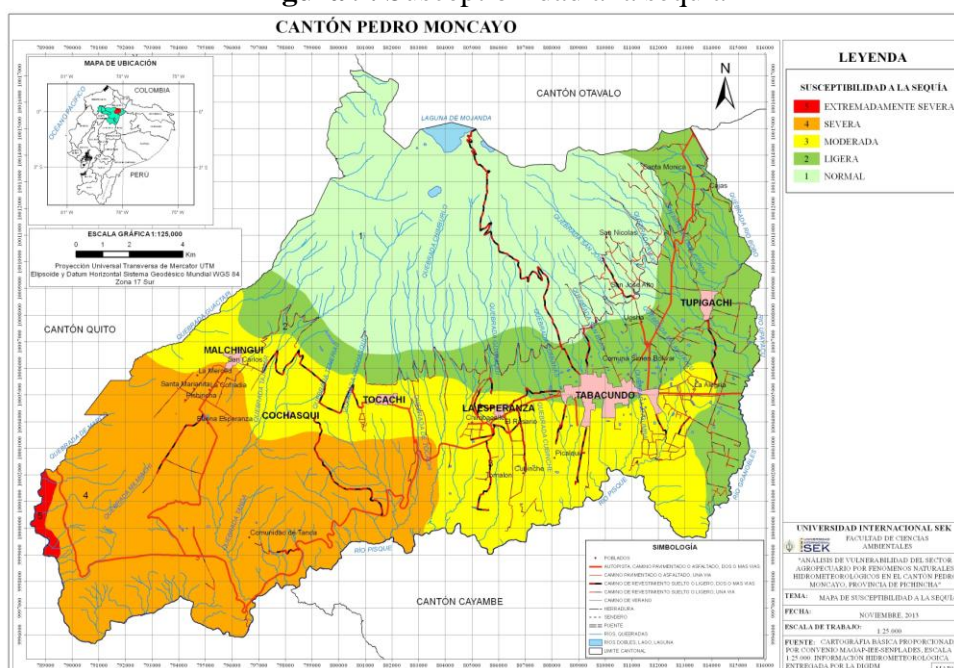
b) Adicionalmente se dibujaron los diagramas ombrotérmicos<sup>7</sup> para cada estación meteorológica, para visualizar los períodos y la severidad de la deficiencia de agua.

c) Utilizando herramientas como Editor de ArcGIS, se realizó un ajuste espacial de límites de las zonas de sequía, de acuerdo al conocimiento de la zona de estudio.

### 3.3.1.2.3. Mapa de susceptibilidad a la sequía

Finalmente, mediante la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se convirtieron las isolíneas a polígono, a través del comando Feature to Polygon de la aplicación ArcToolbox de ArcGIS, se estructuró y se llenó la base de datos, obteniéndose el mapa de zonas susceptibles a la sequía. Ver Figura 9, Mapa 4.

**Figura 9.** Susceptibilidad a la sequía



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

<sup>7</sup> Es un gráfico que se representa por medio de dos curvas, los promedios mensuales de temperatura y de precipitación. En el eje X se representa los doce meses del año y en un doble eje Y se pone a un lado las precipitaciones medias mensuales (en mm) y en el otro las temperaturas medias mensuales (en °C). La escala de representación de la temperatura será el doble de la correspondiente precipitación (Beltrán G., notas de clase, 2000).

A continuación se describen los diferentes tipos de categorías:

**Extremadamente severa.-** Corresponde a aquellas zonas donde el valor del índice de la sequía es menor o igual a 0,25, puede producir pérdidas considerables de los cultivos y pastizales, riesgo de incendio extremo y escasez de agua generalizada.

**Severa.-** Zonas comprendidas entre índice de 0,25 a 0,50. Puede producir probables pérdidas en cultivos y pastizales, el riesgo de incendios es muy alto, y la escasez de agua se incrementa.

**Moderada.-** Zonas con índice de sequía entre 0,50 a 0,75, se presenta daños a cultivos y pastizales, el riesgo a incendio es muy alto, las corrientes de agua, cuerpos de agua y pozos disminuyen sus niveles y comienza una escasez de agua.

**Ligera.-** Corresponde aquellas zonas con índice entre 0,75 a 1,0. Presenta períodos cortos de lento crecimiento en cultivos y pastizales, el riesgo a incendios se encuentra por encima de lo normal. Cuando este período concluye, existe un déficit de agua persistente, los cultivos y pastizales no se recuperan por completo.

**Normal o ausente.-** Agrupan las zonas con índice mayor a uno, lo cual indica condiciones normal seca.

### **3.3.1.3. Exceso de humedad**

La determinación del exceso de humedad se basó en el cálculo del balance hídrico climático<sup>8</sup> por el método de Thornthwaite modificado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), teniéndose como insumos la mediana de la precipitación, por ser la que mejor representa las variaciones de las medias mensuales, la evapotranspiración potencial (ETP) y la capacidad máxima de retención de agua (R. Lucero, comunicación personal, 29 de agosto de 2013).

Los parámetros meteorológicos seleccionados para la determinación del balance fueron:

- Precipitación media mensual y anual.
- Temperatura media mensual y anual.

#### **3.3.1.3.1. Balance hídrico climático**

Para obtener el balance se consideraron los siguientes pasos:

- a) Determinación de la precipitación (P) mediana mensual y anual de una serie de 25 años de las diferentes estaciones meteorológicas.

Se analizaron las series de precipitación mensual conjuntamente con los días de lluvias del mismo lapso de tiempo y relacionándolos con los valores de las estaciones vecinas, se eliminaron algunos datos ilógicos. En base a esta serie se calcularon las lluvias mensuales y anuales.

---

<sup>8</sup>Es el procedimiento por el cual se comparan los ingresos de agua (precipitación), con los egresos (evapotranspiración), mediante cálculos en los cuales se hace intervenir al suelo con su capacidad máxima de retención de agua y su curva de desecamiento (PRONAREG-ORSTOM, 1985, p. 37).

Para las series con años incompletos se procedió a obtener el promedio mensual de todo el período correspondiente al mes o meses faltantes (siempre que sean únicamente dos o tres en verano y uno en invierno), este valor artificial suple al no registrado que se utiliza en el cálculo del valor anual.

Después de esta depuración preliminar, las alturas pluviométricas anuales fueron sometidas a un contraste estadístico entre estaciones, cuyas características físico-climáticas guardaban cierta similitud.

b) Cálculo de la evapotranspiración potencial (ETP).

Debido a la dificultad de disponerse de todos los datos ambientales en la mayoría de las estaciones que se encuentran en el territorio y con la finalidad de estandarizar el procedimiento, se analizó un método que utilizando los parámetros más comunes, los resultados sean adecuados a las condiciones del área de estudio. Con este criterio y por experiencias obtenidas en algunas zonas del país, se recomienda el método de estimación de Thornthwaite, que para el cálculo de la evapotranspiración potencial requiere las medias mensuales de temperatura y la ubicación geográfica de las estaciones (MAGAP-CGSIN, 2012, p. 23-24).

c) Con el factor suelo se obtuvo la capacidad de almacenamiento (ALM) máximo de agua en el suelo en cada estación meteorológica. La capacidad máxima de retención de agua en el suelo de manera general se considera de 200 mm para la sierra (PRONAREG-ORSTOM, 1985, p. 37).

- d) Posteriormente se calculó el balance hídrico climático, que muestra las condiciones hídricas promedio de la zona de estudio y que es la base principal para la determinación de los períodos de humedad (MAGAP-CGSIN, 2012).

En Microsoft Excel se ingresaron los datos mensuales (de cada estación) mencionados en los literales anteriores, y se calculó (P-ETP), la evapotranspiración real (ER), los excesos (EXC), el déficit (DEF) y el período vegetativo.

#### **3.3.1.3.2. Período húmedo y vegetativo**

Estos períodos se determinaron con los datos mensuales de ETP y ER de los procesos anteriores, para ello se consideraron los siguientes pasos:

- a) Se optó por el método simple de calcular el índice  $(ER/ETP)*100$  como indicador de los extremos de los períodos de humedad del ciclo anual (PRONAREG-ORSTOM, 1980, p. 39).
- b) Se elaboró la curva expresada en porcentaje  $(ER/ETP)*100$ .
- c) El período vegetativo, favorable para las actividades agrícolas, está definido por el lapso en el cual la curva  $(ER/ETP)*100$  está por encima del 75 %.
- d) El período seco es determinado por el lapso en el cual la curva  $(ER/ETP)*100$  está por debajo del 50 %.
- e) El período húmedo se determinó por el lapso en el cual la curva  $(ER/ETP)*100$  está en el 100 %.
- f) De la curva de período húmedo se obtuvo la correspondiente duración en días.
- g) Este último valor se utilizó para la elaboración de isolíneas, empleando métodos de interpolación (Kriging) con ayuda de los SIG (ArcGIS).

- h) Se obtuvieron isolíneas de período de humedad.
- i) Se convirtieron las isolíneas a polígonos y se estructuró la base de datos en ArcGIS.

#### **3.3.1.3.3. Fases fenológicas de las plantas**

En el proceso de desarrollo, desde la germinación de las semillas hasta la formación de las nuevas semillas, las plantas muestran varios cambios visibles externos, que son resultado de las condiciones ambientales. Estos cambios externos son denominados fases fenológicas o etapas fenológicas del desarrollo de la planta.

Las plantas presentan diferentes ciclos vegetativos, motivo por el cual, para la determinación de los excesos de humedad, fue necesario conocer el ciclo vegetativo de los cultivos más representativos de la zona de estudio, pues cada cultivo requiere cierto número de días de humedad.

El exceso de humedad se alcanzó de la siguiente manera:

- a) De la guía técnica de cultivos y de otras publicaciones realizadas por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2008) se obtuvo el ciclo vegetativo en días para los cultivos de maíz suave, cebada, trigo y papa.
- b) Con los datos del ciclo vegetativo (en días) y las isolíneas de período de humedad se determinó Isos de Exceso de humedad para cada cultivo.
- c) El exceso de humedad se clasificó en cinco categorías, de acuerdo a las siguientes Tablas:

**Tabla 8.** Categorías de Exceso de humedad - cultivo de maíz

<b>CATEGORÍA</b>	<b>PERÍODO DE HUMEDAD CULTIVO DE MAÍZ (días)</b>
EXTREMADAMENTE HÚMEDA	> 340
MUY HÚMEDA	320-340
HÚMEDA	300-320
LIGERAMENTE HÚMEDA	280-300
NORMAL	260-280

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

**Tabla 9.** Categorías de Exceso de humedad - cultivo de cebada

<b>CATEGORÍA</b>	<b>PERÍODO DE HUMEDAD CULTIVO DE CEBADA (días)</b>
EXTREMADAMENTE HÚMEDA	> 240
MUY HÚMEDA	220-240
HÚMEDA	200-220
LIGERAMENTE HÚMEDA	180-200
NORMAL	120-180

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

**Tabla 10.** Categorías de Exceso de humedad - cultivo de trigo

<b>CATEGORÍA</b>	<b>PERÍODO DE HUMEDAD CULTIVO DE TRIGO (días)</b>
EXTREMADAMENTE HÚMEDA	> 300



**Tabla 10.** (cont.)

MUY HÚMEDA	280-300
HÚMEDA	260-280
LIGERAMENTE HÚMEDA	240-260
NORMAL	180-240

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

**Tabla 11.** Categorías de Exceso de humedad - cultivo de papa

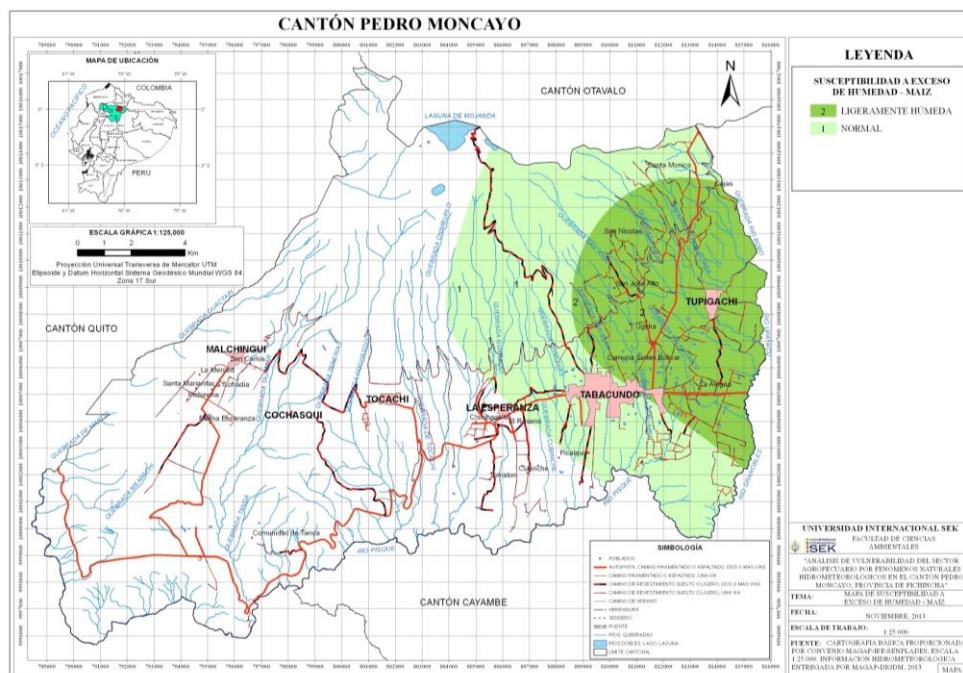
<b>CATEGORÍA</b>	<b>PERÍODO DE HUMEDAD CULTIVO DE PAPA (días)</b>
EXTREMADAMENTE HÚMEDA	> 270
MUY HÚMEDA	250-270
HÚMEDA	230-250
LIGERAMENTE HÚMEDA	210-230
NORMAL	160-210

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

#### **3.3.1.3.4. Mapa de susceptibilidad al exceso de humedad**

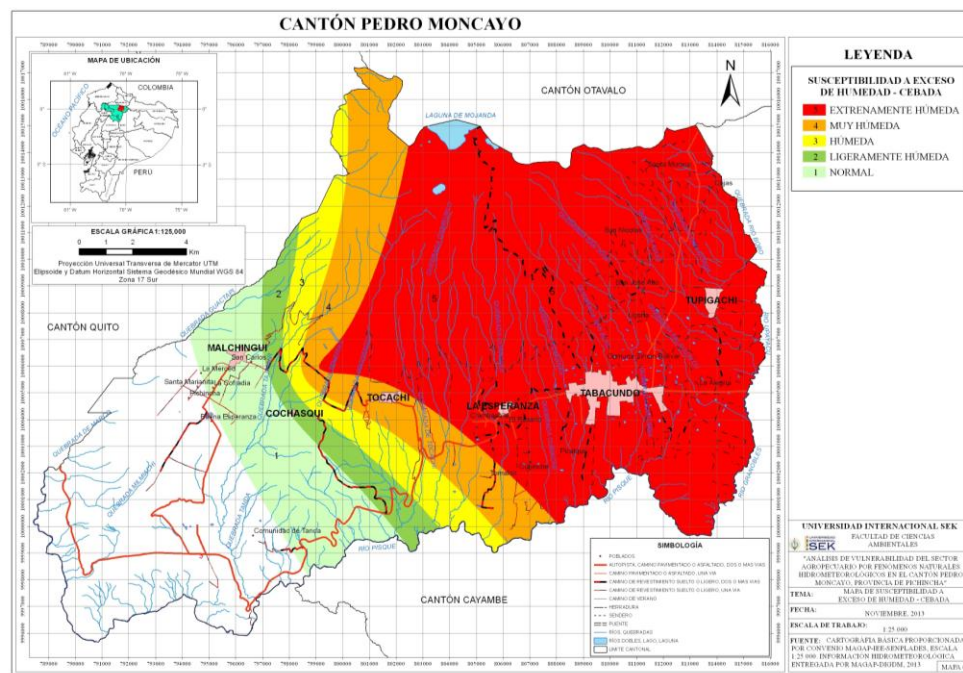
Finalmente mediante la utilización del comando Feature to Polygon de la aplicación ArcToolbox de ArcGIS, se convirtieron las isolíneas de períodos de humedad a polígono, se estructuró y se llenó la base de datos, obteniéndose las zonas de excesos de humedad, en las Figuras 10, 11, 12 y 13 y en los Mapas 5, 6, 7, y 8 se visualiza lo indicado.

Figura 10. Susceptibilidad al exceso de humedad - maíz



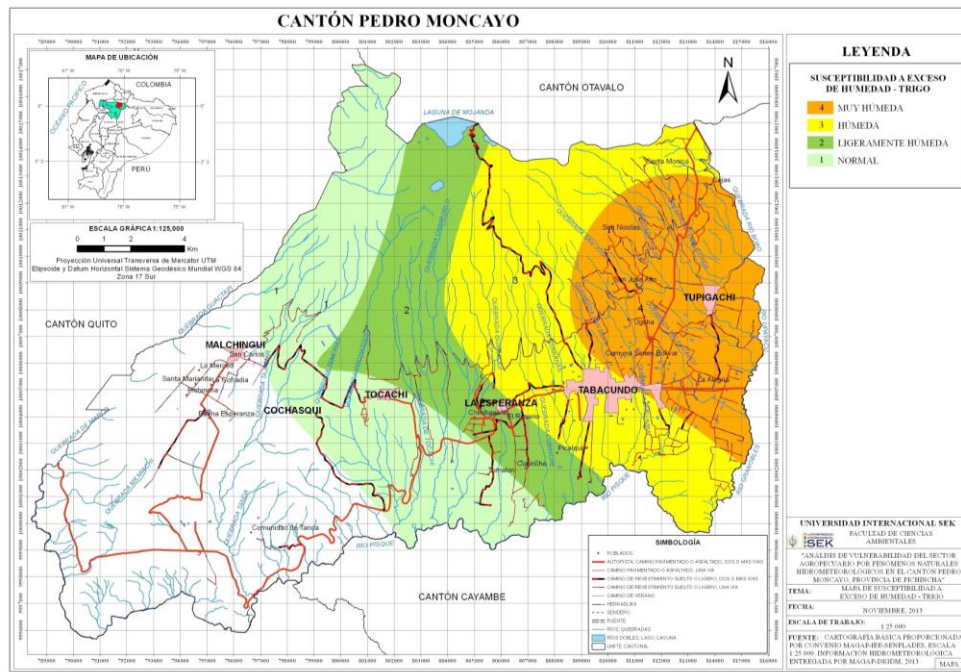
Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Figura 11. Susceptibilidad al exceso de humedad - cebada



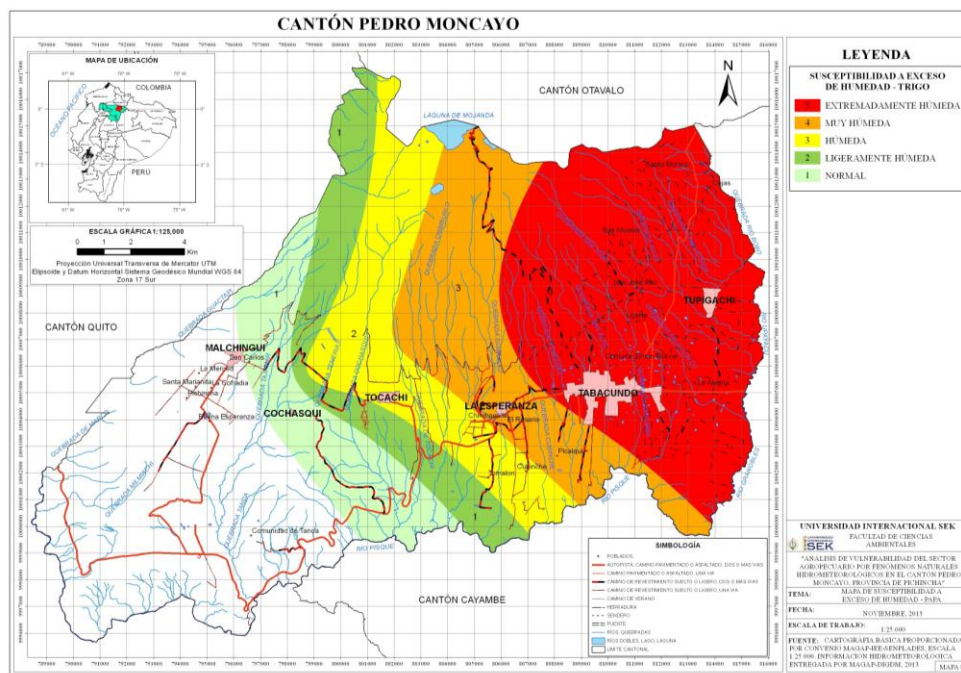
Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Figura 12. Susceptibilidad al exceso de humedad - trigo



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Figura 13. Susceptibilidad al exceso de humedad - papa



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

A continuación se presentan las descripciones de las diferentes categorías:

**Extremadamente húmeda.-** No agrícola o marginal.

**Muy húmeda.-** No agrícola, húmedo todo el año, pérdidas graves por maleza, plagas, enfermedades y problemas de laboreo.

**Húmeda.-** Húmedo la mayor parte del año, pérdidas graves por maleza, plagas, enfermedades y problemas de laboreo.

**Ligeramente húmeda.-** Afectación leve a las plantas, pérdidas moderadas por enfermedades y plagas, problemas de laboreo y calidad.

**Normal.-** Período de humedad adecuado para cada cultivo con muy buenos rendimientos.

#### **3.3.1.4. Granizada**

La granizada afecta a la producción de los cultivos en diferentes proporciones, en algunos casos desde pequeños daños con relativa disminución de la producción, y en otros casos producen daño irreversible como la pérdida total de las cosechas, debido a la afectación del área foliar de las plantas.

Según el Sistema de Gestión de Información sobre Desastres - DESINVENTAR (1970-2013) de la Corporación OSSO, en relación a los impactos asociados a fenómenos hidrometeorológicos, se registran 31 eventos por granizada a nivel nacional, localizados en las provincias de Pichincha (Quito, Sangolquí, Puengasí), Azuay (Cuenca, Cumbe), Chimborazo

(Colta, Columbe, Sicalpa) y Cotopaxi (Latacunga, La Matriz), los efectos fueron, afectación de viviendas, colapso de techos, daño al sistema de alcantarillado, interrupción del tránsito, suspensión de la energía eléctrica, daño a cultivos por cubrimiento de granizo y un fallecimiento.

### **3.3.2 Identificación de elementos vulnerables**

Corresponde a aquellos elementos más expuestos o que pueden ser más afectados por la helada, sequía o el exceso de humedad, para el caso de este estudio incluye la ocupación de la tierra de tipo agrícola, pecuaria y su sistema de producción.

#### **3.3.2.1. Cobertura y uso de la tierra**

La cobertura y uso de la tierra se determinó por observación directa en productos de sensores remotos, principalmente en ortofotos digitales. Se obtuvo por combinación de la fotointerpretación con las observaciones de campo y datos secundarios.

A continuación se presentan los procesos básicos para identificar la cobertura y uso de la tierra:

##### **a) Definición del sistema de clasificación**

Se seleccionó la clasificación realizada por el MAGAP-CLIRSEN (2013), ésta leyenda identifica cuatro niveles y seis grandes formas de cobertura (bosque, vegetación arbustiva y herbácea, tierra agropecuaria, cuerpo de agua, zona antrópica y otras áreas), definiendo dentro de cada forma las subclases respectivas. Ver Anexo A.

b) Selección de materiales

Se recopiló y analizó información sobre: ortofotos digitales, mapas y memorias de estudios de vegetación, áreas protegidas y mapa base actualizado, entre otros.

c) Levantamiento del mapa preliminar de cobertura y uso

Se realizó a través de la técnica de interpretación visual de ortofotos, éste método es el más común en estudios semi-detallados (escala 1:25.000) ya que es preciso en sus resultados. La unidad mínima de mapeo fue de una hectárea.

Se delimitaron zonas que presentan características similares en cuanto a: tono, textura, forma, color, etc., posteriormente se asignó la categoría de cobertura correspondiente a cada polígono, procurando identificar el mayor número de tipos de cobertura.

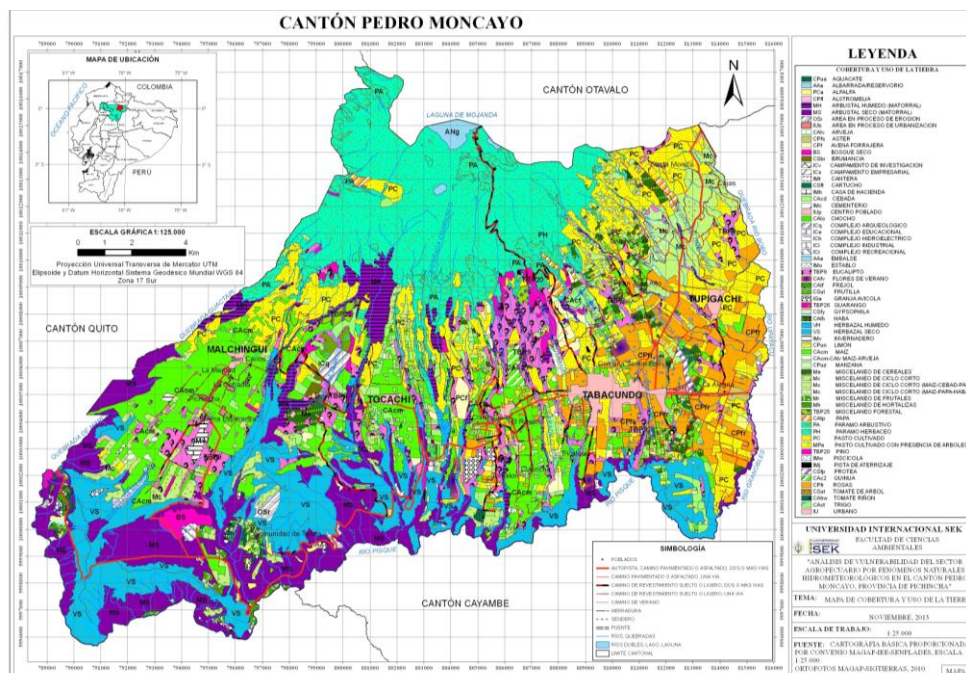
d) Trabajo de campo

El objetivo del trabajo de campo fue validar el mapa preliminar de cobertura y uso de la tierra. Los puntos GPS se capturaron de manera digital con su respectivo respaldo fotográfico, estos datos permitieron afinar o validar las unidades identificadas en gabinete.

e) Reinterpretación y elaboración del mapa final con su leyenda

En esta etapa se analizaron los datos recolectados en campo y se procedió a ajustar el mapa preliminar, dando como resultado el mapa final de cobertura y uso de la tierra. Ver Figura 14, Mapa 9.

**Figura 14.** Cobertura y uso de la tierra



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

### 3.3.2.2. Sistemas productivos

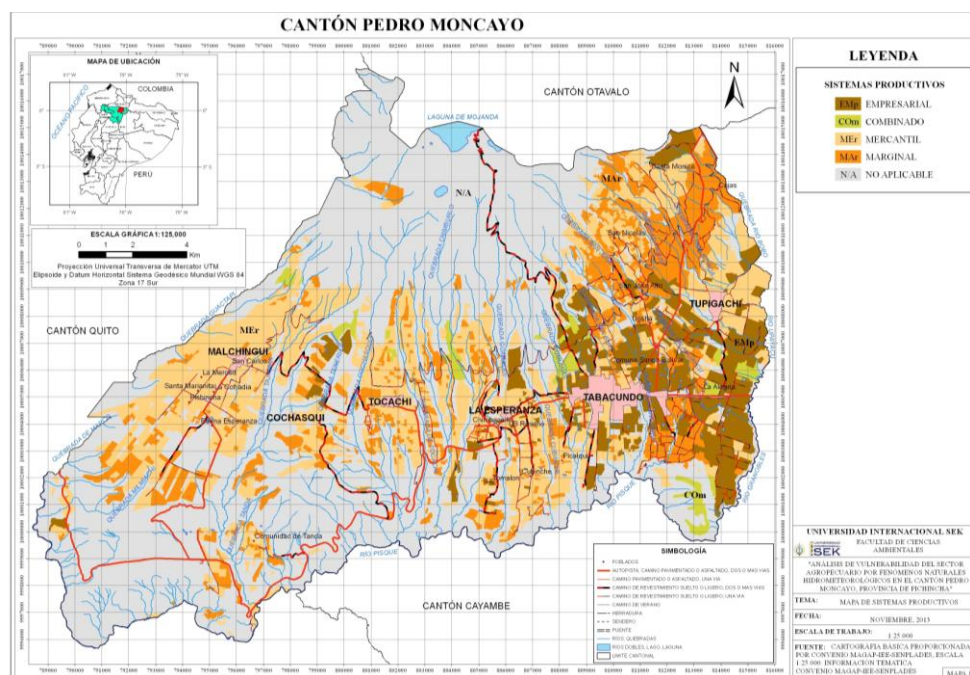
Para establecer los sistemas productivos se empleó la metodología propuesta por el MAGAP (2012); ésta metodología contempla la caracterización de los sistemas de producción a través de la investigación en campo en dos fases.

La primera consiste en aplicar la ficha general a los informantes claves, los mismos que pueden ser: técnicos del MAGAP, GADs, personereros de los municipios, presidentes de juntas

parroquiales, asociaciones, gremios o presidentes de comunidades. Esta estrategia se la aplica con la finalidad de tener una visión general de la zona en estudio, en cuanto a sus actividades productivas, infraestructura (vial, riego, escuelas), servicios de apoyo a la producción (silos, bancos, centros de acopio, centros de insumos agrícolas, agroindustrias) y otras involucradas en el proceso agroproductivo, que permitan caracterizar la zona, ubicar los polos de desarrollo, destino de la producción y la cadena productiva. El resultado de esta fase identifica los sistemas de producción a nivel macro: de alta inversión y de baja inversión.

La segunda fase de campo, permite conocer la realidad de las unidades de producción mediante la aplicación de la ficha específica (productor) y sirve para confirmar y jerarquizar el tipo de sistema de producción identificado en la primera fase de campo. Posteriormente se realiza la espacialización de las fichas levantadas y la caracterización de los sistemas de producción. Ver Figura 15, Mapa 10.

Figura 15. Sistemas productivos





### **3.4. Análisis de vulnerabilidad**

La metodología comprendió la vulnerabilidad desde el punto de vista socioeconómico, tomando en cuenta que el sector agropecuario (cultivos agrícolas, pastizales y sistemas de producción) es la base fundamental de la población del sector rural de la zona de estudio. Esta vulnerabilidad se analizó para los fenómenos hidrometeorológicos más comunes repartidas en el territorio del cantón Pedro Moncayo, como heladas, sequías y exceso de humedad.

Para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario se empleó Métodos Cualitativos (SNGR, 2012). Para ello es necesario asignar pesos o ponderaciones tanto a los elementos expuestos como a las susceptibilidades (heladas, sequía y exceso de humedad), estos pesos fueron asignados con ayuda de un grupo de expertos del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca con experiencia en temas de clima, hidrología, agricultura y sistemas de producción.

De acuerdo a esta metodología, los valores y pesos, para la calificación y ponderación, se deducen según el conocimiento del comportamiento de los diferentes cultivos frente a las distintos peligros posibles, utilizando como modelo las experiencias documentadas de otros países (debido a que en el cantón, no existe información relacionada a la susceptibilidad de cultivos al daño por fenómenos hidrometeorológicos), más la información proveniente de la literatura técnica.

Para el caso de la ponderación de cultivos más susceptibles a heladas, se empleó la lista de frutas frescas y hortalizas por categorías de susceptibilidad a la congelación de Wang y Wallace (2003), citado por la FAO (2010), mostrando las sensibilidades relativas cuando eran expuestas a temperaturas de congelación.

### 3.4.1. Variables e indicadores (elementos vulnerables)

Las variables seleccionadas se presentan en la Tabla 12:

**Tabla 12.** Categorías de Cobertura de la tierra y Sistemas productivos

<b>VARIABLE</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>NIVELES DE LOS INDICADORES</b>
COBERTURA DE CULTIVOS	PASTIZALES	NIVELES DE PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DEL CULTIVO
	CULTIVOS TRANSITORIOS	
	CULTIVOS SEMI-PERMANENTES	
	CULTIVOS PERMANENTES	
SISTEMA DE PRODUCCIÓN	TIPO DE SISTEMA DE PRODUCCIÓN	MARGINAL
		MERCANTIL
		COMBINADO
		EMPRESARIAL

Fuente: SNGR, 2012

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

### 3.4.2. Ponderación de elementos vulnerables (sector agropecuario) y fenómenos naturales hidrometeorológicos

Los pesos (ponderación) de los elementos vulnerables fueron asignados de acuerdo a su incidencia ante los diferentes fenómenos naturales hidrometeorológicos; a mayor peso, mayor incidencia. De igual manera se asignó un valor o peso a cada clases o categorías dentro de los mapas de susceptibilidades; mayor valor al que tiene más importancia a producir daños.

#### **3.4.2.1. Elemento vulnerable (sector agropecuario)**

A partir de las capas de cobertura y uso de la tierra y sistemas de producción, se seleccionaron los elementos expuestos ante una amenaza como: las zonas de cultivos, pastizales y su tipo de sistema de producción.

Se calculó la superficie cubierta total por elemento expuesto y se ordenó de manera descendente, ya que el predominante será el elemento más vulnerable, adicionalmente se realizó un análisis de los cultivo más susceptibles a los fenómenos hidrometeorológicos. En cambio para los sistemas de producción, los marginales serán los más vulnerables o los que tienen menor capacidad para afrontar un evento natural de este tipo, pasando por los mercantiles, combinados y los menos vulnerables los empresariales, pues los productores están en capacidad de responder adecuadamente ante la presencia de un fenómeno hidrometeorológico.

Se asignó pesos a cada indicador (elemento vulnerable), estos pesos se calificaron en función de su importancia de acuerdo al predominio del cultivo, pastizal y el tipo de sistema de producción de la zona de estudio. Estos valores numéricos van de 0 (menos vulnerable) hasta 10 (máxima vulnerabilidad), dependiendo si la característica de los cultivos analizados constituye una debilidad, leve o fuerte, frente a la susceptibilidad considerada. Ver Tabla 13.

**Tabla 13.** Ponderación de categorías de Cobertura de la Tierra y Sistemas Productivos (sector agropecuario)

VARIABLE	INDICADOR	VALORES DE INDICADOR			PONDERACIÓN	VALOR MÁXIMO
		HE	SE	EX		
CULTIVOS TRANSITORIOS (CICLO CORTO)	MAÍZ	9	8	7	0.6	60
	MAÍZ-ARVEJA	8	8	7		
	MISCELÁNEO DE CICLO CORTO	7	7	7		
	MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-CEBADA-PASTO)	7	8	7		
	MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (PAPA-HABA-MAÍZ)	8	9	8		
	CEBADA	8	8	7		
	MISCELÁNEO DE CEREALES	7	7	7		
	TRIGO	9	7	7		
	PAPA	10	10	10		
	QUINUA	6	8	7		
	FLORES DE VERANO	7	1	8		
	FREJOL	6	6	8		
	HABA	4	7	6		
	ARVEJA	7	7	8		
	MISCELÁNEO DE HORTALIZAS	6	8	7		
	CHOCHO	7	5	8		

**Tabla 13.** (cont.)

PASTIZALES	PASTO CULTIVADO (MEZCLA FORRAJERA)	6	9	7	0.4	40
	AVENA FORRAJERA	6	7	3		
	ALFALFA	5	5	3		
	PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES	9	4	3		
CULTIVOS SEMI- PERMANENTES	TOMATE RIÑÓN	9	10	7		
	FRUTILLA	7	8	9		
	PROTEA	8	1	8		
	GYPSOPHILA	8	1	8		
	CARTUCHO	8	1	8		
	BRUMANCIA	8	1	8		
CULTIVOS PERMANENTES	LIMÓN MAYER	7	7	7		
	TOMATE DE ÁRBOL	7	7	8		
	MISCELÁNEO DE FRUTALES	6	6	8		
	AGUACATE	7	6	7		
	ASTER	6	1	8		
	ALSTROMELIA	6	1	8		
	MANZANA	6	3	5		
	ROSAS	5	0	0		
	SISTEMA DE PRODUCCIÓN	MARGINAL	10	10		
MERCANTIL		7	7	7		
COMBINADO		4	4	4		
EMPRESARIAL		1	1	1		
HE= helada, SE= sequía, EX= exceso de humedad					Valor mínimo=0	100

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Como se puede observar en la tabla anterior, los valores posibles de los indicadores son distintos para las tres susceptibilidades, pues la incidencia o importancia de los distintos cultivos son diferentes.

Para el caso de las rosas bajo invernadero, se ha ponderado con un valor de 5 para las heladas, ya que este fenómeno si afecta a las flores, de acuerdo a entrevistas mantenidas con pequeños floricultores, manifiestan que cuando cae la helada el floricultor se ve obligado a aplicar anti estresantes, haciendo que la planta asimile el clima, para que su producción sea normal.

El sector agropecuario se categorizó de acuerdo a los siguientes rangos, ver Tabla 14:

**Tabla 14.** Categorías de Áreas Agropecuarias

<b>CATEGORÍA ÁREA AGROPECUARIA</b>	<b>PESO</b>	<b>RANGO</b>
MUY ALTA	5	81-100
ALTA	4	61-80
MEDIA	3	41-60
BAJA	2	21-40
MUY BAJA	1	0-20

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

#### **3.4.2.2. Susceptibilidad a heladas**

La capa de susceptibilidad a heladas se ponderó de 1 a 5, donde el de mayor valor es el que presenta mayor peligro a las heladas. Ver Tabla 15.

**Tabla 15.** Ponderación Susceptibilidad a heladas

<b>SUSCEPTIBILIDAD A HELADAS</b>	<b>PESO</b>
Muy alta	5
Alta	4
Media	3
Baja	2
Sin o nula	1

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

### 3.4.2.3. Susceptibilidad a la sequía

La capa de susceptibilidad a la sequía se ponderó de 1 a 5, donde la de mayor valor es la que presenta mayor peligro a sequía. Ver Tabla 16.

**Tabla 16.** Ponderación Susceptibilidad a la sequía

<b>SUSCEPTIBILIDAD A LA SEQUÍA</b>	<b>PESO</b>
Extremadamente severa	5
Severa	4
Moderada	3
Ligera	2
Normal o ausente	1

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

#### 3.4.2.4. Susceptibilidad al exceso de humedad

La capa de susceptibilidad al exceso de humedad se ponderó de 1 a 5, donde el de mayor valor es el que presenta mayor peligro al exceso de humedad. Ver Tabla 17.

**Tabla 17.** Ponderación Susceptibilidad al exceso de humedad

<b>SUSCEPTIBILIDAD A EXCESO DE HUMEDAD</b>	<b>PESO</b>
Extremadamente húmeda	5
Muy húmeda	4
Húmeda	3
Ligeramente húmeda	2
Normal	1

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

#### 3.4.3. Diseño de matrices de combinación

La matriz de combinación, es una matriz de doble entrada de los elementos vulnerables (sector agropecuario) versus las amenazas (heladas, sequía y exceso de humedad), este método es cualitativo y se basó en un sistema matricial lógico de doble entrada. Para este estudio se definieron cinco niveles relativos de vulnerabilidad. Ver Tablas 18, 19, 20.



**Tabla 18.** Matriz de Combinación del Sector Agropecuario ante las Heladas

		<b>SECTOR AGROPECUARIO</b>				
<b>HELADAS</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Muy alto	<b>5</b>	5	5	4	3	2
Alto	<b>4</b>	5	4	4	3	2
Medio	<b>3</b>	4	4	3	2	1
Bajo	<b>2</b>	3	3	2	2	1
Sin	<b>1</b>	2	2	1	1	1

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

**Tabla 19.** Matriz de Combinación del Sector Agropecuario ante la Sequía

		<b>SECTOR AGROPECUARIO</b>				
<b>SEQUÍA</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Extremadamente severa	<b>5</b>	5	5	4	3	2
Severa	<b>4</b>	5	4	4	3	2
Moderada	<b>3</b>	4	4	3	2	1
Ligera	<b>2</b>	3	3	2	2	1
Normal o ausente	<b>1</b>	2	2	1	1	1

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

**Tabla 20.** Matriz de Combinación del Sector Agropecuario ante el Exceso de humedad

EXCESO DE HUMEDAD		COBERTURA DE LA TIERRA (CULTIVOS)								
		MAÍZ	CEBADA	TRIGO	PAPA	CICLORO	CEREALES	FRUTALES	HORTALIZAS	PASTIZALES
Extremadamente húmeda	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Muy húmeda	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Húmeda	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ligeramente húmeda	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Normal	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

#### 3.4.4. Niveles de vulnerabilidad

Las vulnerabilidades se clasificaron en cinco niveles o grados, los que se representan con diferentes colores. Ver Tabla 21.

**Tabla 21.** Niveles de vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD		
MUY ALTA		5
ALTA		4
MEDIA		3
BAJA		2
MUY BAJA		1

Las mejores condiciones socioeconómicas de los productores significan menores valores de vulnerabilidad y mejor predisposición para enfrentar las amenazas de origen natural y viceversa, ya que estos niveles de vulnerabilidad indican las posibilidades de un productor de resistir o asimilar, favorablemente, eventos adversos, ayudando de esta manera, a priorizar acciones de mitigación entre diferentes sistemas productivos vulnerables.

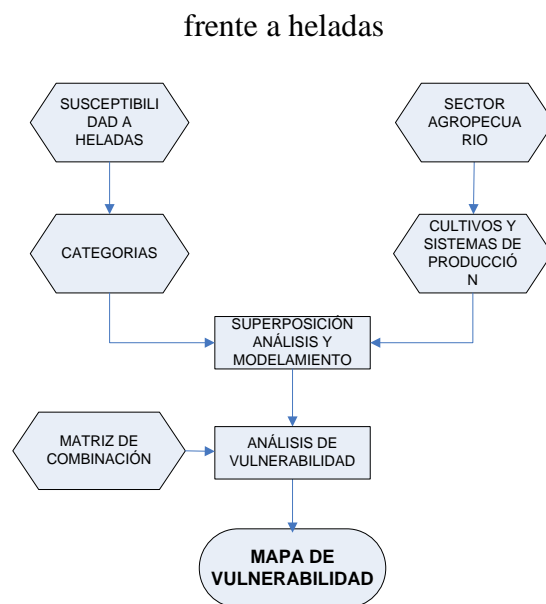
#### **3.4.5. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas**

La metodología para el análisis de vulnerabilidad se basó en la superposición del mapa de susceptibilidad a las heladas con el mapa de cobertura y uso de la tierra y sistemas de producción, utilizando herramientas de SIG.

Se aplicó el modelo matricial y se creó un nuevo campo en la misma tabla, en el cual mediante el comando Field Calculator de ArcGIS se identificaron las zonas con los diferentes tipos de vulnerabilidad a las heladas.

Posteriormente se identificaron las superficies agropecuarias potencialmente afectadas por el fenómeno hidrometeorológico de las heladas. En la Figura 16 se presenta el modelo conceptual de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas.

**Figura 16.** Modelo Conceptual para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

#### 3.4.6. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía

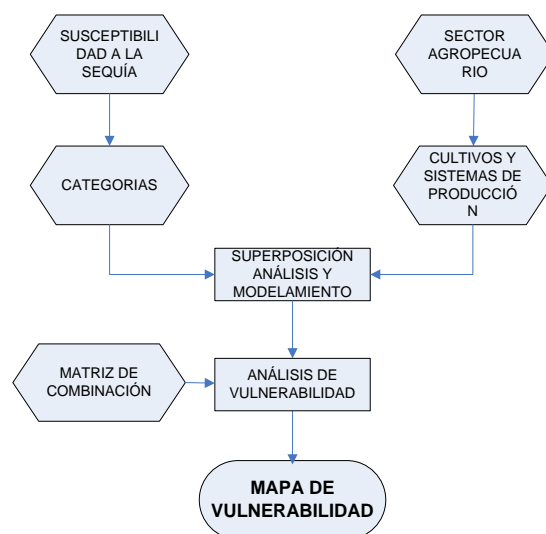
La metodología para el análisis de vulnerabilidad se basó en la superposición del mapa de susceptibilidad a la sequía con el mapa de cobertura y uso de la tierra y sistemas de producción, por medio de herramientas como Analysis Tools de ArcToolbox de ArcGIS, este proceso consistió en unificar los polígonos de las dos coberturas que están separadas para producir una nueva cobertura.

A esta nueva cobertura, se aplicó el modelo matricial y se creó un nuevo campo en la misma tabla, en el cual mediante el comando Field Calculator de ArcGIS se identificaron las zonas con los diferentes tipos de vulnerabilidad a la sequía. Posteriormente mediante el comando Dissolve/Generalization de la herramienta Data Management Tools de ArcToolbox de ArcGIS se reduce la información según las necesidades, como por ejemplo, para eliminar

polígonos adyacentes que poseen la misma información del polígono vecino, como también para eliminar polígonos pequeños.

A continuación se identificaron las superficies agropecuarias potencialmente afectadas por el fenómeno hidrometeorológico de la sequía. En la Figura 17 se presenta el modelo conceptual de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía.

**Figura 17.** Modelo Conceptual para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

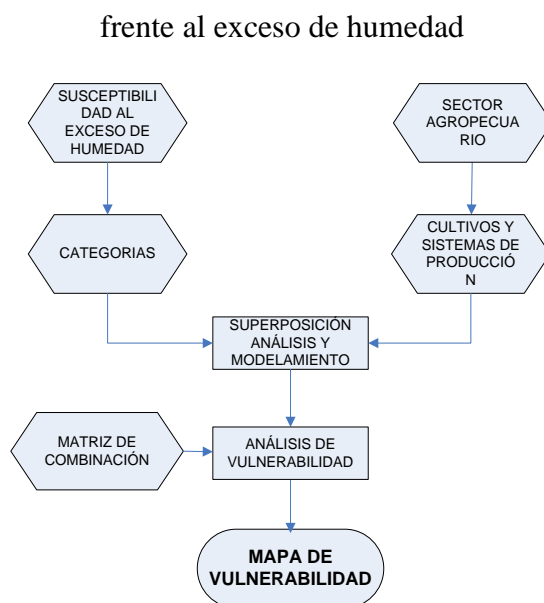
### 3.4.7. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad

La metodología para el análisis de vulnerabilidad se basó en la superposición del mapa de susceptibilidad al exceso de humedad con el mapa de cobertura y uso de la tierra y sistemas de producción de la tierra utilizando herramientas de SIG.

Se aplicó el modelo matricial y se creó un nuevo campo en la misma tabla y mediante el comando Field Calculator de ArcGIS se determinaron las zonas con los diferentes tipos de vulnerabilidad al exceso de humedad.

Posteriormente se identificaron las superficies agropecuarias potencialmente afectadas por el fenómeno hidrometeorológico del exceso de humedad. En la Figura 18 se presenta el modelo conceptual de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad.

**Figura 18.** Modelo Conceptual para el análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Caracterización de los elementos expuestos**

#### **4.1.1. Cobertura y uso de la tierra**

La actividad económica de la población rural del cantón es la agricultura cuyos principales productos son: maíz suave, papa, cebada, trigo, haba, así como también flores de exportación (rosas, claveles y flores de verano). En cuanto a la ganadería, es especialmente ganado vacuno para la producción de leche, el hato generalmente es criollo, mestizo, holstein freissan, jersey y brown swiss, la forma de manejo y cuidado del ganado vacuno es por sogueo, y pastoreo en zona de pendiente plana a casi plana, motivo por el cual gran parte de las tierras agrícolas están destinadas al cultivo de pasto.

En la Tabla 22 y Gráfico 2 se observa la distribución de las diferentes coberturas agropecuarias dentro del cantón, mientras que las coberturas no agropecuarias se presentan en la Tabla 23:

**Tabla 22.** Superficie según tipo de cobertura agropecuaria

<b>CULTIVO</b>	<b>CATEGORÍA</b>	<b>COBERTURA</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
PASTIZAL	-	PASTO CULTIVADO (MEZCLA FORRAJERA)	4.549,92	30,14
		AVENA FORRAJERA	327,65	2,17
		ALFALFA	106,02	0,70
		PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES	19,09	0,13
ANUAL	CEREALES <sup>9</sup>	MAÍZ	3.945,28	26,13
		CEBADA	744,05	4,93
		TRIGO	128,86	0,85
		MISCELÁNEO DE CEREALES	416,31	2,76
		QUINUA	82,11	0,54
	LEGUMINOS AS <sup>10</sup>	FREJOL (ARBUSTIVO)	37,26	0,25
		HABA	17,33	0,11
		ARVEJA	6,39	0,04

<sup>9</sup>Plantas herbáceas cuyos granos o semillas se emplean para la alimentación humana o del ganado, generalmente molidos en forma de harina (SENPLADES, 2013, p. 424).

<sup>10</sup>Son una familia de plantas fácilmente reconocible por su fruto tipo legumbre y sus hojas compuestas y estipuladas (SENPLADES, 2013, p. 424).



**Tabla 22.** (cont.)

		CHOCHO	1,86	0,01
	TUBÉRCULO S <sup>11</sup>	PAPA	137,16	0,91
	-	MAÍZ-ARVEJA	20,86	0,14
		MISCELÁNEO DE CICLO CORTO <sup>12</sup>	1.650,48	10,93
		MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-CEBADA- PASTO)	460,22	3,05
		MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (PAPA- HABA-MAÍZ)	167,43	1,11
	HORTALIZAS 13	TOMATE RIÑÓN	10,76	0,07
		MISCELÁNEO DE HORTALIZAS <sup>14</sup>	2,28	0,02
SEMI- PERMANENTE	FRUTALES <sup>15</sup>	FRUTILLA	69,35	0,46

<sup>11</sup>Planta de tallo subterráneo modificado y engrosado donde se acumulan los nutrientes de reserva (SENPLADES, 2013, p. 425).

<sup>12</sup>Agrupación de varios cultivos anuales que se encuentran mezclados entre sí y que no pueden ser individualizados (SENPLADES, 2013, p. 435).

<sup>13</sup>Conjunto de plantas cultivadas generalmente en huertas o regadíos, que se consumen como alimento (SENPLADES, 2013, p. 424).

<sup>14</sup>Agrupación de cultivos de hortalizas que se encuentran mezclados entre si y que no pueden ser individualizados (SENPLADES, 2013, p. 435).

<sup>15</sup>Órgano procedente de la flor, o de partes de ella, que contiene a las semillas hasta que estas maduran y luego contribuye a diseminarlas (SENPLADES, 2013, p. 424).

**Tabla 22.** (cont.)

PERMANENTE		MISCELÁNEO DE FRUTALES <sup>16</sup>	143,18	0,95	
		AGUACATE	65,19	0,43	
		LIMÓN MAYER	9,49	0,06	
		TOMATE DE ÁRBOL	3,47	0,02	
		MANZANA	0,80	0,01	
ANUAL	FLORES	FLORES DE VERANO	77,37	0,51	
SEMI-PERMANENTE		BRUMANCIA	42,26	0,28	
		PROTEA	34,18	0,23	
		GYPSOPHILA	18,85	0,12	
PERMANENTE		CARTUCHO	0,94	0,01	
		ROSAS	1.764,86	11,69	
		ASTER	34,60	0,23	
		ALSTROMELIA	0,82	0,01	
<b>TOTAL SUPERFICIE AGROPECUARIA</b>			<b>15.096,67</b>	<b>100,00</b>	

Fuente: MAGAP/IEE, 2013

**Tabla 23.** Superficie según tipo de cobertura no agropecuaria

CATEGORÍA	SUPERFICIE	PORCENTAJE
	(ha)	(%)
BOSQUE NATIVO	145,92	0,79

<sup>16</sup>Agrupación de cultivos de frutales que se encuentran mezclados entre si y que no pueden ser individualizados (SENPLADES, 2013, p. 435).



## Pasto

“Vegetación herbácea dominada por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo” (SENPLADES, 2013, p. 133).

Del total de la superficie de uso agropecuario 15.096,67 ha, la tierra ocupada con pasto cultivado representa el 30,26 %, las especies más predominantes son mezclas forrajeras de *Holcus lanatus L.* (holco), *Lolium perenne L.* (ray grass), *Trifolium repens* (trébol), *Dactylis glomerata L.* (pasto azul) y el más común y predominante el *Pennisetum clandestinum* (kikuyo), en algunos sectores el pasto cultivado (kikuyo) no sobrepasa de 15 cm de altura por lo que provoca un pastoreo deficiente; otros tipos de pastizales que se hallan en el cantón son la avena forrajera y alfalfa.



**Foto 10.** Pasto cultivado, sector Tupigachi

Los pastos se distribuyen en todo el cantón, principalmente en la parroquia Tupigachi, Tabacundo y sobre la cota de los 2900 m.s.n.m. en Malchinguí, en las cercanías de los asentamientos humanos, vías de comunicación y a orillas de quebradas.

### **Cultivos anuales**

“Cultivos agrícolas, cuyo ciclo vegetativo es estacional, pudiendo ser cosechados una o más veces al año” (SENPLADES, 2013, p. 437).

En cuanto a los cultivos, 5.529,65 ha (36,63 %) corresponde a cultivos anuales, aquellos cuyo ciclo vegetativo generalmente es menor a un año, principalmente maíz, cebada, papa, trigo, quinua, fréjol, haba, arveja y pequeños huertos hortícolas alrededor de las viviendas, cuya producción se destina básicamente al autoconsumo, 2.298,99 ha (15,23 %) corresponde a asociaciones de pastos cultivados casi exclusivos y algunas parcelas pequeñas de cultivos de maíz y cebada, o maíz-papa-haba.

El **maíz** se localiza en todo el territorio, especialmente en las parroquias: Malchinguí, Tocachi, La Esperanza y Tabacundo. Mientras que asociaciones de cultivos maíz-papa-haba o pasto maíz-cebada se encuentran en la parroquia Tupigachi.



**Foto 11.** Asociación de cultivos maíz-cebada-papa-pasto, sector Tupigachi



**Foto 12.** Cultivo de maíz, sector La Esperanza

### **Cultivos semi-permanentes**

“Cultivos agrícolas, cuyo ciclo vegetativo dura entre uno y tres años” (SENPLADES, 2013, p. 437).

El cantón existen pequeños huertos con cultivos semi-permanentes de frutilla que se localizan cerca de las poblaciones de Tocachi y Cajas.



**Foto 13.** Cultivo de frutilla, sector Cajas

### **Cultivos permanentes**

“Cultivos agrícolas, cuyo ciclo vegetativo es mayor a tres años, y ofrece durante éste período varias cosechas” (SENPLADES, 2013, p. 437).

Existen parcelas de cultivos permanentes como: aguacate, limón mayer, tomate de árbol, manzana y algunos frutales, cuya producción está destinada al autoconsumo, motivo por el cual, la comercialización de productos agrícolas no es muy representativa y básicamente constituye un mercado local. Dichas superficies 291,47 ha (1,93 %) se encuentran principalmente al sur occidente del cantón.



**Foto 14.** Cultivo de frutales, sector Cubinche

### **Cultivos de flores**

La situación geográfica del país permite contar con micro climas y una luminosidad que proporciona características únicas a las flores como: tallos gruesos, largos y totalmente verticales, botones grandes y colores sumamente vivos y mayor número de días de vida en florero. La producción intensa de flores para la exportación, que comenzó en el norte de la provincia de Pichincha en los años 80, ocupa el primer lugar en las estadísticas nacionales de exportación de productos no tradicionales y perecibles (238 millones de dólares en el año 2001). El 85 % de sembríos son de rosas y el 15 % claveles. La producción exportable del cantón es de unas 25.000 cajas semanales, que significan 7 millones y medio de tallos (Municipalidad del cantón Pedro Moncayo, 2012).

El cultivo de flores en el cantón, cubre una superficie de 1.973,88 ha (13,07 %). El cultivo principal es la rosa, el manejo es controlado bajo invernadero. Se localizan principalmente en



la parte baja de las parroquias Tabacundo, Tupigachi y en mínima proporción en La Esperanza.



**Foto 15.** Cultivo de rosas, sector Tabacundo

### **Áreas no agropecuarias**

Las áreas de cobertura no agropecuaria ocupan 18.484,41 ha, y comprenden aquellas zonas de vegetación natural (con diferentes grados de intervención) como bosque nativo, vegetación arbustiva, páramo y vegetación herbácea los mismos que constituyen un uso de conservación y protección; plantaciones forestales de eucalipto, pino y guarango; cuerpos de agua, zonas de expansión urbana e infraestructura. El detalle de estas coberturas se presenta en el Anexo B.

#### **4.1.2. Sistemas productivos**

El cantón posee una población total de 33.172 habitantes de los cuales el 30,32 % (10.059 habitantes) se encuentran en el área urbana y el 69,68 %, es decir 23.113 habitantes están en

el área rural. De esta población rural, alrededor del 24 % (5.548 habitantes) están involucrados directamente con el sector de la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, siendo los principales actores de los diferentes sistemas productivos (INEC, 2010).

En lo referente a la infraestructura de riego, el cantón cuenta con canales y acequias para el regadío. En algunos sectores presentan sistemas de riego por aspersión, favoreciendo la producción de hortalizas, frutales y pastos.

La estructura productiva del agro en el cantón, según el III Censo Nacional Agropecuario (2000), comprenden 3.953 Unidades de Producción Agropecuaria (UPAs) con una superficie de 22.475 hectáreas, como se observa en la Tabla 24.

**Tabla 24.** Numero de UPAs por tamaño y superficie

<b>TAMAÑO DE UPAS</b>	<b>NÚMERO DE UPAS</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>NÚMERO DE UPAS (%)</b>	<b>SUPERFICIE (%)</b>	<b>SUPERFICIE POR UPA (ha/UPA)</b>
UPAs ≤ a 5 ha	3.120	4.391	79	20	1
UPAs de 5 a ≤ 25 ha	635	5.701	16	25	9
UPAs > a 25 ha	199	12.383	5	55	62
<b>TOTAL</b>	<b>3.953</b>	<b>22.475</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>-</b>

Fuente: Censo Agropecuario, 2000

Del análisis de la tabla anterior, se desprende que, los sistemas de producción están identificados o relacionados especialmente con las unidades menores a 5 ha que son dominantes y que representan el 79 % del número de UPAs, lo que evidencia un alto fraccionamiento de la tierra, también son importantes en el rango de 5 a 25 ha con una representación del 16 %, mientras que del rango de mayores a 25 ha, son de menor importancia, con una representación del 5 %.

Por el lado de la superficie, las UPAs de 5 a menos de 25 ha abarcan el 25 % de la superficie total bajo UPAs; la mayor superficie por UPA se encuentra en el rango  $\geq$  a 25 ha y es de 62 (ha/UPA); si se observa entre el rango de menores a 5 ha y el de mayores a 25 ha, hay una brecha muy amplia que va desde 1 a 62 ha/UPA respectivamente (INEC, 2000).

Por otro lado, según la superficie calculada en el shapefile, el cantón tiene una superficie total de 33.581,07 hectáreas, de las cuales alrededor del 55 % corresponden a zonas de ocupadas con fines de protección y conservación, uso antrópico (urbano, centros poblados, campamentos, complejos y otra infraestructura), tierras improductivas, agua y zonas forestales (pino y eucalipto), a las cuales se las ha categorizado como “no aplicable”, las mismas que no se han considerado para este análisis, mientras que el 45 % (15.096,67 ha superficie bajo ocupación agropecuaria) se dedica a las actividades agrícolas y pecuarias que se caracterizan dentro de un sistema de producción determinado. Los sistemas productivos se detallan en la Tabla 25.

**Tabla 25.** Superficie por Sistemas de Producción, según área agropecuaria

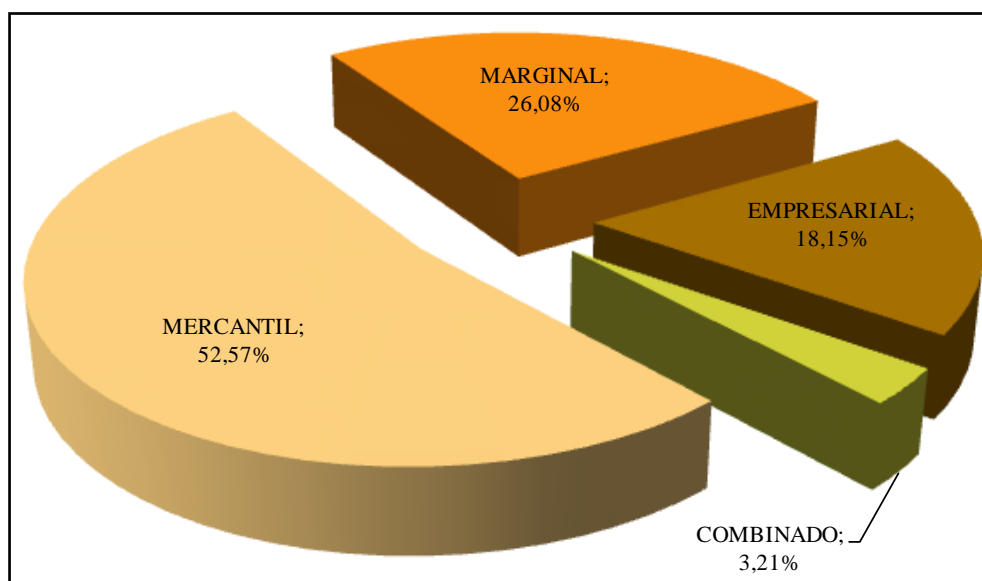
<b>CÓDIGO</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)*</b>
EMp	EMPRESARIAL	2.739,50	18,15
COm	COMBINADO	484,45	3,21
MEr	MERCANTIL	7.936,22	52,57
MAr	MARGINAL	3.936,50	26,08
<b>SUPERFICIE AGROPECUARIA</b>		<b>15.096,67</b>	<b>100,00</b>

Fuente: IEE, 2013

\* Valores calculados en relación a la superficie de uso agrícola y pecuario

La graficación de los datos contenidos en la Tabla 25 permite observar la distribución de la tierra entre los grupos de los sistemas productivos.

**Gráfico 3.** Porcentaje de sistemas productivos agropecuarios, según categoría



Fuente: IEE, 2013

**Sistema Empresarial.-** Este sistema se fundamenta en un manejo de productos como: rosas, ganadería de leche, y granjas avícolas. Las flores específicamente rosas constituyen el producto destacado dentro de este sistema y dentro de toda la cadena productiva del cantón.

El sistema agrícola se relaciona estrechamente con el sector agroexportador; tanto rosas como flores de verano determinan el eje económico y social dentro del cantón ya que dinamizan la economía, determina algunos cambios en los patrones productivos, emplea mano de obra local como nacional. Las florícolas se han asentado cerca de la cabecera cantonal Tabacundo.

Los productos principales que se encuentran en el sistema pecuario son las ganaderías de leche y granjas avícolas.

Las haciendas ganaderas tienen una fuerte inversión en maquinaria, equipos de ordeño, tanques de enfriamiento, infraestructura como establos, y sobre todo en su material genético, para alcanzar producciones de cantidad y calidad; mientras que las granjas avícolas en su mayoría son gallinas ponedoras y su producción se destina a nivel nacional. El manejo de estas granjas cumple estrictos procesos de bioseguridad, se distribuyen apartadamente entre ellas hacia el sur occidente del cantón (IEE, 2013).

**Sistema Combinado.-** El sistema se sustenta en una estructura que incluye a los medianos productores.

El sistema agrícola está relacionado con una agricultura semi-intensiva con cultivos de trigo, cebada y otros cultivos de ciclo corto, se manifiesta en pequeñas y medianas propiedades, que han realizado inversión en tecnología como infraestructura de riego cambiando de sistema por

gravedad a aspersión, además realizan inversión en semilla certificada. La comercialización de sus productos lo realiza con un intermediario en Cayambe (IEE, 2013).

La disponibilidad de maquinaria y equipos son propios y en menor proporción alquilados como complemento de las labores agrícolas.

En cuanto a la ganadería, ésta es semi-intensiva y se localiza en superficies medianas cubiertas por mezclas forrajeras. El manejo del ganado es por pastoreo y alimentación suplementaria. Las razas de ganado en su mayoría son Holstein puro. El sistema de riego es por aspersión y la semilla de pastos utilizada es certificada y registrada (IEE, 2013).

Con respecto a la mano de obra, la más frecuente es la asalariada permanente, sobre todo para cuidado del ganado. El mantenimiento de pastos se cubre con mano de obra asalariada ocasional. El registro ganadero y contable en este sistema es ocasional, pues la finalidad es llevar un control de las principales actividades e inversiones relacionadas a la producción de leche.

La comercialización de la leche, la realizan por venta directa a la industria de lácteos a nivel provincial y cantonal.

**Sistema Mercantil.-** La agricultura está representada principalmente por cultivos de: maíz, cebada, trigo, papa, haba, frutales (aguacate, tomate de árbol, entre otros). La mayor parte de la producción está a cargo de productores pequeños; conforme a la investigación y entrevistas mantenidas con representantes de este sector, se puede establecer que, existen predios cuya superficie de cultivo oscila entre 1 ha a 5 ha y disponen de agua para riego, conseguida con

grandes esfuerzos para acceder a este recurso, además algunos realizan inversión en sistemas de riego, en sus parcelas como parte de inversiones, para mejorar rendimientos y lograr dos ciclos al año. Los productores de este sistema cuentan con herramienta manual, pero para labores culturales de preparación de suelo alquilan maquinaria (IEE, 2013).

En cuanto a la ganadería, es de leche extensiva manejada por pequeñas propiedades familiares, quienes en su mayoría, se encuentran asociadas o agrupadas fortaleciendo la competitividad de su producción a través de mejoramiento en técnicas para la producción.

El hato ganadero principalmente es mestizo y algunas cruzas con razas mejoradas, la producción está destinada a la industria o intermediarios.

La semilla utilizada en este modelo de producción es semilla certificada. Ha existido un cambio en cuanto al manejo de pasturas, actualmente los productores utilizan mezclas forrajeras, por la demanda y mejora en la calidad genética del hato que paulatinamente se presenta, esto con la finalidad de mejorar pasturas y por ende la producción.

El control fitosanitario y fertilización son restringidos, reduciéndose en su mayoría a pocas aplicaciones de fertilizantes en el año, como método de fertilización eventualmente realizan dispersión de abono orgánico animal. La mayoría de los ganaderos inmersos en este sistema no disponen de agua para riego. El manejo sanitario es deficiente a ocasional, concentrándose únicamente en la vacunación que realiza la CONEFA (IEE, 2013).

La disponibilidad de maquinaria y equipos propios para las labores pecuarias son limitados, razón por la cual los productores recurren al alquiler de los mismos.

La mano de obra familiar es el único recurso del que disponen, por lo que hacen un uso intensivo del mismo, existe también la modalidad asalariada ocasional en determinadas épocas. La asistencia técnica es ocasional, en casos eventuales acceden a la asistencia que brindan las casas comerciales y técnicos de la zona.

Para la comercialización de sus productos, no poseen un medio de transporte propio por lo que se ven obligados a alquilar este servicio, o también son los comerciantes (intermediarios) los que adquieren el producto con sus propios vehículos en el sitio.

La mayor parte de los productores de este sistema se encuentran asociados, esto hace que manejen volumen de producción y así obtener un cupo de entrega a la industria lechera del cantón. Para esto, disponen de centros de acopio ubicados en lugares estratégicos donde se recibe la leche y se realiza su posterior entrega. También la asociación permite a los productores tomar decisiones y negociar las condiciones del producto.

En cuanto a la tenencia de la tierra, la mayoría de los productores cuentan con título de propiedad.

**Sistema Marginal.-** Lo conforman pequeños productores y aparceros (persona que bajo contrato explota una propiedad), con una producción limitada. Los cultivos predominantes dentro de estos sistemas son: misceláneo de ciclo corto (cebada, trigo, papa, haba, hortalizas, chocho, arveja) y pastos.

La agricultura es limitada principalmente por la poca extensión de tierra para la producción de cultivos, constituyéndose de esta forma en una agricultura de subsistencia. La actividad



agrícola no es la principal fuente generadora de ingresos para las familias que están caracterizadas dentro de este sistema, sino que constituye una estrategia de reproducción familiar (IEE, 2013).

El sistema marginal, se presenta en zonas que tienen limitaciones fuertes a muy fuertes para el laboreo, las labores culturales que demanda la actividad agrícola y pecuaria las realiza con mano de obra exclusivamente del núcleo familiar; sus ingresos por lo general dependen de la venta de fuerza de trabajo, para los grandes productores. El abastecimiento de sus productos es generalmente para el autoconsumo y en menor medida para intercambio. No existe capacitación y el acceso al crédito es nulo.

En cuanto al sector pecuario, por lo general no disponen de agua de riego para el establecimiento y mantenimiento de sus pastos, esto hace que los pastos sean pobres y deficientes.

## **4.2 Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas**

Los daños por heladas pueden producirse en cualquier localidad, donde la temperatura desciende por debajo del punto de fusión del agua (0 °C). La cantidad de daño puede depender de la sensibilidad del cultivo a la congelación en el momento de producirse el evento y del tiempo que la temperatura está por debajo de la temperatura crítica<sup>17</sup> de daño.

Las heladas dañan los cultivos en cualquier estado fenológico (germinación, floración, fructificación) obstruyendo el ciclo de crecimiento y reduciendo la producción, incluyendo los

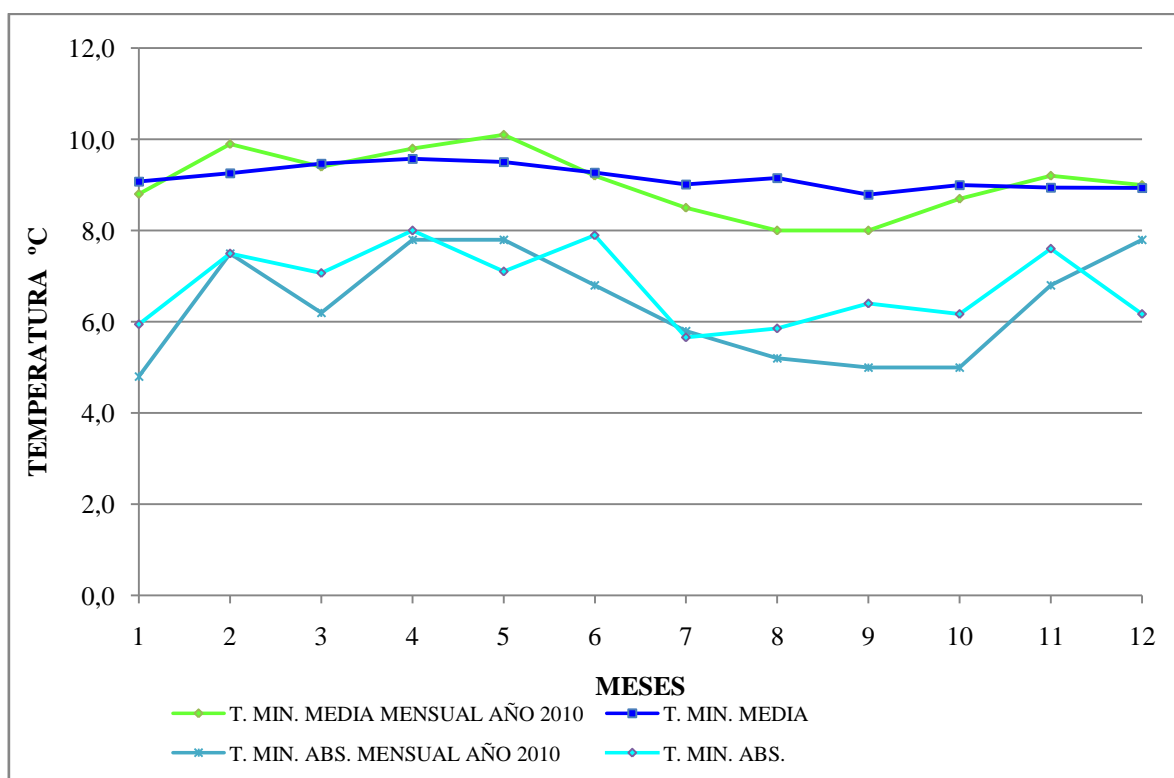
---

<sup>17</sup> Temperatura correspondiente a un nivel específico de daño cuando la cantidad de daño por helada aumenta con la caída de temperatura (FAO, 2010, p. 19).

cultivos forrajeros que pierden sus hojas y en consecuencia menos materia seca para el ganado por lo cual disminuye la producción de leche.

En el Gráfico 4 se presenta el promedio mensual de temperatura mínima media para la estación meteorológica de Tomalón, donde se puede observar que en la época seca, debido al cielo despejado, la fuerte radiación y los vientos, hay una periódica ocurrencia de heladas que son más comunes durante los meses de agosto, septiembre y octubre, constituyendo un factor perjudicial en las etapas de cosecha y siembra de los cultivos.

**Gráfico 4.** Temperaturas mínimas medias y mínimas absolutas, estación Tomalón



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

En la siguiente Tabla se presentan las temperaturas mínimas medias de la estación Tomalón.

**Tabla 26.** Temperaturas (°C) mínimas medias mensuales y anual, estación Tomalón

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
1991						10.2	9.9	10.8	10.5	9.9	10.0	10.4	
1992	10.4	10.3	10.8	11.4	10.6	12.0	10.7	10.1	10.2	10.5	9.7	10.2	
1993	9.8	10.0	10.3	10.8	10.7	11.2	10.0	10.7	10.4	10.1	10.4		
1994	9.0	9.7	9.1	9.4	9.2	8.5	8.7	8.8	9.0	9.0	8.5	8.4	
1995	8.7	8.4	9.4	10.3	9.7	9.9	9.0	8.8	7.6	9.0	9.6	8.4	
1996	9.0	9.5	9.9	9.7	9.4	9.0	8.2	8.4	9.0	8.4	7.0	8.7	
1997	9.0	8.5	9.4	8.3	9.0	7.6	9.5	8.9	8.4	9.0	9.1	9.6	
1998	10.7	10.7	10.6	10.6	10.6	9.1	8.8	8.9	8.3	9.3	10.0	8.5	
1999	9.7	9.1	8.6	9.2	9.0	8.3	8.5	7.9	8.4	8.8	9.1	9.5	
2000	8.8	8.9	9.3	9.5	9.6	8.6	8.3	8.7	7.4	8.8	7.7	7.8	
2001	8.6	9.8	9.3	8.9	9.2	9.1	8.7	10.0	8.3	8.8	8.6	9.6	
2002	8.6	9.2	10.0	9.5	10.6	10.4	9.4	9.9	8.4	9.9	9.6	9.1	
2003	8.6	9.7	8.9	9.3	8.8	8.6	8.7	8.8	8.4	8.1	8.2	8.7	
2004	7.9	7.7	9.7	9.3	9.3	9.6	7.9	9.9	8.6	8.7	9.3	8.7	
2005	8.5	9.8	9.7	9.4	8.7	8.8	9.3	9.5	9.1	8.8	8.7	8.4	
2006	8.9	9.4	9.3	9.2	9.2	9.4	9.9	9.5	8.3	8.5	8.4	8.7	
2007	9.1	8.2	8.8	9.1	9.8	9.1	9.0	8.5	9.1	8.8	8.5	8.1	
2008		8.4	8.7	9.4	9.1	8.4	8.3	8.4		8.2		9.0	
2009	9.2	8.8	8.8	8.9	7.8	8.5	9.0	8.6	9.6	8.8	8.3		
2010	8.8	9.9	9.4	9.8	10.1	9.2	8.5	8.0	8.0	8.7	9.2	9.0	
<b>MEDIA</b>	<b>9.1</b>	<b>9.3</b>	<b>9.5</b>	<b>9.6</b>	<b>9.5</b>	<b>9.3</b>	<b>9.0</b>	<b>9.2</b>	<b>8.8</b>	<b>9.0</b>	<b>8.9</b>	<b>8.9</b>	<b>9.2</b>

Fuente: Inamhi, 1990-2010

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

En la Tabla 27 se presentan las superficies vulnerables del sector agropecuario por las heladas.

**Tabla 27.** Superficie por nivel de vulnerabilidad del sector agropecuario ante heladas

<b>VULNERABILIDAD</b>		<b>SUPERFICIE</b>	<b>PORCENTAJE</b>
		<b>(ha)</b>	<b>(%)</b>
MUY ALTA	5	25,70	0,08
ALTA	4	7.152,20	21,30
MEDIA	3	3.968,53	11,82
BAJA	2	1.102,25	3,28
MUY BAJA	1	2.795,19	8,32
NO APLICABLE <sup>18</sup>		18.537,21	55,20
<b>TOTAL</b>		<b>33.581,07</b>	<b>100,00</b>

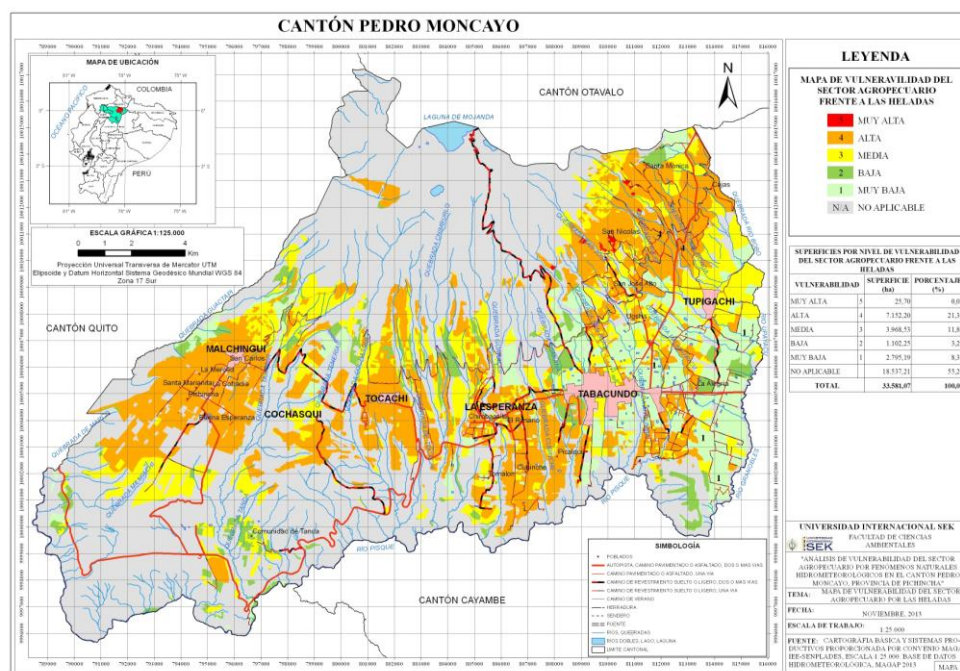
Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

En la Figura 19, Mapa 11 se aprecia que la vulnerabilidad a heladas es mayor en los sectores con alta presencia de cultivos anuales, como: papa, haba, maíz, trigo y pastos y se localizó en los poblados de Santa Mónica, San Nicolás y Matillo.

---

<sup>18</sup> No aplicable, corresponde a las áreas indicadas en el ídem 4.1 más Patrimonio de Áreas Naturales del Estado (PANE) y pequeños reservorios identificados en la cartografía de Suelos que no se incluyen en la cartografía de Sistemas Productivos.

**Figura 19.** Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a las heladas



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Las zonas con vulnerabilidad alta a heladas se localizaron en casi todo el cantón principalmente en los sectores: Malchinguí, Tocachi, La Esperanza, Luis Freile, San Luis de Echisí, Angumba, Picalquí, Cubinche, El Rosario, Chimbacalle, Loma de Jushin, Rumitola, Cholan y San Lorenzo, en éstas áreas las pendientes son suaves y medias el cual acompañadas de bajas temperaturas dan lugar a la formación rápida e inesperada de las heladas. Los sistemas de producción más expuestos en la zona de influencia de las heladas fueron los marginales y mercantiles, pues los agricultores carecen de recursos suficientes para minimizar los efectos (como la floración tardía) del daño a los cultivos (maíz, ciclo corto, pastizales, cebada, trigo) por este fenómeno.

Las zonas de vulnerabilidad media se localizó en los sectores: Tupigachi, hacienda Santa Clara, Ugsha de la parroquia Tupigachi, Carunloma, Loma Paligala, San Isidro de la

parroquia Malchinguí, los cultivos que se identificaron dentro de esta categoría son: pasto, misceláneo de ciclo corto, cereales, maíz, avena, cebada, papa, trigo y haba, cuyos sistemas de producción en su gran mayoría son mercantiles y en mínima proporción marginales y combinados, con relieves ligeramente a medianamente ondulados.

Las áreas de vulnerabilidad baja corresponden a aquellas zonas donde los relieves son fuertemente disectados, medianamente ondulados a ligeramente ondulados, del análisis se desprende que los sistemas de producción identificados fueron los combinados pasando por mercantiles y empresariales, que corresponden a pastizales, cultivo de cebada, maíz, avena, frejol, alfalfa, papa y trigo. Esta zona se localizó en los sectores: La Alegría, Loma de Cananvalle, Gualiaro Chico y al occidente de la población de Guaraquí.

Las zonas con vulnerabilidad muy baja se localizaron al sur oriente del cantón, en los sectores: El Ranchito, Cananvalle, Marianita de Jesús, La Cruz, San José, y se presentaron en cultivos de rosas, pastos, misceláneo de frutales, trigo, quinua, flores de verano, frutilla, aguacate entre otros, en donde los agricultores realizan una alta inversión en sus cultivos como es el caso de los sistemas de producción empresariales, combinados y mercantiles (porcentaje mínimo), donde las pérdidas de sus cultivos ocasionados por las heladas serán reducidas, igualmente estos agricultores podrán cultivar variedades que sean menos susceptibles al daño, o no plantar cultivos sensibles en las heladas.

En el Anexo C se presenta la matriz de las superficies agropecuarias potencialmente afectadas por el fenómeno de las heladas.

### 4.3 Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía

Los resultados de las precipitaciones mensuales y anuales del período 1990-2009 de la estación de Tomalón (MA2T) (00° 02' 00" N; 78° 14' 00" W; 2790 m.s.n.m.) se presentan en la Tabla 28.

**Tabla 28.** Precipitación (mm) media mensual y anual, estación Tomalón

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990			36.4	58.2	32.1	19.4	9.4	4.4	10.9	134.7	25.9	27.4	
1991	99.4	15.5	111.3	56.6	88.3	14.3	18.0	10.4	46.0	38.3	82.7	72.4	
1992	27.7	69.7	46.5	86.5	51.7	14.6	5.7	6.7	39.4	44.3	41.5	23.7	
1993	35.3	102.8	108.6	81.5	59.8	6.9	8.7	0.2	29.0	14.2	66.1		
1994	98.6	53.4	112.4	196.6	43.8	2.4	9.5	9.8	17.7	55.6	129.0	55.1	
1995	18.8	27.3	85.4	62.2	49.4	24.5	30.0	41.8	11.7	76.7	153.1	57.3	
1996	90.2	74.0	101.0	85.5	123.5	71.7	4.3	19.4	19.3	89.7	22.0	58.3	
1997	116.5	31.6	106.4	70.4	35.1	27.8	0.0	0.3	52.3	36.7	88.3	46.6	
1998	20.9	68.1	79.6	73.0	85.1	14.7	26.8	4.9	22.1	55.7	61.8	35.4	
1999	76.4	116.9	68.1	84.0	56.5	34.3	8.9	9.6	79.6	55.3	32.8	102.1	
2000	78.5	99.0	72.0	93.7	167.1	61.5	6.2	4.2	99.4	35.5	32.4	34.8	
2001	50.1	37.8	59.0	43.4	33.6	13.0	25.1	0.0	36.0	28.8	45.3	37.4	
2002	23.9	33.1	26.7	109.2	32.9	41.3	1.4	6.3	9.9	114.3	80.7	98.4	
2003	38.8	54.3	32.5	75.7	14.4	35.3	24.6	0.0	20.5	83.7	63.4	38.7	
2004	38.6	20.5	16.3	84.3	63.6	1.5	4.5	0.6	50.3	48.0	54.4	106.5	
2005	38.3	63.2	68.2	54.8	30.2	21.8	7.6	6.6	40.3	45.1	33.6	169.1	
2006	41.2	83.4	108.6	88.2	38.5	62.3	3.5	4.9	4.6	72.7	134.2	101.5	
2007	18.8	18.5	84.8	140.1	41.6	31.8	5.0	12.3	8.6	102.7	81.5	72.0	
2008		82.0	145.9	108.4	91.7	37.8	9.5	22.8		123.0		53.9	
2009	75.2	43.5	105	37.7	26.5	48.5	1.7	1.3	14.6	42.6	31.4	67.4	
<b>P MEDIA</b>	<b>54.8</b>	<b>57.6</b>	<b>78.7</b>	<b>84.5</b>	<b>58.3</b>	<b>29.3</b>	<b>10.5</b>	<b>8.3</b>	<b>32.2</b>	<b>64.9</b>	<b>66.3</b>	<b>66.2</b>	<b>611.7</b>

Fuente: Inamhi, 1990-2009

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Los resultados indican que existe un promedio de precipitación anual de 611.7 mm y promedios mensuales que varían entre 8.3 mm (agosto) y 84.5 mm (abril).

La distribución de las lluvias en el año manifiesta la existencia de dos estaciones bien marcadas, la estación lluviosa que generalmente se extiende desde mediados del mes de septiembre hasta finales del mes de mayo, lapso en el cual ocurre un 87 % de la precipitación total y la estación seca que se extiende desde junio a agosto, durante el cual únicamente cae el 13 % de la precipitación total.

El período lluvioso presenta un patrón cuasi bimodal de precipitación en el que ocurren dos máximos que generalmente son en los meses de abril y noviembre. Se presenta una sequía estacional que abarca del período de junio a agosto.

En la Tabla 29 se presenta la evolución de las temperaturas entre 1990 y 2009 en estación Tomalón.

**Tabla 29.** Temperatura (°C) media mensual y anual, estación Tomalón

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990			15.4	14.8	14.9	15.1	15	15.6	16.1	14.4	15.4	15.2	
1991	15.1	15.6	15.3	14.9	15.4	15.3	15.1	15	15.3	15.4	14.6	15.2	
1992	15.7	15.3	15.8	15.5	14.8	16.3	15	15.2	14.7	15.1	14.9	15.2	
1993	14.3	14.1	14	14.5	14.7	16.3	15.3	15.6	15	15.8	14.8		
1994	14.4	14.3	14.1	14.6	15.1	15.4	15.3	15.3	15.6	15	14.1	15	
1995	15.4	15.2	15	15.5	14.9	15.5	15	15.3	15.8	15.1	14.2	14	
1996	13.7	13.9	14.1	14.3	14.2	14.5	14.7	15.2	15.9	14.2	14.7	14.8	
1997	13.9	14.7	15.3	14.8	15.5	14.8	15.8	16.4	16	15.9	14.8	16	
1998	16.9	16.2	15.8	15.5	15.8	15.2	14.7	15.2	15.3	15.2	14.7	14.8	



**Tabla 29.** (cont.)

<b>AÑO</b>	<b>ENE</b>	<b>FEB</b>	<b>MAR</b>	<b>ABR</b>	<b>MAY</b>	<b>JUN</b>	<b>JUL</b>	<b>AGO</b>	<b>SEP</b>	<b>OCT</b>	<b>NOV</b>	<b>DIC</b>	<b>ANUAL</b>
1999	14.2	13.5	14.1	14.4	14.1	13.7	14.9	14.9	13.7	14.3	14.5	13.6	
2000	13.5	13.5	13.5	14	13.7	14.1	14.4	14.9	13.8	15.6	14.6	14.5	
2001	13.8	14.8	14.3	14.9	14.9	15.1	15.1	16.1	14.6	16.3	14.9	15.3	
2002	15.6	15	15	14.4	15.7	15	15.6	15.6	15.7	15.3	14.6	14.8	
2003	15.1	15.4	14.4	14.9	14.8	14.3	15.1	15.7	15	14.5	14.6	14.5	
2004	14.6	14.3	15.8	14.8	14.9	15.2	14.4	16	14.9	14.9	15.2	14.6	
2005	14.7	15	14.4	14.9	15	15.1	15.5	16	15.7	14.8	15.1	13.8	
2006	14.1	14.5	14.4	14.3	15.2	15.0	16.1	16.1	15.4	15.0	13.7	14.3	
2007	15.6	14.9	14.6	13.9	14.9	14.8	15.5	15.1	15.6	14.5	14.2	13.3	
2008		13.6	13.7	14.0	14.1	14.5	14.2	14.3		14.0		14.3	
2009	13.7	13.6	14.4	14.6	14.4	14.8	15.1	15.2	16.2	15.8	15.9		
<b>T MEDIA</b>	<b>14.7</b>	<b>14.6</b>	<b>14.7</b>	<b>14.7</b>	<b>14.8</b>	<b>15.0</b>	<b>15.1</b>	<b>15.4</b>	<b>15.3</b>	<b>15.1</b>	<b>14.7</b>	<b>14.6</b>	<b>14.9</b>

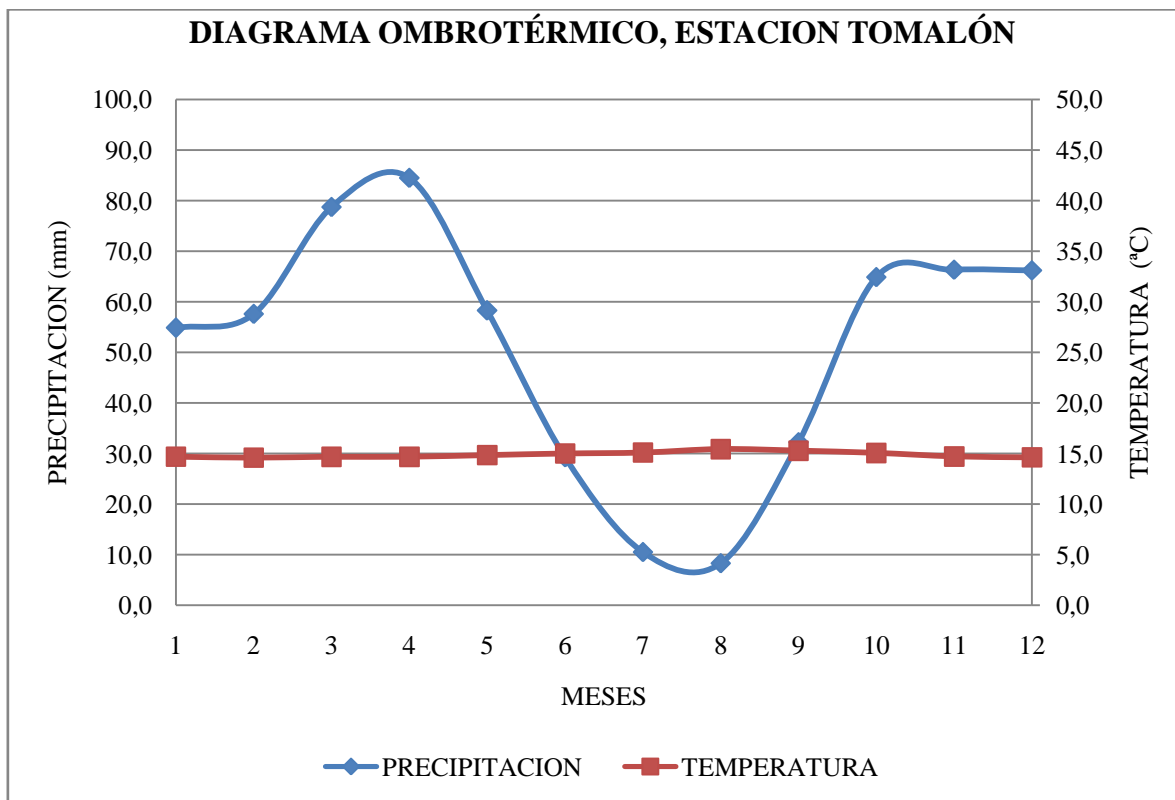
Fuente: Inamhi, 1990-2009

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Según la posición, la región interandina recibe la influencia alternada de masas de aire oceánico y amazónico, de allí se deriva un régimen pluviométrico con dos estaciones lluviosas, en los meses de abril y noviembre, de acuerdo al diagrama ombrotérmico (Gráfico 5), la época seca corresponde a los meses de junio, julio, agosto hasta inicios de septiembre.

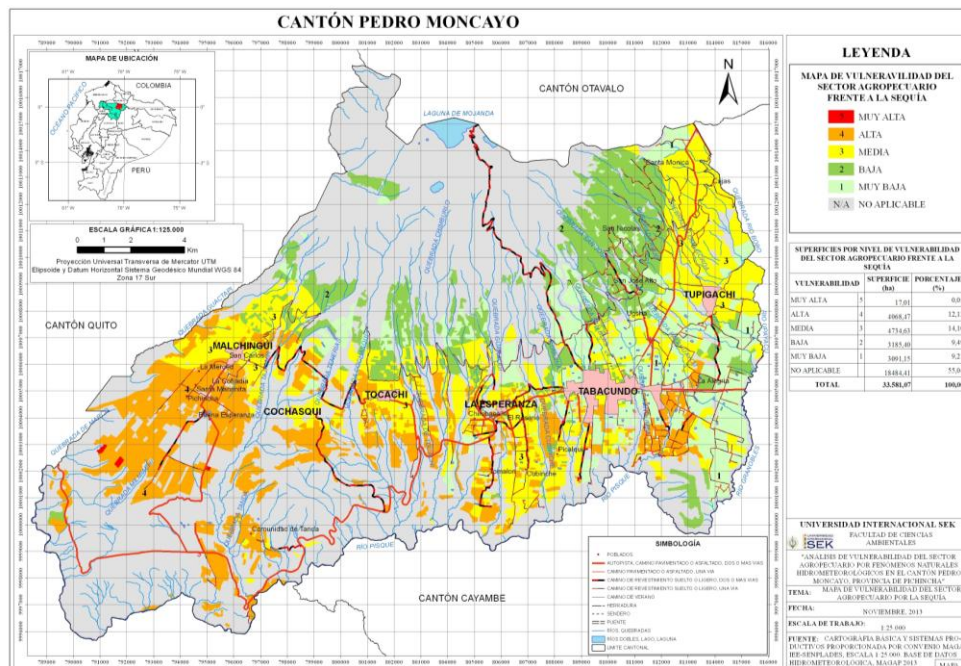
Los resultados del análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario por la sequía se presentan en la Figura 20, Mapa 12 y Tabla 30.

Gráfico 5. Diagrama Ombrotérmico



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

Figura 20. Vulnerabilidad del sector agropecuario frente a la sequía



Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

**Tabla 30.** Superficie por nivel de vulnerabilidad del sector agropecuario ante la sequía

<b>VULNERABILIDAD</b>		<b>SUPERFICIE</b>	<b>PORCENTAJE</b>
		<b>(ha)</b>	<b>(%)</b>
MUY ALTA	5	17,01	0,05
ALTA	4	4.068,47	12,11
MEDIA	3	4.734,63	14,10
BAJA	2	3.185,40	9,49
MUY BAJA	1	3.091,15	9,21
NO APLICABLE		18.484,41	55,04
<b>TOTAL</b>		<b>33.581,07</b>	<b>100,00</b>

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

En general el sector agropecuario presentó muy baja a baja vulnerabilidad por la sequía, se localiza mayormente en la parroquia Tupigachi, al sur oriente de la parroquia Tabacundo, al norte de la cabecera cantonal y en las parroquias: La Esperanza, Tocachi y Malchinguí sobre la cota de los 3000 m.s.n.m. Esta zona se caracteriza por presentar pastizales y cultivos como: rosas, papa, haba, maíz y cebada. Los sistemas de producción característicos fueron los empresariales y mercantiles.

En lo que respecta a la vulnerabilidad media, se localizó en los sectores de Cajas, San Pablo de Agualongo, Ñañoloma, Loma Gorda, San José Chico, Santo Domingo y Cochasquí, los cultivos más propensos fueron: misceláneo de ciclo corto, pasto cultivado, maíz, misceláneo de cereales, avena forrajera, cebada entre otros. Los sistemas de producción más expuestos fueron los mercantiles y marginales.

La vulnerabilidad alta por la sequía para el sector agropecuario se presentó principalmente al sur de las parroquias: La Esperanza y Tabacundo, y entre la cota de los 2600 a 3000 m.s.n.m. en las parroquias de Tocachi y Malchinguí. El sistema de producción dominante fue el mercantil con cultivos de: maíz, cebada y misceláneo de ciclo corto; en un mínimo porcentaje sistemas de producción marginal. La mayoría de los productores hacen uso de prácticas tradicionales para cultivar la tierra, tales como la siembra al espeque, preparación de la tierra con bueyes, uso de semillas seleccionada o criolla. Muy pocos productores hacen uso de maquinaria y utilización de agroquímicos.

Las áreas que presentaron un nivel de vulnerabilidad muy alto, se situaron en el sur occidente del cantón, en las parroquias: Malchinguí y Tocachi. Los elementos más susceptibles fueron los cultivos misceláneos de ciclo corto y pasto, el efecto provocado por la sequía en dichos productos es tal que son vulnerables solo por estar expuestos ante el fenómeno y presentar un sistema de producción marginal, esta zona carece de agua para el riego por lo que la mayor parte de la producción se pierde.

En el Anexo D se presenta la matriz de superficies agropecuarias potencialmente afectadas por el fenómeno de la sequía.

## **4.4 Análisis de vulnerabilidad del sector agropecuario frente al exceso de humedad**

### **4.4.1 Balance hídrico climático**

El balance climático se calculó usando las temperaturas medias mensuales y las precipitaciones medianas mensuales por ser más representativas que las medias mensuales. Dado que la precipitación es un elemento climático irregular y con una distribución que no se

ajusta a la curva normal, su media no coincide con la probabilidad del 50 % y la comparación con la evapotranspiración potencial media en el balance climático no es totalmente real. Con la utilización de la mediana se calculó balances de agua para todas las estaciones meteorológicas consideradas en este estudio.

En la Tabla 31 se muestran las diferencias entre las precipitaciones mensuales y las precipitaciones medianas mensuales para la estación Tabacundo.

**Tabla 31.** Precipitación media mensual y precipitación mediana mensual en mm, estación Tabacundo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Precipitación MEDIA	69.9	103.6	108.7	119.7	75.4	33.4	15.4	23.7	57.8	112.2	110.8	85.9	916.6
Precipitación MEDIANA	69.4	113.4	102.7	112.0	73.3	34.5	10.0	15.8	52.3	107.5	109.2	86.0	885.9

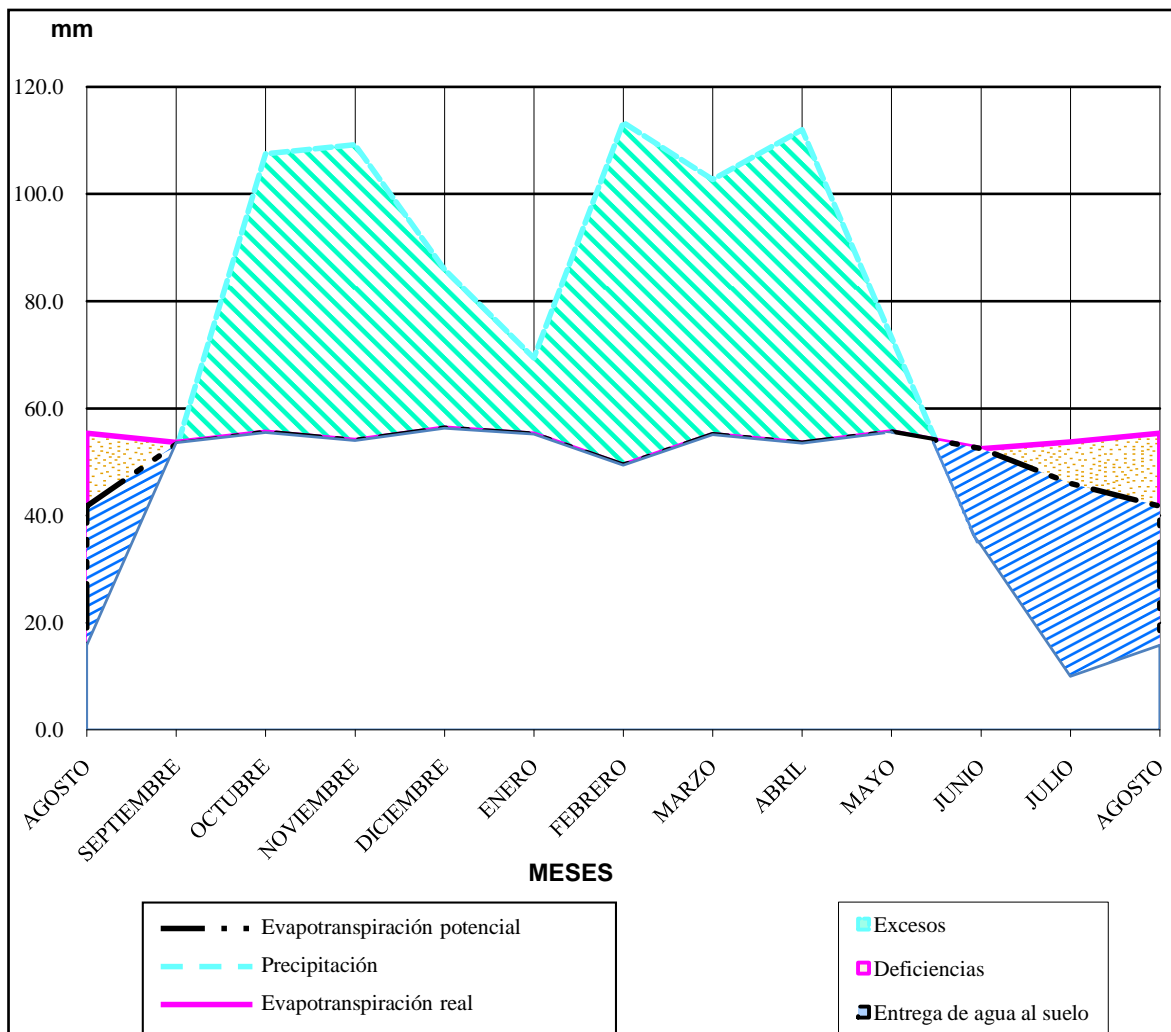
Fuente: INAMHI, 2009

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

El régimen de precipitación del área, marca un período húmedo desde octubre hasta mayo y otro seco desde junio hasta septiembre, para un total anual medio de 916,61 mm; el período húmedo acumula más del 86 % de las lluvias del año.

El Gráfico 6 señala la variación mensual de los elementos del balance climático para la estación Tabacundo.

**Gráfico 6.** Balance de agua climático para estación Tabacundo



Fuente: MAGAP, 2012

En el período octubre a abril la precipitación supera ampliamente a las necesidades de la evapotranspiración potencial, computando un exceso de agua total de 257,8 mm, con un máximo de lluvias en dos períodos en los meses de febrero a abril y de octubre a noviembre.

Existe un equilibrio en el balance en los meses de mayo y septiembre, para comenzar en junio una creciente deficiencia de agua, que llega al máximo mensual de 13,6 mm en agosto.

El total de las deficiencias de agua es de 21,7 mm no siendo mayor aún por el aporte del agua del suelo almacenada durante el período húmedo. En octubre el brusco aumento de las

precipitaciones no solo lleva el almacenaje al máximo de 200 mm de agua del suelo, sino que comienzan los excesos de agua del período húmedo.

La siguiente Tabla indica la variación mensual de los elementos de balance climático para la estación Tabacundo.

**Tabla 32.** Valores de precipitación, ETP, ER para la estación Tabacundo

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Precip	69.4	113.4	102.7	112.0	73.3	34.5	10.0	15.8	52.3	107.5	109.2	86.0
ETP	55.2	49.4	55.1	53.5	55.6	52.5	53.7	55.4	53.6	55.5	54.0	56.3
P-ETP	14.2	64.0	47.6	58.5	17.6	-18.0	-43.7	-39.6	-1.3	52.0	55.2	29.7
(P-ETP)						-18.0	-61.7	-101.3	-102.7			
Negativos(P-ETP)						-18.0	-61.7	-101.3	-102.7	-50.7	4.5	
Almac	200.0	200.0	200.0	200.0	200.0	182.0	146.0	120.0	119.0	154.0	200.0	200.0
L almac	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-18.0	-36.0	-26.0	-1.0	35.0	46.0	0.0
ER	55.2	49.4	55.1	53.5	55.6	52.5	46.0	41.8	53.3	55.5	54.0	56.3
EXC	14.2	64.0	47.6	58.5	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	9.2	29.7
DEF	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.7	13.6	0.3	0.0	0.0	0.0
ER/ETP*100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	85.6	75.4	100.0	100.0	100.0	100.0

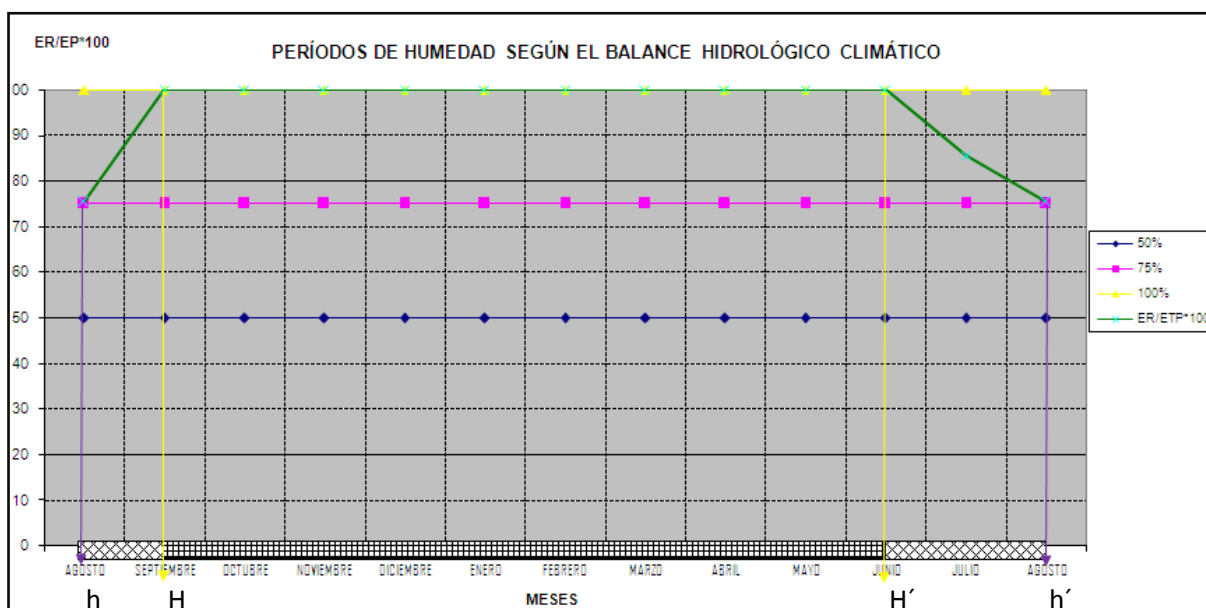
Elaborado: CLIRSEN-MAGAP, 2012

#### 4.4.2 Período húmedo y vegetativo

Se considera período vegetativo al lapso que se extiende desde 75 % de ER/EP pasando por  $(ER/EP)*100=100$  y finaliza en el  $(ER/EP)*100=75$ , al estimar que el 75 % inicial en aumento garantiza la humedad edáfica suficiente para realizar la siembra y el crecimiento inicial del cultivo anual y el 75 % final en disminución, la cosecha se produce sin problemas de exceso de humedad.

El Gráfico 7 de los (ER/EP)\*100 mensuales de la estación Tabacundo muestra una situación con todos los períodos de humedad, considerando normal para un cultivo.

**Gráfico 7.** Períodos de humedad para la localidad de Tabacundo, según el balance hidrológico climático



<b>SUB- HÚM EDO HÚM EDO h H</b>	<b>HÚMEDO H H'</b>	<b>SUB- HÚMEDO HÚMEDO H' h'</b>
16 agosto a 15 septiembre	16 septiembre a 15 junio	16 junio a 15 agosto

Fuente: MAGAP, 2012





**Tabla 33.** (cont.)

ALTA	4	327,55	0,97
MEDIA	3	188,38	0,56
BAJA	2	794,71	2,37
MUY BAJA	1	11.933,32	35,54
NO APLICABLE		18.484,41	55,04
<b>TOTAL</b>		<b>33.581,07</b>	<b>100,00</b>

Elaborado: Blanca Simbaña, 2013

En general la humedad excesiva favorece el desarrollo de enfermedades en los cultivos, como es el caso del ataque de la lancha negra a la papa (las condiciones climáticas de la sierra favorecen su desarrollo al presentar temperaturas moderadas entre 12 ° a 18 °C, alta humedad en las mañanas y períodos de sol), la pudrición de las raíces, hojas y frutos es evidente

La mayoría de agricultores se ven obligados a utilizar agroquímicos fuertes, para combatir las plagas, sin embargo no todos tienen la posibilidad económica para comprar estos.

Las zonas con vulnerabilidad muy alta se localizaron al nororiente del cantón, específicamente en los sectores de: Cajas, San Pablo de Agualongo, Santa Mónica, Ñaño Loma, Loma Gorda, San Juan Alto, San José Alto, San José Chico, Luis Freile, Simón Bolívar, Chimbacalle y Picalquí. Los elementos más expuestos fueron los cultivos de: papa, haba, maíz y cereales. Los sistemas de producción potencialmente sujetos al fenómeno son los marginales y en mínimo porcentaje los mercantiles.

La vulnerabilidad alta, se localiza en sitios muy puntuales como: Santa Jertrudis, Bella Vista, Cashaloma y Tomalón Bajo. Los cultivos más afectados fueron: cebada, misceláneo de ciclo

corto, trigo, alfalfa y avena, en cambio por el tipo de sistema de producción los marginales son las más vulnerables y en mínimas proporciones mercantiles y empresariales.

Las zonas con vulnerabilidad media se localizaron dispersas en las parroquias Tocachi y La Esperanza. Los cultivos más expuestos en el área de influencia del fenómeno del exceso de humedad fueron: trigo, cebada y misceláneo de ciclo corto, con sistemas de producción marginales y en mínimo porcentaje mercantiles.

Las áreas con vulnerabilidad baja se localizaron de manera esporádica principalmente en Cochasquí, San José Alto, Matillo, y cerca de Tupigachi, los cultivos característicos fueron: maíz, misceláneo de ciclo corto, misceláneo de cereales y frutales, con sistemas de producción marginal y mercantil.

Las zonas con vulnerabilidad muy baja son las que predominan en el cantón y se localizaron en todo el territorio, los cultivos identificados dentro de éste tipo de vulnerabilidad fueron: pasto cultivado, maíz, rosas, misceláneo de ciclo corto y misceláneo de frutales, con sistemas de producción mercantiles y empresariales.

En el Anexo E se presenta la matriz de superficies agropecuarias potencialmente afectadas por el fenómeno del exceso de humedad.

## **CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

- En síntesis la agricultura en el cantón Pedro Moncayo se concentra en cultivos de: maíz, rosas, cebada, trigo y papa, con diferentes niveles de vulnerabilidad debido a los fenómenos hidrometeorológicos.
- Los mapas resultantes no son estáticos, pues están sujetos a cambios o adaptaciones que se pueden ir incorporando paulatinamente a medida que se obtengan datos hidrometeorológicos de mayor detalle.
- Actualmente en el país no se formulan políticas para la gestión nacional y regional de los fenómenos hidrometeorológicos, por lo cual en el cantón Pedro Moncayo no existe un plan de gestión de riesgos de este tipo.
- Las heladas afectan directamente al sector agropecuario, pues las bajas temperaturas dañan no solamente los cultivos, sino también los pastos de los que depende la alimentación del ganado, lo que conlleva a la disminución de la producción.

- La vulnerabilidad alta de los sistemas de producción marginales, identifican un territorio que no garantiza las condiciones adecuadas o favorables para el desarrollo agrícola y pecuario, debido a que el productor no dispone de asistencia técnica, riego, semillas mejoradas, mercados, entre otros.
- La mayor afectación por la sequía la tienen los pequeños y medianos productores ya que no tienen acceso al agua para riego, o los que la tienen poseen reservorios muy pequeños, por lo que en época de sequía se ven obligados a disminuir la cantidad de agua de riego para sus cultivos. En el caso de las flores, se cultiva la misma cantidad de rosas pero con menor calidad; en cambio los grandes productores invierten más en las plantas, obteniendo la misma producción.
- Debido a la limitada cobertura de estaciones meteorológicas completas, la desigual distribución espacial y variabilidad continua de los datos de las series, conllevó a escoger métodos y formulas simples para el cálculo de los parámetros climáticos.

## **5.2 Recomendaciones**

- Socializar los resultados de este estudio entre con los personeros municipales, líderes comunales e instituciones vinculadas con el sector agro-productivo, con la finalidad de someter a un proceso de experimentación o validación, así como también para identificar posibles alternativas o estrategias para los grupos localizados en las áreas vulnerables a las heladas, sequías, exceso de humedad y de esta manera reducir el impacto.
- Actualizar la cartografía temática de susceptibilidad a heladas, sequía y exceso de humedad, a medida que se cuente con mayor y mejor calidad de información.

- Incorporar en la planificación del municipio la gestión preventiva de los riesgos naturales de tipo hidrometeorológico, con la finalidad de establecer medidas y acciones que conlleven a reducir los efectos sobre el sector agro productivo.
- Promover el desarrollo de la actividad agropecuaria mediante la implementación de cultivos o variedades menos susceptibles a los fenómenos hidrometeorológicos, es decir, más resistentes o tolerantes a las heladas, sequía y exceso de humedad, como variedades de quinua, maíz, oca, chocho, tuna, tomate de árbol, alfalfa, entre otros,
- Mitigar la vulnerabilidad alta mediante la diversificación de la economía local, a través del desarrollo de actividades productivas paralelas que garanticen a la comunidad mayores ingresos en épocas normales, e ingresos alternativos en épocas de sequía.
- Diseñar proyectos en el sector agro productivo, para que dé énfasis a las áreas más susceptibles a heladas, sequía y exceso de humedad, como proyectos de riego con manejo adecuado del agua, sistemas agroforestales, sistemas agrícolas tradicionales, sistemas de cosechas de agua en zonas secas.
- Atender preferentemente a pequeños productores marginales que cultivan productos estratégicos de la canasta básica familiar afectados por heladas, sequías y exceso de humedad, para que alcancen un grado relativo de seguridad alimentaria y producción acorde con los diferentes pisos altitudinales.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almorox, J. (2010). *Climatología aplicada a la ingeniería y medio ambiente*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Amestoy, J. (2009). *Precipitación, aridez, sequía y desertificación de la comarca del campo de Cartagena*. Cartagena: Universidad Nacional de Educación a Distancia Centro Regional de Cartagena.
- Apollin, F; Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: Guía metodológica*. Quito: CAMAREN.
- Arozarena, A. (2009). *Teledetección y sistemas de tratamiento digital de imágenes*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Astolpho, M., Paes, M., Pallone, W. (2005). *Mapa de probabilidades mensuales de ocurrencia de heladas en el estado de Sao Paulo, Brasil*. Recuperado de [http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo\\_imagenes/grupo.cmd?path=1026564](http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1026564)
- Ayala-Carcedo, F. y Olcina-Cantos J. (2002). *Riesgos naturales* (1ra. Ed.) Barcelona: Ariel, S.A.
- Banco Central del Ecuador. (2011). Situación coyuntural del sector agropecuario en el primer semestre del año 2011. *Encuestas de coyuntura*, 1390-0579(84), 9-12. Recuperado de <http://contenido.bce.fin.ec/documentos/PublicacionesNotas/Catalogo/Encuestas/Coyuntura/Integradas/etc201102.pdf>
- Baquero, F., Sierra, R., Ordoñez, M., Tipán, M., Espinosa, L., Rivera, M., Soria, P. (2004). *La vegetación de los Andes del Ecuador: Memoria explicativa de los mapas de vegetación potencial y remanentes de los Andes del Ecuador, a escala 1:250.000 y del modelamiento predictivo con especies indicadoras*. Quito: EcoCiencia/CESLA/ Corporación EcoPar/ MAG SIGAGRO/ CDC-Jatun Sacha /División Geográfica-IGM.
- Bates, B., Kundzewicz, Z.W., Wu, S., Palutikof, J. (2008). *El cambio climático y el agua*. Ginebra: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático-IPCC.
- Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño. (2010). *Definición del riesgo*. Ecuador: CIIFEN-ONU-AEMET-UNISDR. Recuperado de <http://www.ciifen.org>
- Chuvieco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección espacial* (1ra. Ed.). Madrid: Rialp, S.A.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2000). *XII Reunión del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe*. Panorama del impacto ambiental de los recientes desastres naturales en América Latina y el Caribe. Bridgetown: CEPAL-PNUMA.
- Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres. (2009). *Atlas de las dinámicas del territorio andino: Población y bienes expuestos a amenazas naturales*. Lima: CAPRADE-PREDECAN. Recuperado de <http://www.comunidadandina.org>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Gestión del riesgo. Artículos 389 y 390*.

- 
- Estacio, J. (2005). *Programa regional andino para la reducción y mitigación de riesgos: Plan estratégico para la reducción del riesgo en el territorio Ecuatoriano*. Quito: PREANDINO-SENPLADES-CAF.
- Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas (2009). *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres*. UNISDR. Recuperado de <http://unisdr.org>
- Gómez, J. (1985). *Requerimientos agroecológicos para algunos cultivos en el Ecuador*. Quito: Ministerio de Agricultura y Ganadería - Programa Nacional de Regionalización Agraria.
- González, A., Maldonado, F. Mejía L. (1986). *Memoria explicativa del mapa general de suelos del Ecuador*. Quito: Sociedad Ecuatoriana de la Ciencia del Suelo.
- Gutiérrez, M. (1999). *Vulnerabilidad económica social*. Recuperado de [http://www.iadb.org/regions/re2/consultative\\_group/groups/ecology\\_workshop\\_2esp.htm](http://www.iadb.org/regions/re2/consultative_group/groups/ecology_workshop_2esp.htm)
- INCAE y Harvard Institute for International Development. (1998). *Estrategia para la Reconstrucción y Transformación de C.A. después del Huracán Mitch*. (CEN 1101), 6-10. Recuperado de <http://www.incae.edu/ES/clacds/publicaciones/pdf/cen1101.pdf>
- Instituto Espacial Ecuatoriano. (2013). *Proyecto de Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio*. Cartografía de suelos a escala 1:25.000 del cantón Pedro Moncayo. Quito: Convenio SENPLADES-MAGAP-IEE.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (1997). *Bases conceptuales y guía metodológica para la formulación del plan de ordenamiento territorial departamental* (1ra. Ed.) Santa Fé de Bogotá D. C.: Linotipia Bolívar.
- Instituto Municipal de Planeación. *Atlas de riesgos, 2006*. Chihuahua: IMPLAN. Recuperado de <http://www.implanchihuahua.gob.mx>
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima: INDECI. Recuperado de <https://www.indeci.gob.pe>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2000). *III Censo Nacional Agropecuario 2000*. Quito: Autor.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2010). *VII Censo de Población y VI de Vivienda en el Ecuador*. Recuperado de <http://redatam.inec.gob.ec/cgi-bin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010&MAIN=WebServerMain.inl>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. (2004). *Anuario meteorológico 2004*. Quito: Autor.
- Martínez, J. y Fernández, A. (2004). *Cambio climático: una visión desde México*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - Instituto Nacional de Ecología.
- Maskrey, A. (1993). *Los desastres no son naturales*. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Recuperado de <http://www.oei.es/decada/portadas/Desnat.pdf>
- Matías, L., Fuentes, O., García, F. (2007). *Heladas*. (2da. Ed). México D.F.: Centro Nacional de Prevención y Desastres-CENAPRED. Recuperado de <http://www.cenapred.unam.mx/>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer, Programa Nacional de Regionalización Agraria. (1982). *Leyenda de los mapas morfopedológicos*. Quito: MAG-ORSTOM-PRONAREG.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca, Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos. (2013). *Proyecto de Generación de Geoinformación para la Gestión del Territorio*. Leyenda de Cobertura y uso de la tierra. Quito: Convenio SENPLADES-MAGAP-CLIRSEN.



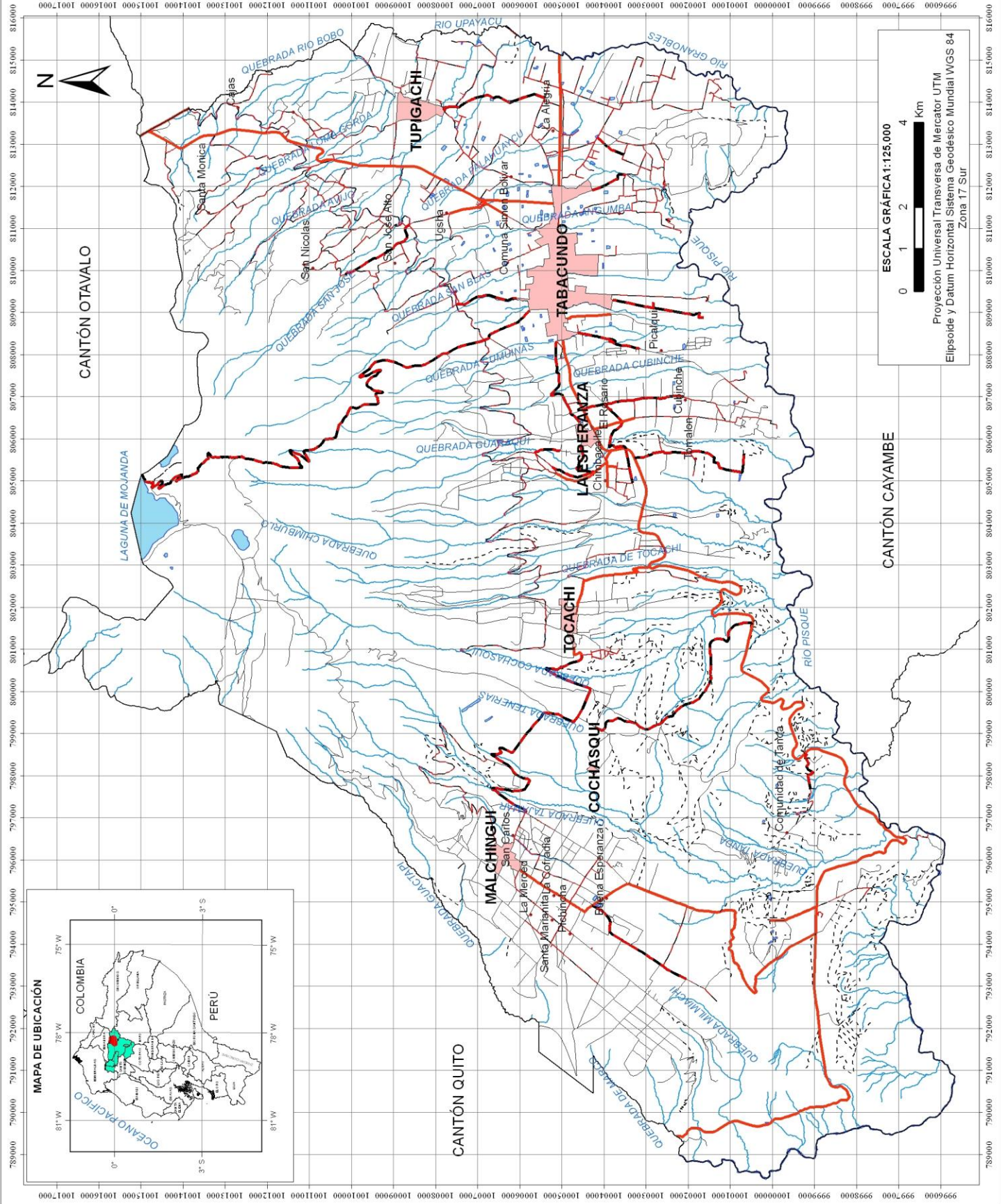
- 
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Coordinación General del Sistema de Información Nacional. (2012, Diciembre). *Zonificación Agroecológica del Cultivo de Banano (Musa sapientum) en el Ecuador a escala 1:25.000 y 1:250.000*, Quito: MAGAP-CGSIN. Recuperado de <http://www.magap.gob.ec>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, Sistema de Información Geográfico Agropecuario. (2004, Junio). *Memoria técnica de elaboración de cartografía que permita desarrollar el plan de ordenamiento territorial de la provincia de Pichincha*. Quito: Autor.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. (2012). *Procedimiento metodológico para la caracterización de los sistemas de producción del agro*. Quito: Autor.
- Ministerio de Medio Ambiente. *Plan Especial de Sequías en la Cuenca del Duero 2006*. Valladolid: TYPESA. Recuperado de [www.chduero.es](http://www.chduero.es)
- Municipalidad del Cantón Pedro Moncayo. (2012). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pedro Moncayo*. Tabacundo: Autor.
- Ojeda, J. (2001). *Evaluación del riesgo por fenómenos de remoción en masa* (1ra. Ed.) Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2010). *Protección contra las heladas: Fundamentos, práctica y economía*. (4). Roma: FAO.
- Organización de los Estados Americanos, Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. (1993). *Manual sobre el manejo de los peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado*. Washington, D.C.: Autor. Recuperado de <http://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea65s/oea65s.pdf>
- Organización Meteorológica Mundial. (2012). *Glosario Hidrológico Internacional*. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org>
- Organización Meteorológica Mundial. (2013). *Peligros Naturales*. Recuperado de <http://www.wmo.int>
- Ponvert, D., Lau, A., Balamaseda, C. (2007). La vulnerabilidad del sector agrícola frente a los desastres: Reflexiones generales. *Zonas áridas*, 11 (1), 174-181. Recuperado de <http://www.lamolina.edu.pe/zonasaridas/za11/pdfs/ZA11%2000%20art13.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización de Ayuda para Desastres de las Naciones Unidas. (1991). *Vulnerabilidad y evaluación de riesgo*. Ginebra: PNUD-UNDRO.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. 2000. *El desarrollo humano en Nicaragua 2000: Equidad para superar la vulnerabilidad* (1ra Ed.). Managua: Autor.
- Programa de Regularización y Administración de Tierras Rurales. (2008). *Metodología de Valoración de Tierras Rurales. Propuesta*. Quito: MAGAP-PRAT.
- Programa Nacional de Regionalización Agraria, Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. (1985). *Zonificación agroecológica de la región costanera central para cultivos no tradicionales*. Quito: Instituto de Estrategias Agropecuarias.
- Programa Regional de Meteorología. (2012). *Fenómenos meteorológicos*. México: IANIGLA-CONICET. Recuperado de <http://www.prmarg.org/paginas/index/fenomenos-meteorologicos>
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Departamento de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea, Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2012). *Ecuador: Referencias básicas para la gestión de riesgos 2013 - 2014*. Quito: SNGR.
- Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2012). *Propuesta metodológica: Análisis de vulnerabilidad a nivel municipal*. Quito: AH

- 
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Catálogo nacional de objetos geográficos*. Versión 2.0. Quito: Autor.
- Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f.). *Guía para la incorporación de la variable riesgo en la gestión integral de nuevos proyectos de infraestructura*. Quito: STGR-PNUD. Recuperado de <http://www.cici.org.ec/riesgo/anexo2.pdf>
- SENAMHI. (2012). *Plan nacional de intervención para enfrentar los efectos de la temporada de heladas y friaje 2012*. Lima: Presidencia del Consejo de Ministros.
- Sistema de Gestión de Información sobre Desastres. (2013). Información de DESINVENTAR. Recuperado de <http://www.desinventar.org>
- Solano, A. (2009.). *Conceptos sobre riesgos*. Falda del Carmen: CONAE. Recuperado de <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a360071e58.79575639.pdf>
- Uquillas, A. (2007). *El fracaso del neoliberalismo en el Ecuador y alternativas frente a la crisis* (1ra. Ed.). Quito: Universidad Central del Ecuador
- Vargas, E. (1992). *Análisis y clasificación del uso y cobertura de la tierra con interpretación de imágenes*. Santa Fe de Bogotá: IGAC.
- Verduga, L. (2008). *Percepción remota aplicada a estudios hidrogeológicos*. Quito: CLIRSEN.
- Villavicencio V. y Vasquez Wilson (Eds.). (2008). *Guía técnica de cultivos*. Quito: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias.

---

**MAPAS**

# CANTÓN PEDRO MONCAYO



**SIMBOLOGÍA**

•	POBLADOS
— (Red)	AUTOPISTA, CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, DOS O MAS VIAS
— (Orange)	CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, UNA VIA
— (Black)	CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, DOS O MAS VIAS
— (Black)	CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, UNA VIA
— (Black)	CAMINO DE VERANO
— (Black)	HERRADURA
— (Black)	SEÑERO
— (Black)	PUENTE
— (Blue)	RIOS, QUEBRADAS
— (Blue)	RIOS DOBLES, LAGO, LAGUNA
— (Black)	LIMITE CANTONAL

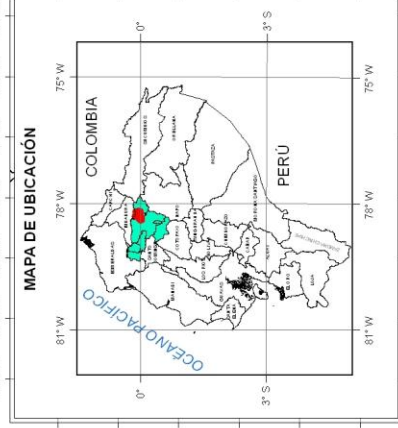
**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
 FACULTAD DE CIENCIAS  
 AMBIENTALES

**UNIVERSIDAD SEK**

"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA"

TEMA: MAPA BASE  
 FECHA: NOVIEMBRE, 2013  
 ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000  
 FUENTE: CARTOGRAFÍA BÁSICA PROPORCIONADA POR CONVENIO MAGAP-IEE-SENPLADES, ESCALA 1:25.000

MAPA I

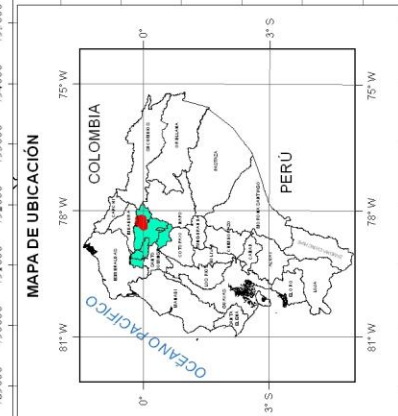
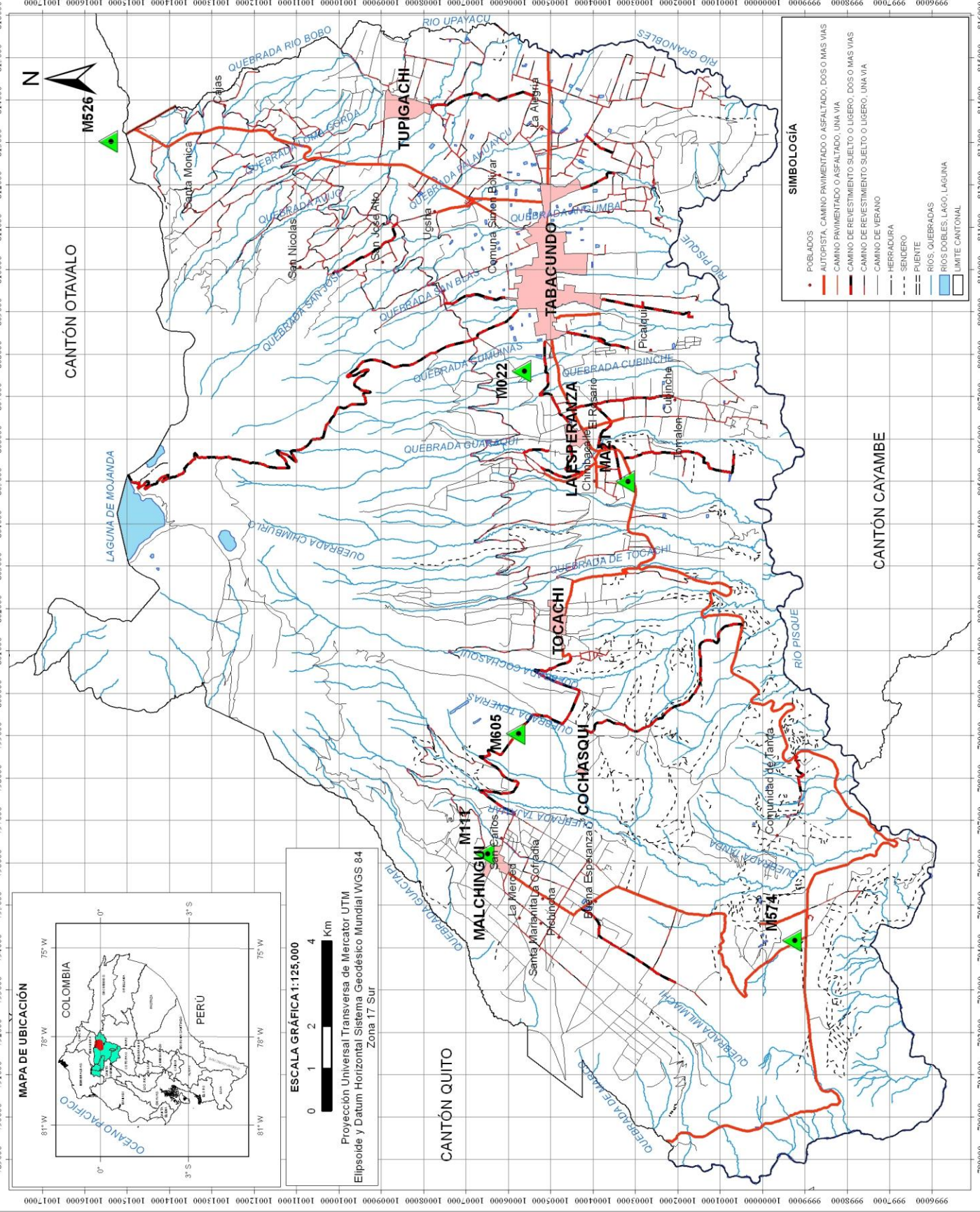


ESCALA GRÁFICA 1:25.000

0 1 2 4 Km

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

# CANTÓN PEDRO MONCAYO



ESCALA GRÁFICA 1:125,000

0 1 2 4 Km

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

**LEYENDA**

ESTACIONES METEOROLÓGICAS



**SIMBOLOGÍA**

- POBLADOS
- AUTOPISTA, CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, DOS O MAS VIAS
- CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, UNA VIA
- CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELTO O LIGERO, DOS O MAS VIAS
- CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELTO O LIGERO, UNA VIA
- CAMINO DE VERANO
- HERRADURA
- SENDERO
- PUENTE
- RÍOS, QUEBRADAS
- RÍOS DOBLES, LAGO, LAGUNA
- LIMITE CANTONAL

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK  
 FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

SEK

"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA"

TEMA: MAPA DE UBICACION DE ESTACIONES METEOROLÓGICAS

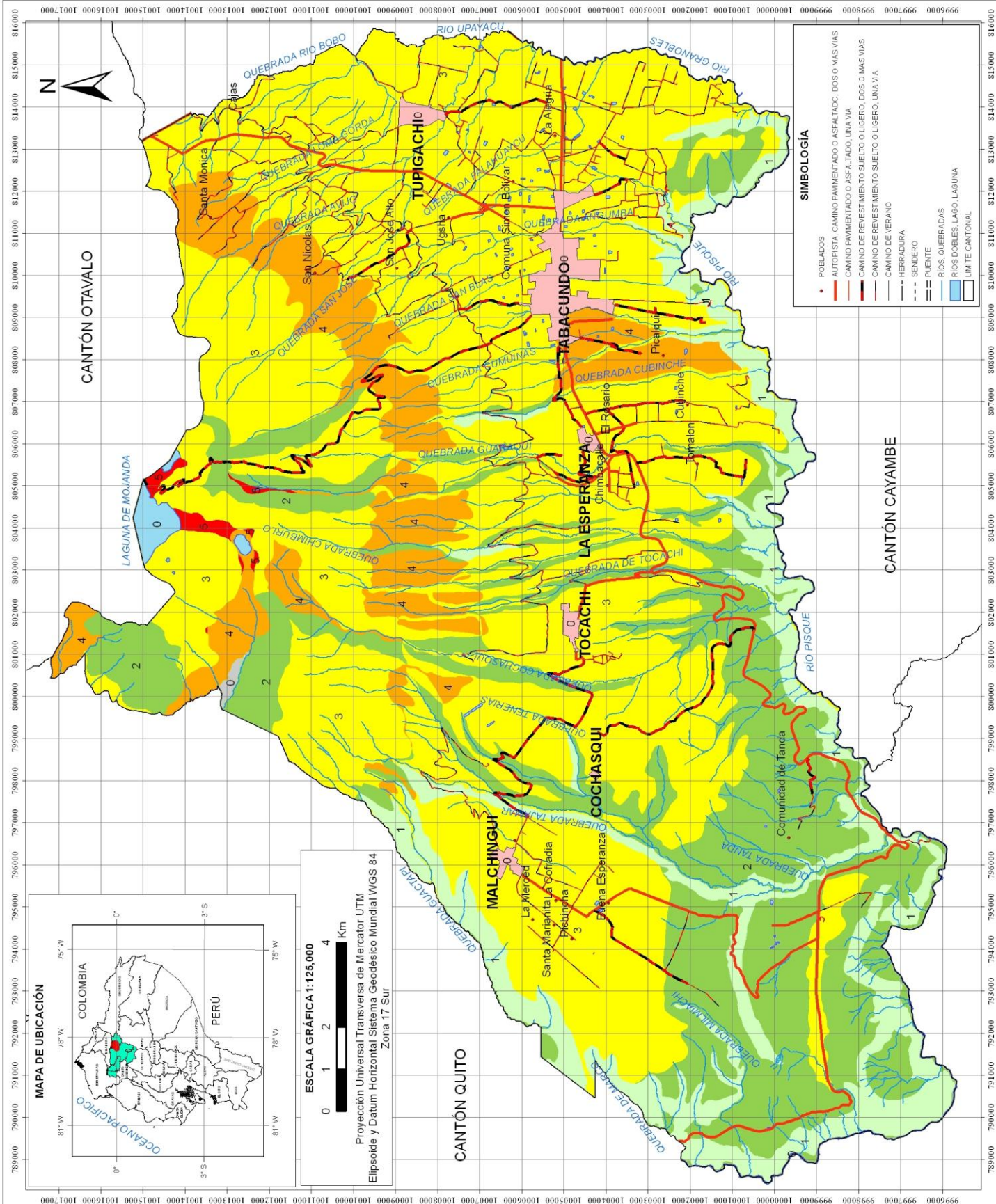
FECHA: NOVIEMBRE, 2013

ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000

FUENTE: CARTOGRAFÍA BÁSICA PROPORCIONADA POR CONVENIO MAGAP-IEE-SENPLADES, ESCALA 1:25.000. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA ENTREGADA POR LA DIGDM

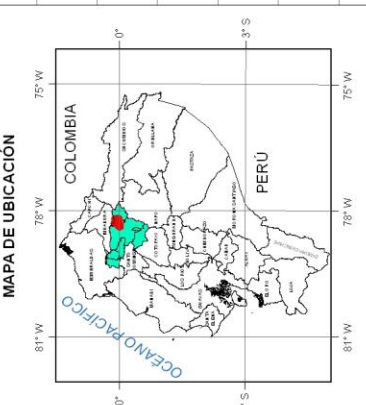
MAPA 2

# CANTÓN PEDRO MONCAYO



7890000 7900000 7910000 7920000 7930000 7940000 7950000 7960000 7970000 7980000 7990000 8000000 8010000 8020000 8030000 8040000 8050000 8060000 8070000 8080000 8090000 8100000 8110000 8120000 8130000 8140000 8150000 8160000

10017000 10018000 10019000 10020000 10021000 10022000 10023000 10024000 10025000 10026000 10027000 10028000 10029000 10030000 10031000 10032000 10033000 10034000 10035000 10036000 10037000 10038000 10039000 10040000 10041000 10042000 10043000 10044000 10045000 10046000 10047000 10048000 10049000 10050000 10051000 10052000 10053000 10054000 10055000 10056000 10057000 10058000 10059000 10060000 10061000 10062000 10063000 10064000 10065000 10066000 10067000 10068000 10069000 10070000 10071000 10072000 10073000 10074000 10075000 10076000 10077000 10078000 10079000 10080000 10081000 10082000 10083000 10084000 10085000 10086000 10087000 10088000 10089000 10090000 10091000 10092000 10093000 10094000 10095000 10096000 10097000 10098000 10099000 10100000



ESCALA GRÁFICA 1:125,000  
 0 1 2 3 4 Km  
 Proyección Universal Transversa de Mercator, UTM  
 Elipsoides y Datum Horizontal Sistema Geodésico Mundial WGS 84  
 Zona 17 Sur

7890000 7900000 7910000 7920000 7930000 7940000 7950000 7960000 7970000 7980000 7990000 8000000 8010000 8020000 8030000 8040000 8050000 8060000 8070000 8080000 8090000 8100000 8110000 8120000 8130000 8140000 8150000 8160000

10017000 10018000 10019000 10020000 10021000 10022000 10023000 10024000 10025000 10026000 10027000 10028000 10029000 10030000 10031000 10032000 10033000 10034000 10035000 10036000 10037000 10038000 10039000 10040000 10041000 10042000 10043000 10044000 10045000 10046000 10047000 10048000 10049000 10050000 10051000 10052000 10053000 10054000 10055000 10056000 10057000 10058000 10059000 10060000 10061000 10062000 10063000 10064000 10065000 10066000 10067000 10068000 10069000 10070000 10071000 10072000 10073000 10074000 10075000 10076000 10077000 10078000 10079000 10080000 10081000 10082000 10083000 10084000 10085000 10086000 10087000 10088000 10089000 10090000 10091000 10092000 10093000 10094000 10095000 10096000 10097000 10098000 10099000 10100000

**LEYENDA**

SUSCEPTIBILIDAD A HELADAS

5	MUY ALTA
4	ALTA
3	MEDIA
2	BAJA
1	SIN
	NO APLICABLE

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

**SEK**  
 UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA"

TEMA: MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A HELADAS

FECHA: NOVIEMBRE, 2013

ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000

FUENTE: CARTOGRAFÍA BÁSICA PROPORCIONADA POR CONVENIO MAGAP-IE-SENPLADES, ESCALA 1:25.000, INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA ENTREGADA POR LA DIGDM

MAPA 3

**SIMBOLOGÍA**

•	POBLADOS
—	AUTOPISTA, CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, DOS O MAS VIAS
—	CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, UNA VIA
—	CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, DOS O MAS VIAS
—	CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, UNA VIA
—	CAMINO DE VERANO
—	HERRADURA
—	SENDERO
—	PUENTE
—	RIOS, QUEBRADAS
—	RIOS DOBLES, LAGO, LAGUNA
—	LMITE CANTONAL



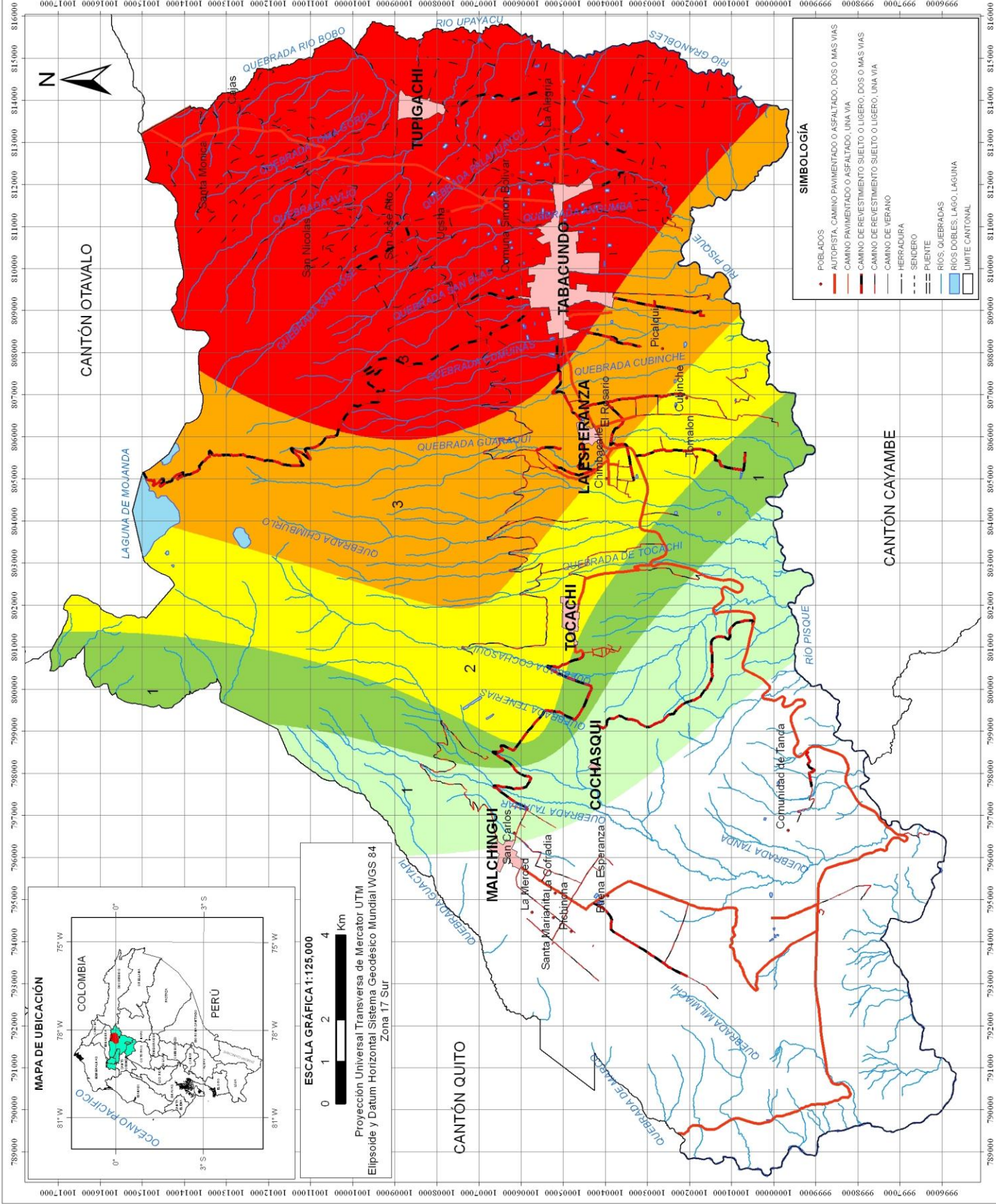








# CANTÓN PEDRO MONCAYO



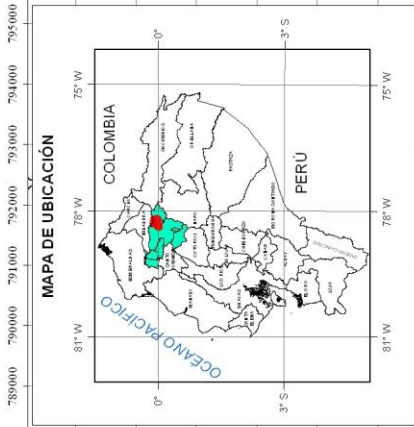
### LEYENDA

SUSCEPTIBILIDAD A EXCESO DE HUMEDAD - TRIGO	
5	EXTREMADAMENTE HÚMEDA
4	MUY HÚMEDA
3	HÚMEDA
2	LIGERAMENTE HÚMEDA
1	NORMAL

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE FICHINCHA"
TEMA: MAPA DE SUSCEPTIBILIDAD A EXCESO DE HUMEDAD - PAPA
FECHA: NOVIEMBRE, 2013
ESCALA DE TRABAJO: 1:25 000
FUENTE: CARTOGRAFÍA BÁSICA PROPORCIONADA POR CONVENIO MAGAP-IEE-SENPLADES, ESCALA 1:25.000. INFORMACIÓN HIDROMETEOROLÓGICA ENTREGADA POR MAGAP-DIGDM, 2013
MAPA 8

### SIMBOLOGÍA

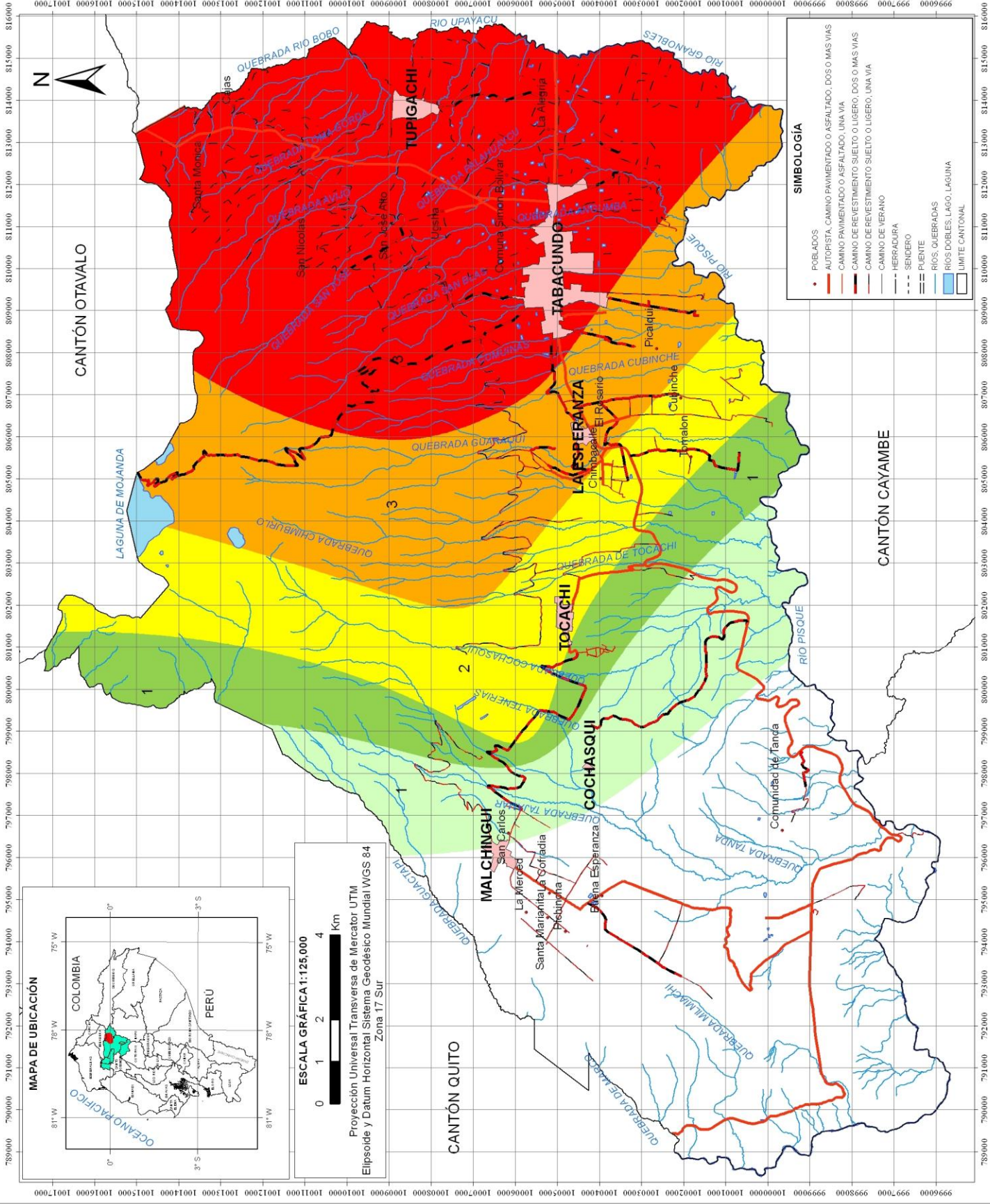
•	POBLADOS
—	AUTOPISTA, CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, DOS O MAS VIAS
—	CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, UNA VIA
—	CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, DOS O MAS VIAS
—	CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, UNA VIA
—	CAMINO DE VERANO
—	HERRADURA
—	PUENTE
—	SENDERO
—	RIOS, QUEBRADAS
—	RIOS DOBLES, LAGO, LAGUNA
—	LMITE CANTONAL



ESCALA GRÁFICA 1:125,000

0 1 2 4 Km

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

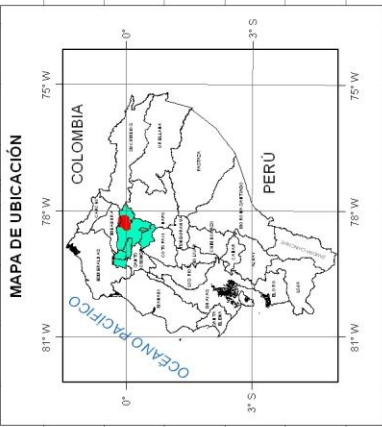
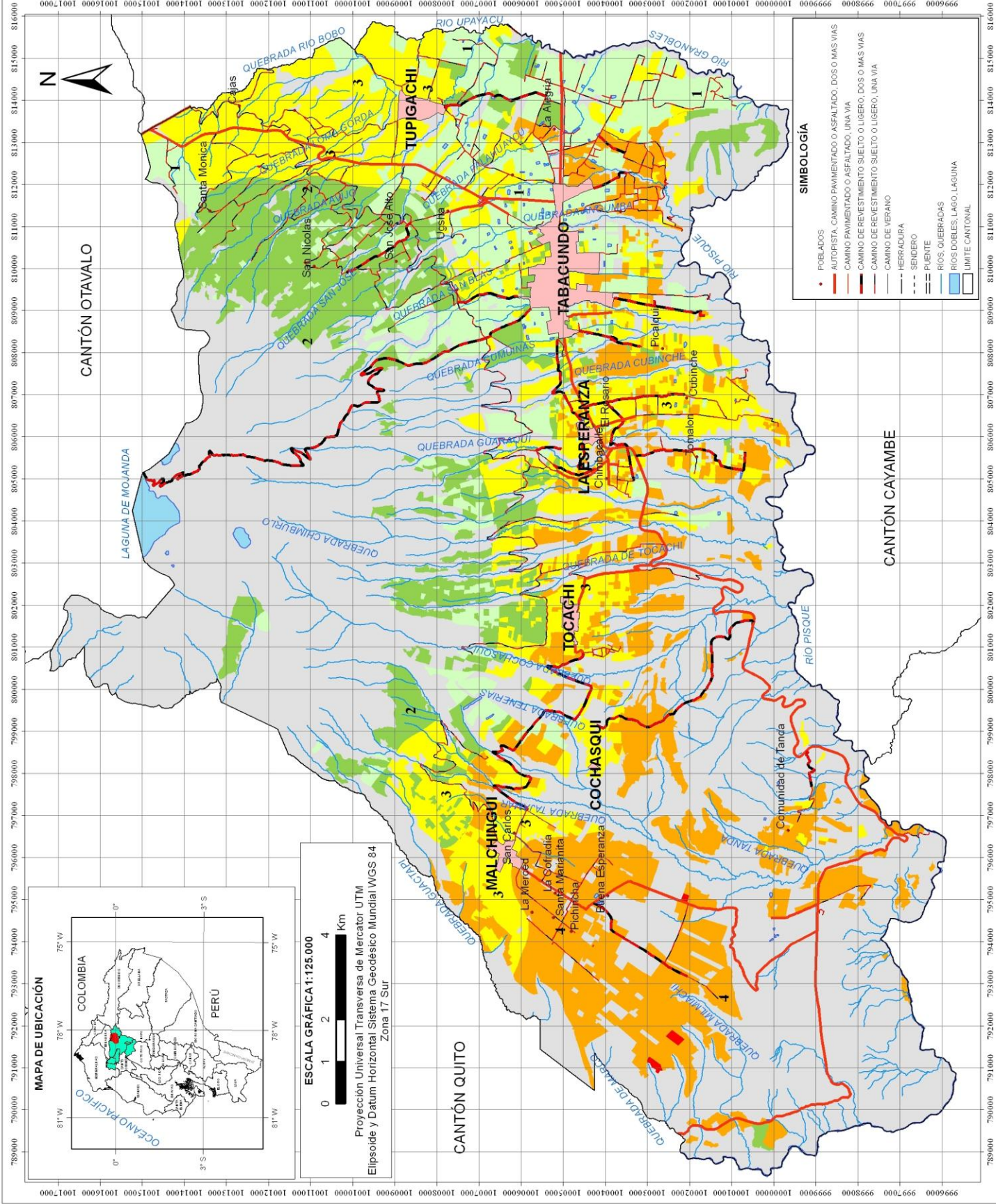








# CANTÓN PEDRO MONCAYO



ESCALA GRÁFICA 1:125.000

0 1 2 4 Km

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

### LEYENDA

**MAPA DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO FRENTE A LA SEQUÍA**

- 5 MUY ALTA
- 4 ALTA
- 3 MEDIA
- 2 BAJA
- 1 MUY BAJA
- N/A NO APLICABLE

**SUPERFICIES POR NIVEL DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO FRENTE A LA SEQUÍA**

VULNERABILIDAD	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
MUY ALTA	5	17,01
ALTA	4	4068,47
MEDIA	3	4734,63
BAJA	2	3185,40
MUY BAJA	1	3091,15
NO APLICABLE		18484,41
<b>TOTAL</b>		<b>33.581,07</b>

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA"

TEMA: MAPA DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR LA SEQUÍA

FECHA: NOVIEMBRE, 2013

ESCALA DE TRABAJO: 1:25.000

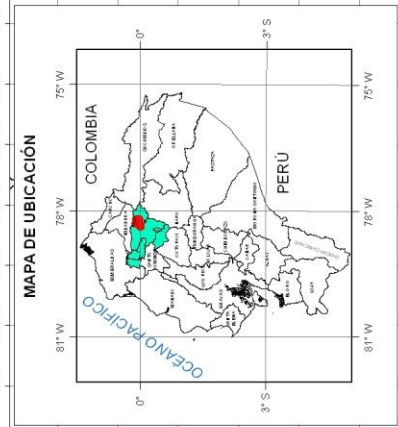
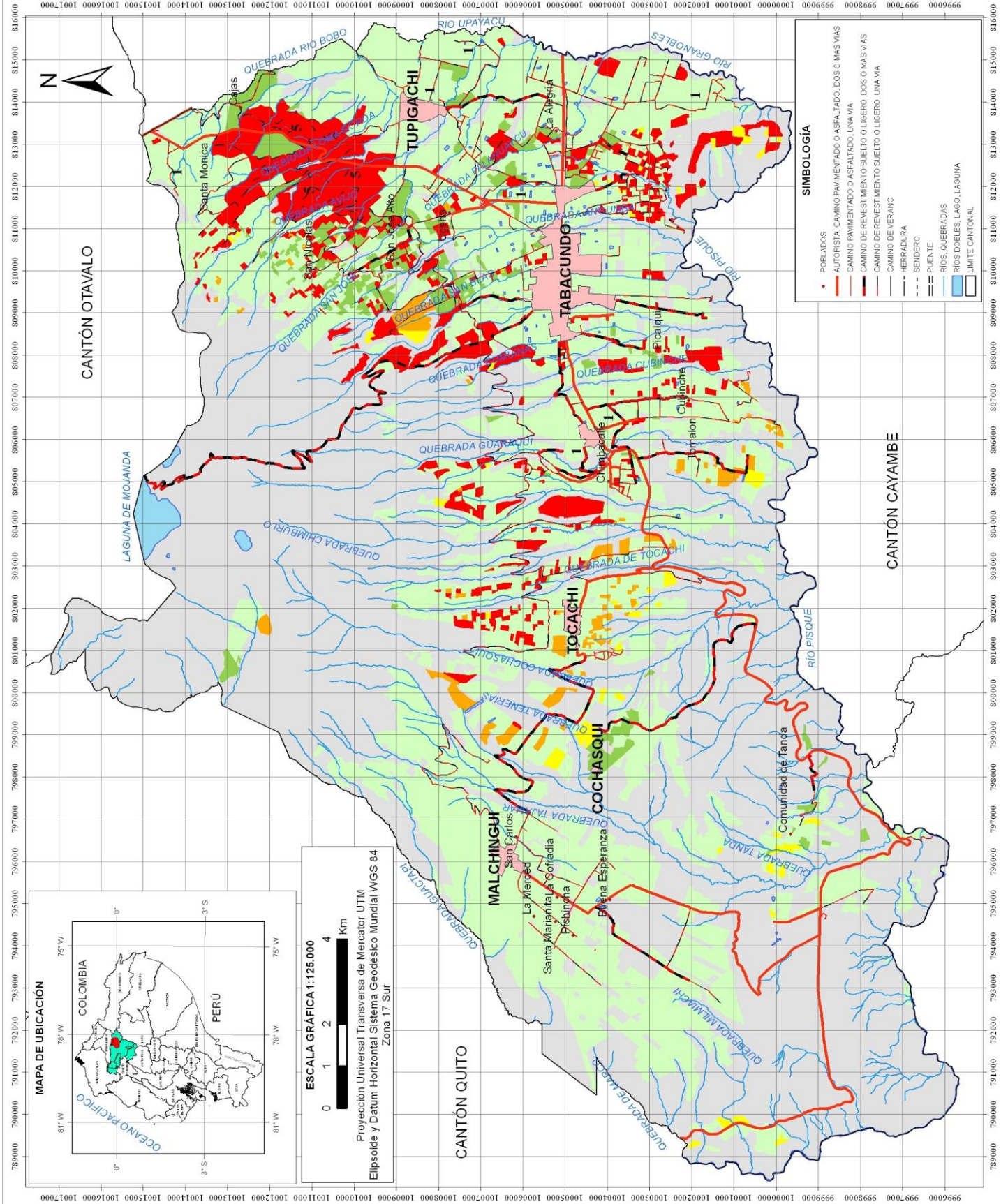
FUENTE: CARTOGRAFÍA BÁSICA Y SISTEMAS PRODUCTIVOS PROPORCIONADA POR CONVENIO MAGAP-IEE-SENPLADES, ESCALA 1:25.000. BASE DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICA, MAGAP 2013

MAPA 12

**SIMBOLOGÍA**

- POBLADOS
- AUTOPISTA, CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, DOS O MAS VIAS
- CAMINO PAVIMENTADO O ASFALTADO, UNA VIA
- CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, DOS O MAS VIAS
- CAMINO DE REVESTIMIENTO SUELO O LIGERO, UNA VIA
- CAMINO DE VERRANO
- HERRADURA
- SENDERO
- PUENTE
- RÍOS, QUEBRADAS
- RÍOS DOBLES, LAGO, LAGUNA
- LIMITE CANTONAL

# CANTÓN PEDRO MONCAYO



ESCALA GRÁFICA 1:125.000  
 0 1 2 4 Km  
 Proyección Universal Transversa de Mercator UTM  
 Elipsoide y Datum Horizontal Sistema Geodésico Mundial WGS 84  
 Zona 17 Sur

CANTÓN OTAVALO  
 LAGUNA DE MOJANDA  
 CANTÓN QUITO  
 CANTÓN MALCHINGUI  
 CANTÓN COCHASQUI  
 CANTÓN TOCACHI  
 CANTÓN TABACUNDO  
 CANTÓN TUIGACHI  
 CANTÓN CAYAMBE

### LEYENDA

**MAPA DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO FRENTE AL EXCESO DE HUMEDAD**

- 5 MUY ALTA
- 4 ALTA
- 3 MEDIA
- 2 BAJA
- 1 MUY BAJA
- N/A NO APLICABLE

**SUPERFICIES POR NIVEL DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO FRENTE AL EXCESO DE HUMEDAD**

VULNERABILIDAD	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
MUY ALTA	1.852,72	5,52
ALTA	327,55	0,97
MEDIA	188,38	0,56
BAJA	794,71	2,37
MUY BAJA	11.953,32	35,54
NO APLICABLE	18.484,41	55,04
<b>TOTAL</b>	<b>33.581,07</b>	<b>100,00</b>

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK**  
 FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES  
**ISEK**

"ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR FENÓMENOS NATURALES HIDROMETEOROLÓGICOS EN EL CANTÓN PEDRO MONCAYO, PROVINCIA DE PICHINCHA"

**TEMA:** MAPA DE VULNERABILIDAD DEL SECTOR AGROPECUARIO POR EL EXCESO DE HUMEDAD

**FECHA:** NOVIEMBRE, 2013

**ESCALA DE TRABAJO:** 1:25.000

**FUENTE:** CARTOGRAFÍA BÁSICA Y SISTEMAS PRODUCTIVOS PROPORCIONADA POR CONVENIO MAGAP-IEE-SENPLADES, ESCALA 1:25.000. BASE DE DATOS HIDROMETEOROLÓGICA, MAGAP 2013

MAPA 13



---

**ANEXOS**

**Anexo A.** Leyenda de cobertura y uso de la tierra

		<b>COBERTURA</b>		<b>CODIGO</b>	<b>TEMPORALIDAD</b>	<b>USO</b>
<b>NIVEL I</b>	<b>NIVEL II</b>	<b>NIVEL III</b>	<b>NIVEL IV</b>			
<b>BOSQUE</b>	<b>BOSQUE NATIVO</b>	BOSQUE HÚMEDO MUY ALTERADO		BHma	<b>NO APLICABLE</b>	<b>CONSERVACION Y PROTECCION</b>
		BOSQUE HÚMEDO MEDIANAMENTE ALTERADO		BHm		
		BOSQUE HÚMEDO POCO ALTERADO		BHp		
		BOSQUE SECO MUY ALTERADO		BSma		
		BOSQUE SECO MEDIANAMENTE ALTERADO		BSm		
		BOSQUE SECO POCO ALTERADO		BSp		
		MANGLAR MUY ALTERADO		MMa		
		MANGLAR MEDIANAMENTE ALTERADO		Mm		
		MANGLAR POCO ALTERADO		Mp		
	<b>PLANTACION FORESTAL</b>	ALGARROBO		TBP1	<b>PERMANENTE</b>	<b>PROTECCION O PRODUCCION</b>
		ALISO		TBP2		
		AMARILLO		TBP3		
		BALSA		TBP4		
		CAOBA		TBP5		
		CAÑA GUADUA O BAMBU		TBP6		
CAUCHO			TBP7			
CEDRO			TBP8			

		EUCALIPTO		TBP9		
		FERNAN SANCHEZ		TBP1 0		
		GUACHAPELI		TBP1 1		
		GUAYACAN		TBP1 2		
		LAUREL		TBP1 3		
		LEUCAENA		TBP1 4		
		MELINA		TBP1 5		
		NEEM		TBP1 6		
		NIGUITO		TBP1 7		
		NOGAL		TBP2 7		
		PACHACO		TBP1 8		
		PIGUE		TBP1 9		
		PINO		TBP2 0		
		ROBLE		TBP2 1		
		SAMAN		TBP2 2		
		TECA		TBP2 3		
		BALSAMO		TBP2 4		
		MISCELANEO FORESTAL		TBP2 5		
		GUARANGO		TBP2 6		
		JACARANDA		TBP2 9		
TERMINARIA		TBP2 8				
<b>HENDACUA ARBUSTIVA Y VEGETACION</b>	<b>ARBUSTIVA VEGETACION</b>	MATORRAL HÚMEDO MUY ALTERADO		MHm a	<b>NO APLICABLE</b>	<b>PROTECCION N Y CONSERVACION</b>
		MATORRAL HÚMEDO MEDIANAMENTE ALTERADO		MHm		
		MATORRAL HÚMEDO POCO ALTERADO		MHp		

AGROPECUARIO		MATORRAL SECO MUY ALTERADO		M <sub>Sm</sub> <sub>a</sub>			
		MATORRAL SECO MEDIANAMENTE ALTERADO		M <sub>Sm</sub>			
		MATORRAL SECO POCO ALTERADO		M <sub>Sp</sub>			
	PARAMOS		PARAMO ARBUSTIVO MUY ALTERADO		P <sub>Ama</sub>	NO APLICA	
			PARAMO ARBUSTIVO MEDIANAMENTE ALTERADO		P <sub>Am</sub>		
			PARAMO ARBUSTIVO POCO ALTERADO		P <sub>Ap</sub>		
			PÁRAMO HERBACEO MUY ALTERADO		PH <sub>ma</sub>		
			PÁRAMO HERBACEO MEDIANAMENTE ALTERADO		PH <sub>m</sub>		
			PÁRAMO HERBACEO POCO ALTERADO		PH <sub>p</sub>		
	VEGETACION HERBACEA		VEGETACIÓN HERBÁCEA DE HUMEDAL MUY ALTERADA		VD <sub>m</sub> <sub>a</sub>	NO APLICABLE	PRODUCCION Y CONSERVACION
			VEGETACIÓN HERBÁCEA DE HUMEDAL MEDIANAMENTE ALTERADA		VD <sub>m</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA DE HUMEDAL POCO ALTERADO		VD <sub>p</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA SECA MUY ALTERADA		V <sub>Sma</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA SECA MEDIANAMENTE ALTERADA		V <sub>Sm</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA SECA POCO ALTERADA		V <sub>Sp</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA MUY ALTERADA		VH <sub>m</sub> <sub>a</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA MEDIANAMENTE ALTERADA		VH <sub>m</sub>		
			VEGETACIÓN HERBÁCEA HÚMEDA POCO ALTERADA		VH <sub>p</sub>		
		CEREALES (C <sub>Ac</sub> )	ARROZ	C <sub>Acz</sub>	UALAN	PROTEOLON Y RYACI	

			CEBADA	CAcd		
			CENTENO	CAco		
			MAIZ	CAcm		
			QUINUA	CAc2		
			SORGO	CAcs		
			TRIGO	CAct		
		CONDIMENTOS (CAn)	ANIS	CAna		
			APIO	CAnp		
			CILANTRO	CAnc		
			JENGIBRE	CAnj		
			PEREJIL	CAne		
		FIBRA (CAb)	ALGODÓN	CAbI		
		FLORES (CAf)	CRISANTE MO	CAfc		
			FLORES DE VERANO	CAfv		
			FLORES TROPICAL ES ANUALES	CAft		
			HORTENCI A	CAfh		
			LIRIO	CAfl		
			TULIPAN	CAfu		
		FRUTALES (CAu)	MELON	CAuq		
			PEPINO DULCE	CAup		
			SANDIA	CAus		
		HORTALIZAS (CAh)	ACELGA	CAhg		
			ACHOGCH A	CAhh		
			AJI	CAha		
			ALCACHO FA	CAhf		

			BERENJEN A	CAhj		
			BROCOLI	CAhb		
			CEBOLLA BLANCA	CAhn		
			CEBOLLA COLORADA	CAhd		
			CEBOLLA PERLA	CAhp		
			COL	CAhc		
			COL DE BRUSELAS	CAhs		
			COLIFLOR	CAhr		
			ESPINACA	CAhw		
			LECHUGA	CAhg		
			NABO	CAho		
			PEPINILLO	CAhl		
			PIMIENTO	CAhe		
			RABANO	CAhx		
			ROMANESCO	CAhu		
			TOMATE RIÑON	CAhw		
			SAMBO	CAhv		
			ZAPALLO	CAhz		
			ZUCCHINI	CAhi		
		INDUSTRIALES (CAi)	TABACO	CAio		
		MEDICINALES (CAm)	ESPIRULINA	CAme		
		LEGUMINOSAS (CAI)	ARVEJA	CAlv		
			CAUPI	CAlu		
			CHOCHO	CAlo		
			FREJOL	CAlf		
			GARBANZO	CAlg		

			HABA PALLAR	CAIp		
			HABA	CAIh		
			LENTEJA	CAIt		
			SOYA	CAIy		
			VAINITA	CAIa		
			ZARANDA JA	CAIz		
		MEDICINALES (CAm)	CHIA	CAMc		
			LINAZA	CAMz		
		OLEAGINOSAS (CAo)	AJONJOLI	CAOl		
			GIRASOL	CAog		
			MANI	CAoi		
		RAICES Y TUBERCULOS (CAt)	AJO	CAtj		
			CAMOTE	CAtc		
			JICAMA	CAti		
			MALANGA	CAtl		
			MASHUA	CAth		
			MELLOCO	CAtm		
			OCA	CAto		
			PAPA	CAtp		
			PAPA CHINA	CAtx		
			PAPANABO	CAtn		
			REMOLACHA	CAtr		
			YUCA	CAtu		
			ZANAHORIA BLANCA	CAta		
			ZANAHORIA AMARILLA	CAtz		

CULTIVO SEMI PERMANENTE	CONDIMENTOS (CSc)	OREGANO	CSco	SEMI PERMANENTE
	FIBRA (CSb)	ABACA	CSba	
		LUFA	CSbl	
	FLORES (CSf)	CARTUCHO	CSft	
		CLAVEL	CSfc	
		GERBERA	CSfg	
		GYSOPHILA	CSfy	
		HELICONIA	CSfh	
		LIMONIUM	CSfl	
		PROTEA	CSfp	
		STATICE	CSfs	
	FRUTALES (CSu)	BABACO	CSuo	
		BADEA	CSud	
		BANANO	CSub	
		FRAMBUESA	CSuf	
		FRUTILLA	Csul	
		GRANADILLA	CSug	
		MARACUYA	CSum	
		MORA	CSur	
		NARANJILLA	CSuj	
ORITO		CSui		
PAPAYA		CSuy		
PIÑA		CSua		
PITAHAYA	CSuh			
PLATANO	CSup			
TAXO	CSux			



			TOMATE DE ARBOL	CSut		
			UVILLA	CSuu		
		HORTALIZAS (CSh)	ESPARRAGO	CShe		
			BRUMANCIA	CSbr		
		INDUSTRIALES (CSi)	CAÑA DE AZUCAR ARTESANAL	CSin		
			STEVIA	CSis		
			CAÑA DE AZUCAR INDUSTRIAL	CSiz		
		OLEAGINOSAS (CSo)	HIGUERILLA	CSoh		
	TALLOS COMESTIBLES (CSt)	PALMITO	CStp			
	CULTIVO PERMANENTE	CONDIMENTOS (CPn)	ACHIOTE	CPna		
			CARDAMOMO	CPnc		
			PIMIENTA NEGRA	CPnp		
		FIBRA (CPb)	CABUYA	CPby		
			TOTORA	CPbt		
PAJA TOQUILLA			CPbq			
FLORES (CPf)		ASTER	CPfs			
		ALSTROMELIA	CPfl			
		GINGER	CPfg			
		HYPERICUM	CPfm			
		JAZMIN	CPfj			
		ROSAS	CPfr			
FRUTALES (CPu)		ACHOTILLO	Cpu2			
		AGUACATE	CPua			

			ARAZA	CPux		
			BOROJO	CPub		
			CACAO	CPuc		
			CAFE	CPuf		
			CIRUELO	CPui		
			CLAUDIA	CPul		
			COCOTER O	CPut		
			COPOAZU	CPup		
			CHIRIMOY A	CPuh		
			DURAZNO	CPuo		
			GUANABA NA	CPug		
			GUAYABA	CPuy		
			LIMON	CPun		
			MACADA MIA	CPul		
			MANDARI NA	CPud		
			MANGO	CPum		
			MANZANA	CPuz		
			MARAÑON	CPuw		
			MEMBRIL LO	CPue		
			NARANJA	CPuj		
			NONI	CPu7		
			PECHICHE	CPu6		
			PERA	CPur		
			REINA CLAUDIA	CPuk		
			TORONJA	CPu3		
			TUNA	CPu4		

			UVA	CPuu		
			TAMARINDO	CPu5		
		INDUSTRIALES (C <i>P</i> <sub>i</sub> )	VETIVER	CPiv		
			YLANG-YLANG	CPiy		
			TE	CPit		
		MEDICINALES (C <i>P</i> <sub>m</sub> )	MANZANILLA	CPmz		
			MASTRANTO	CPmt		
			ROMERO	CPmr		
			SABILA	CPms		
		OLEAGINOSAS (C <i>P</i> <sub>o</sub> )	PIÑON	CPoi		
			PALMA AFRICANA - ACEITERA	CPop		
			SACHA-INCHE	CPos		
		RAICES Y TUBERCULOS (C <i>P</i> <sub>r</sub> )	ACHIRA	CPra		
OTRAS TIERRAS AGRICOLAS	TIERRAS EN TRANSICION (TD)		TIERRA AGRICOLA SIN CULTIVO	TDp	NO APLICABLE	
			BARBECHO	TDb		
PASTIZAL	AVENA			PCf	PERMANENTE	PECUARIO
	ALFALFA			PCa		
	PASTO CULTIVADO			PC		
	VICIA			PCv		
MOSAICO AGROP ECUARIO (ASOCIACIONES)	MISCELANEO DE CEREALES			Me	ANUAL	MIXTO AGROPECUARIO
	MISCELANEO DE CICLO CORTO			Mc		
	MISCELANEO DE HORTALIZAS			Mh		
	MISCELANEO DE FLORES			Mf	SEMI PERMANENTE	

	MISCELANEO DE FRUTALES		Mr	PERMANENTE	
	MISCELANEO DE PLANTAS AROMATICAS		Ma	ANUAL	
	MISCELANEO INDIFERENCIADO		MXb	NO APLICABLE	
	AGUACATE-CHIRIMOYA		CPua-CPuh	PERMANENTE	
	ALFALFA-MAIZ		PCa-CAcM	SEMI PERMANENTE	
	AJI-MARACUYA		CAha - CSum		
	CACAO-COCOTERO		CPuc-CPut	PERMANENTE	
	CACAO-CAFÉ		CPuc-CPuf		
	CACAO-LIMON		CPuc-CPun		
	CACAO-MANDARINA		CPuc-CPud		
	CACAO-NARANJA		CPuc-Cpuj		
	CACAO-ORITO		CPuc-CPui		
	CACAO-PLATANO		CPuc-CSup		
	CEBOLLA PERLA-NARANJA		CAhp -Cpuj		
	MAIZ-ARVEJA		CAcm -CALv		ANUAL
	MAIZ-CEBADA		CAcm - CAcd		
	MAIZ-FREJOL		CAcm -CALf		
	MAIZ-HABA		CAcm -CALh		
	MAIZ-PAPA		CAcm -CATp		
	PAPA-HABA		CAtp-CALh		
	PAPA-MELLOCO		Catp-CAtm		
	PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES		MPa	ENTE PERMANENTE	
	PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARVEJA		MPv		

		PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE MAIZ		MPz		
		PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE MANDARINA		MPm		
		PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE PAPA		MPp		
CUERPO DE AGUA	NATURAL	AREA DE INUNDACION		ANi	NO APLICABLE	AGUA
		CIENEGA O PANTANO		ANc		
		LAGO/LAGUNA		ANg		
		MAR		ANm		
		POZA		ANp		
		RIO DOBLE		ANr		
	ARTIFICIAL	ALBARRADA/RESERVORIO		AAa		
		CANAL		AAc		
		EMBALSE		AAe		
ZONA ANTROPICA	AREA POBLADA	AREA EN PROCESO DE URBANIZACION		IUb	NO APLICABLE	ANTROPICO
		CENTRO POBLADO		IUp		
		URBANO		IU		
	INFRAESTRUCTURA	CAMARONERA		IMa		ACUI COLA
		GRANJA AVICOLA		IGa		AVICOLA
		GRANJA PORCINA		IGp		PECUARIO
		INVERNADERO		IMv		AGRI COLA
		PISCICOLA		IMw		ACUI COLA
		VIVERO		IMr		AGRI COLA
		COMPLEJO AEROPORTUARIO		ICa		CO ANTROPI
		COMPLEJO ARQUEOLOGICO		ICq		

	COMPLEJO DE RASTRO		ICt		
	COMPLEJO DE SALUD		ICd		
	COMPLEJO EDUCACIONAL		ICe		
	CAMPAMENTO EMPRESARIAL		ICs		
	CAMPAMENTO DE INVESTIGACION		Icv		
	COMPLEJO HIDROELECTRICO		ICH		
	COMPLEJO INDUSTRIAL		ICi		
	COMPLEJO MILITAR		ICm		
	COMPLEJO PENITENCIARIO		ICn		
	COMPLEJO PORTUARIO		ICp		
	COMPLEJO RECREACIONAL		ICr		
	COMPLEJO DE COMUNICACIONES		ICb		
	CANTERA		IMt		
	CASA DE HACIENDA		IMh		
	CEMENTERIO		IMc		
	CENTRO DE ACOPIO		Ime		
	DEPOSITO DE AGUAS RESIDUALES		IMg		
	EMPACADORA		IMz		
	ESTACION DE PEAJE		IMk		
	ESTABLO		IMo		
	HIPODROMO		IMf		
	ESTACION DE BOMBEO		IMs		
	GASOLINERA		IMi		
	LADRILLERA		IMd		
	MINA		IMm		
	PILADORA		IMp		

		PISTA DE ATERRIZAJE		IMj	
		PLANTA DE COMPOSTAJE		IMz	
		PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE		IMu	
		PISCINA DE OXIDACION		IMx	
		SALINERA		IMs	
		SILO		IMl	
		SUB ESTACION ELECTRICA		IMa	
		TENDAL		IMy	
		RELLENO SANITARIO		IMn	
		VERTEDERO DE BASURA		IMb	
		VIVERO		IMr	
		ZONA DE PESAJE		IMq	
<b>OTRAS AREAS</b>	<b>VEGETAL</b> AREA SIN COBERTURA	AFLORAMIENTO ROCOSO		OSa	<b>Tierras Improductivas</b>
		AREA SALINA		OSs	
		AREA EROSIONADA		OSe	
		AREA EN PROCESO DE EROSION		OSr	
		BANCO DE ARENA		OSb	
		FLUJO DE LAVA		OSl	
	PLAYA		OSp		
<b>GLACIAR</b>	NIEVE Y HIELO		OGn		
<b>SIN INFORMACION</b>				SI	<b>NUBES</b>

Fuente: Convenio MAGAP/IEE, 2013

**Anexo B.** Superficies de coberturas no agropecuarias

<b>CATEGORÍA</b>	<b>COBERTURA</b>	<b>SUPERFICIE (ha)</b>	<b>PORCENTAJE (%)</b>
BOSQUE NATIVO	BOSQUE SECO	145,92	0,79
PLANTACIÓN FORESTAL	MISCELÁNEO FORESTAL	77,28	0,42
	PINO	293,08	1,59
	EUCALIPTO	2.159,55	11,68
	GUARANGO	8,92	0,05
VEGETACIÓN ARBUSTIVA	ARBUSTAL HÚMEDO (MATORRAL)	898,35	4,86
	ARBUSTAL SECO (MATORRAL)	3.650,68	19,75
PARAMO	PARAMO ARBUSTIVO	1.416,48	7,66
	PARAMO HERBÁCEO	4.373,85	23,66
VEGETACIÓN HERBÁCEA	HERBAZAL HÚMEDO	101,08	0,55
	HERBAZAL SECO	4.006,14	21,67
CUERPO DE AGUA NATURAL	LAGO/LAGUNA	135,19	0,73
	RIO DOBLE	46,74	0,25
CUERPO DE AGUA ARTIFICIAL	ALBARRADA/RESERVORIO	5,09	0,03
	EMBALSE	2,25	0,01
ÁREA POBLADA	ÁREA EN PROCESO DE URBANIZACIÓN	78,94	0,43
	CENTRO POBLADO	97,90	0,53
	URBANO	379,38	2,05
INFRAESTRUCTURA	CAMPAMENTO DE INVESTIGACIÓN	6,62	0,04
	CAMPAMENTO EMPRESARIAL	1,66	0,01
	CANTERA	17,22	0,09
	CASA DE HACIENDA	38,47	0,21
	CEMENTERIO	3,40	0,02
	COMPLEJO ARQUEOLÓGICO	87,29	0,47
	COMPLEJO EDUCACIONAL	12,54	0,07
	COMPLEJO HIDROELÉCTRICO	2,36	0,01
	COMPLEJO INDUSTRIAL	21,19	0,11
	COMPLEJO RECREACIONAL	53,17	0,29
	ESTABLO	1,38	0,01
	GRANJA AVÍCOLA	134,37	0,73
	INVERNADERO	85,62	0,46



	PISCÍCOLA	2,82	0,02
	PISTA DE ATERRIZAJE	2,02	0,01
ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL	ÁREA EN PROCESO DE EROSIÓN	137,47	0,74
<b>TOTAL SUPERFICIE NO AGROPECUARIA</b>		<b>18.484,41</b>	<b>100,00</b>

Los conceptos detallados fueron extraídos del catalogo nacional de objetos geográficos (SENPLADES, 2013):

**Bosque nativo.-** Comunidad vegetal que se caracteriza por la dominancia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.

**Plantación forestal.-**Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales.

**Vegetación arbustiva.-**Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.

**Vegetación herbácea.-**Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.

**Paramo.-**Vegetación que se ubica sobre el limite superior del bosque, en los pisos montano alto superior y subnival, que se caracteriza por vegetación predominantemente herbácea y arbustiva.

---

**Área sin cobertura vegetal.**-Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo pueden tener otros usos.

**Anexo C.** Matriz de superficies agropecuarias afectadas por el fenómeno de las heladas

COBERTURA DE CULTIVOS	VULNERABILIDAD (ha)				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
AGUACATE	3,37	54,46	7,36		
ALFALFA	20,98	53,17	31,87		
ALSTROMELIA			0,82		
ARVEJA		0,16	5,04	1,18	
ASTER	34,27				
AVENA FORRAJERA	74,26	49,85	165,68	37,85	
BRUMANCIA	42,26				
CARTUCHO			0,94		
CEBADA	6,04	96,15	121,71	520,14	
CHOCHO			0,85	1,01	
FLORES DE VERANO	76,36				
FREJOL	5,40	31,85			
FRUTILLA	62,46	0,67	5,52		
GYPSOPHILA	18,85				
HABA		2,25	15,08		
LIMÓN MAYER		0,07	6,01	3,41	
MAÍZ	0,13	81,43	316,80	3.522,38	14,43
MAÍZ-ARVEJA			1,84	19,03	
MANZANA			0,80		
MISCELÁNEO DE CEREALES	0,03	2,37	86,39	327,48	
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO		36,72	437,73		
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-CEBADA-PASTO)				460,22	
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-PAPA-HABA)				167,43	
MISCELÁNEO DE FRUTALES	21,65	113,12	8,41	1.175,81	
MISCELÁNEO DE HORTALIZAS		1,52	0,76		
PAPA	12,26	2,15	0,14	105,71	6,73
PASTO CULTIVADO	549,05	499,82	2.735,42	757,87	
PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES		0,40	3,58	15,04	0,06
PROTEA	34,18				
QUINUA	77,42		4,70		
ROSAS	1.692,46	49,93			

TOMATE DE ÁRBOL		3,47			
TOMATE RIÑÓN			10,76		
TRIGO	63,76	22,68	0,32	37,63	4,47
<b>TOTAL</b>	<b>2.795,19</b>	<b>1.102,25</b>	<b>3.968,53</b>	<b>7.152,20</b>	<b>25,70</b>

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	VULNERABILIDAD (ha)				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
EMPRESARIAL	2.605,52	108,47			
COMBINADO	7,07	433,02	43,33		
MERCANTIL	173,66	511,91	3.095,23	4.111,87	
MARGINAL	8,93	48,85	829,97	3.040,33	25,70
<b>TOTAL</b>	<b>2.795,19</b>	<b>1.102,25</b>	<b>3.968,53</b>	<b>7.152,20</b>	<b>25,70</b>

**Anexo D.** Matriz de superficies agropecuarias afectadas por el fenómeno de la sequía

COBERTURA DE CULTIVOS	VULNERABILIDAD (ha)				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
AGUACATE			16,31	48,88	
ALFALFA	20,41	49,58	36,02		
ALSTROMELIA	0,82				
ARVEJA	2,12	4,27			
ASTER	34,60				
AVENA FORRAJERA	120,09	52,16	124,78	30,61	
BRUMANCIA	42,26				
CARTUCHO	0,94				
CEBADA	136,90	114,49	76,55	416,11	
CHOCHO	0,85		1,01		
FLORES DE VERANO	77,37				
FREJOL				37,26	
FRUTILLA	68,08	1,27			
GYPSOPHILA		18,85			
HABA	8,49	7,99	0,84		
LIMÓN MAYER				9,49	
MAÍZ	69,94	443,94	1.791,36	1.640,04	
MAÍZ-ARVEJA				20,86	
MANZANA		0,80			
MISCELÁNEO DE CEREALES	2,08	172,35	154,95	86,93	
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO	14,23	351,72	304,81	979,71	
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-CEBADA-PASTO)		20,94	439,28		
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-PAPA-HABA)		150,12	17,32		
MISCELÁNEO DE FRUTALES			6,90	136,28	
MISCELÁNEO DE HORTALIZAS			0,06	2,23	
PAPA	12,26	100,10	22,33	2,47	
PASTO CULTIVADO	513,41	1.645,78	1.739,05	634,67	17,01
PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES		19,09			
PROTEA	34,18				
QUINUA	77,42	2,67		2,02	
ROSAS	1.764,86				

TOMATE DE ÁRBOL				3,47	
TOMATE RIÑÓN				10,76	
TRIGO	89,82	29,29	3,06	6,68	
<b>TOTAL</b>	<b>3.091,15</b>	<b>3.185,40</b>	<b>4.734,63</b>	<b>4.068,47</b>	<b>17,01</b>

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	VULNERABILIDAD (ha)				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
EMPRESARIAL	2.720,65	18,85			
COMBINADO	128,54	355,91			
MERCANTIL	241,96	1.627,09	3.647,78	2.400,22	
MARGINAL		1.183,55	1.086,86	1.668,25	17,01
<b>TOTAL</b>	<b>3.091,15</b>	<b>3.185,40</b>	<b>4.734,63</b>	<b>4.068,47</b>	<b>17,01</b>

**Anexo E.** Matriz de superficies agropecuarias afectadas por el fenómeno del exceso de humedad

COBERTURA DE CULTIVOS	VULNERABILIDAD (ha)				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
AGUACATE			65,19		
ALFALFA		63,56			42,46
ALSTROMELIA		0,82			
ARVEJA					6,39
ASTER	34,60				
AVENA FORRAJERA	10,19	5,42	8,72	22,01	281,30
BRUMANCIA	42,26				
CARTUCHO			0,94		
CEBADA	28,62	28,55	32,71	221,14	433,03
CHOCHO		1,01		0,85	
FLORES DE VERANO	77,37				
FREJOL	37,26				
FRUTILLA	63,83			5,52	
GYPSOPHILA	18,85				
HABA				1,54	15,78
LIMÓN MAYER	9,49				
MAÍZ	3.712,11	233,17			
MAÍZ-ARVEJA	20,86				
MANZANA	0,80				
MISCELÁNEO DE CEREALES	7,62	46,37	21,36	1,12	339,84
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO	1.264,48	385,99			
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-CEBADA-PASTO)					460,22
MISCELÁNEO DE CICLO CORTO (MAÍZ-PAPA-HABA)					167,43
MISCELÁNEO DE FRUTALES	143,18				
MISCELÁNEO DE HORTALIZAS	1,52			0,76	
PAPA	2,47	21,33	2,09	5,00	106,26
PASTO CULTIVADO	4.549,92				
PASTO CULTIVADO CON PRESENCIA DE ARBOLES	19,09				
PROTEA	34,18				
QUINUA	75,53	6,59			

ROSAS	1.764,86				
TOMATE DE ÁRBOL	3,47				
TOMATE RIÑÓN	10,76				
TRIGO		1,90	57,35	69,60	
<b>TOTAL</b>	<b>11.933,32</b>	<b>794,71</b>	<b>188,38</b>	<b>327,55</b>	<b>1.852,72</b>

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	VULNERABILIDAD (ha)				
	MUY BAJA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA
EMPRESARIAL	2.561,60	3,91	8,01	59,20	106,78
COMBINADO	295,68	0,31	19,05	30,60	138,81
MERCANTIL	7.080,35	257,80	116,99	56,51	405,41
MARGINAL	1.995,69	532,69	44,33	181,24	1.201,72
<b>TOTAL</b>	<b>11.933,32</b>	<b>794,71</b>	<b>188,38</b>	<b>327,55</b>	<b>1.852,72</b>



## ACRÓNIMOS

SIGLA	SIGNIFICADO
BCE	Banco Central del Ecuador
CAF	Corporación Andina de Fomento
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CAMAREN	Capacitación para el Manejo de los Recursos Naturales Renovables
CAPRADE	Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres
CELIR	Comisión Especial de Límites Internos de la República
CENAPRED	Centro Nacional para la Prevención de Desastres de México
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CGSIN	Coordinación General del Sistema de Información Nacional
CLIRSEN	Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos
CONAGE	Consejo Nacional de Geoinformática
CONEFA	Comisión Nacional de Erradicación de la Fiebre Aftosa
COOTAD	Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización
DESINVENTAR	Disaster Information Management System
DIGDM	Dirección de Investigación y Generación de Datos Multisectoriales
ECHO	Humanitarian Aid and Civil Protection department of the European Commission
EIRD	Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GADs	Gobiernos Autónomos Descentralizados

GPS	Global Positioning System
GRS	Geodetic Reference System
IEE	Instituto Espacial Ecuatoriano
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
IGM	Instituto Geográfico Militar
IMPLAN	Instituto Municipal de Planeación de México
INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil de Perú
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INIAP	Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias
ITRF	International Terrestrial Reference Frame
IPCC	Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
LA RED	La Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina
MAE	Ministerio del Ambiente del Ecuador
MAGAP	Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuicultura y Pesca
MDT	Modelo Digital del Terreno
OMM	Organización Meteorológica Mundial
ORSTOM	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRAT	Programa de Regularización y Administración de Tierras Rurales
PREDECAN	Proyecto de Prevención de Desastres en la Comunidad Andina
PRONAREG	Programa Nacional de Regionalización Agraria

SENPLADES	Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIGAGRO	Sistema de Información Geográfico Agropecuario.
SIGTIERRAS	Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica
SIRGAS	Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas
SNDGR	Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos
SNGR	Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos
STGR	Secretaria Técnica de Gestión de Riesgos
UNDRO	United Nations Disaster Relief Organization
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, Ciencia y Cultura
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
UPA	Unidad de Producción Agropecuaria
UTM	Universal Transversal de Mercator
WGS	World Geodetic System