



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Instituto Geofísico del Perú

MANEJO DE RIESGOS DE DESASTRES ANTE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN EL VALLE DEL MANTARO

PGI TOMO II

IDRC * CRDI

MANEJO DE RIESGOS DE DESASTRES ANTE EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS EN EL VALLE DEL MANTARO



978 612 45735 5 4



Y con el financiamiento del International Development Research Centre



Tomo I

Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro

Resultados del proyecto “Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) como medida de adaptación ante el cambio climático en el valle del Mantaro—MAREMEX”



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Instituto
Geofísico del Perú



Y con el financiamiento del
International Development
Research Centre



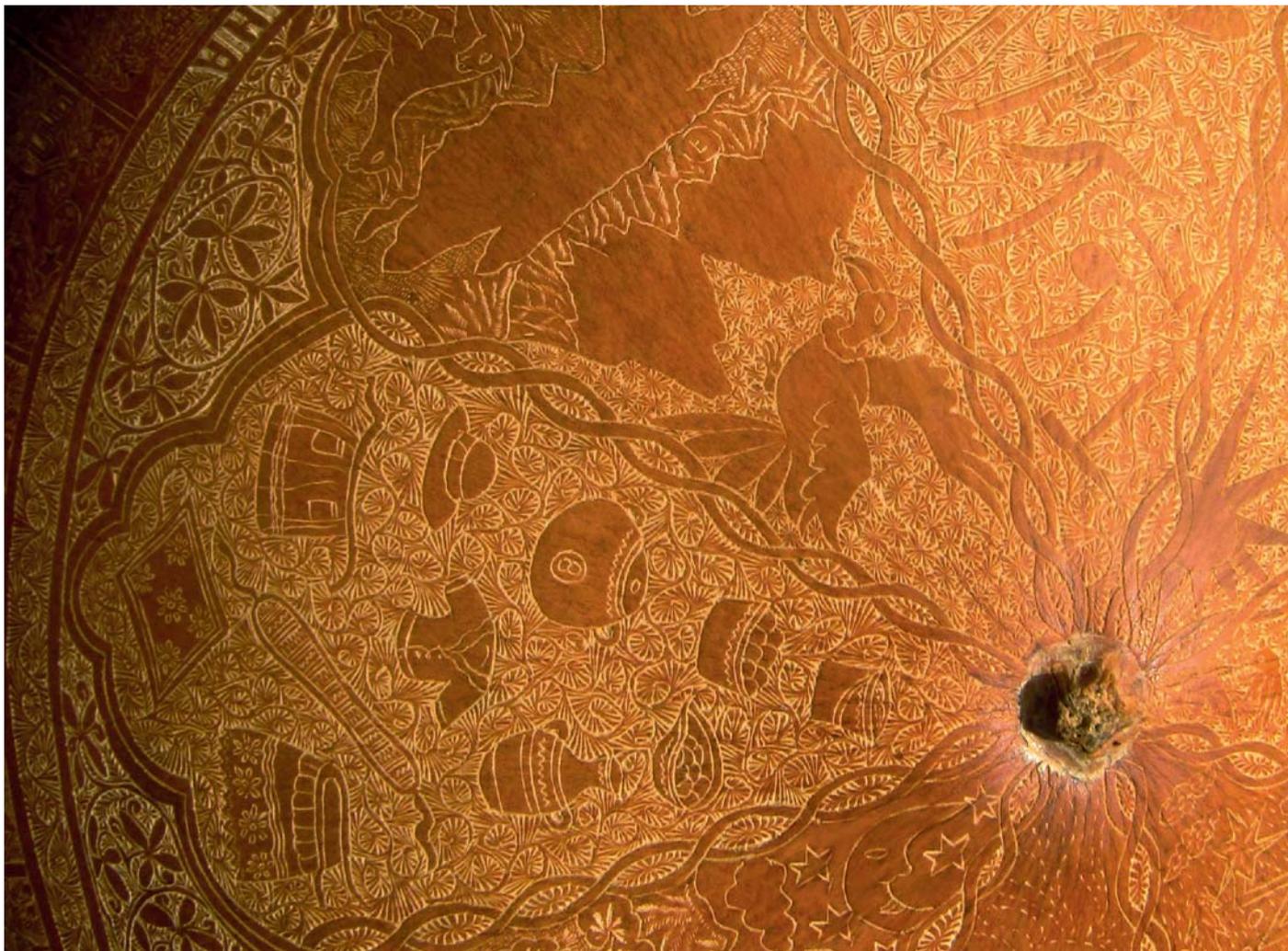


Foto de la carátula: Mate burilado de Irma Poma, Cochas Chico, Huancayo. Crédito: Luis Miguel Ocampo.

Para descargar éste y otros documentos relacionados:
<http://www.met.igp.gob.pe/proyectos/maremex>

Título: “Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro.”

Autor: Instituto Geofísico del Perú

Editor: Alejandra G. Martínez

ISBN: 978 612 45795 5 4

Hecho el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú: Nro. 2012-04452

Para más información y detalles, por favor contáctenos:
Instituto Geofísico del Perú
Calle Badajoz 169, Urb. Mayorazgo IV Etapa, Ate, Lima, Perú
Central Telefónica: (511) 317 2300
<http://www.igp.gob.pe>

Primera edición: abril 2012

Tiraje de la edición impresa: 200 ejemplares

Diseñado por: Juan Carlos Pereyra y Dante Guerra.

Impreso por: Lettera Gráfica SAC
Jr. Emilio Althaus 460 Lince
Teléfono 471 0700

Agradecimientos

La ejecución del proyecto “Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) como medida de adaptación ante el cambio climático en el valle del Mantaro MAREMEX” fue posible gracias al apoyo de numerosas instituciones y personas que nos acompañaron en sus diferentes fases de desarrollo.

Ante todo, queremos agradecer a las instituciones que, formal ó informalmente, se convirtieron en miembros de una alianza estratégica que permitió al IGP enriquecer y viabilizar las investigaciones y actividades desarrolladas, Estas instituciones son: Gobierno Regional de Junín, Municipalidad Provincial de Concepción, Instituto Nacional de Defensa Civil, Grupo Yanapai, REDES, CARE, y la Technische Universitat Dresden. Asimismo, al Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), que nos brindó los datos meteorológicos utilizados en las investigaciones.

Agradecemos la apertura y generosidad de los pobladores del valle del Mantaro, y en especial a las comunidades campesinas de las subcuencas de los ríos Achamayo, Cunas y Shullcas que nos brindaron su tiempo, apoyo y conocimientos: Comunidad Campesina de Quilcas, Comunidad Campesina de San Juan de Jarpa y a la Comunidad Campesina de Acopalca.

A los asesores de tesis de los estudiantes del proyecto: Dra. Alicia Huamantínco Araujo, Facultad de Geografía de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Dr. César Arguedas Madrid, Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo de la Universidad Nacional Federico Villareal; Dr. Pablo Enríquez, Facultad de Física de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; Dra. Nieves Sandoval, Facultad de Medicina Veterinaria de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Asimismo, a las siguientes personas e instituciones: Ing. Santos de los Reyes Maza Ysilipú, Director General de Información Agraria del Ministerio de Agricultura; Ing. Aldo Antonio Capcha Párraga, Director de la Agencia Agraria de Chupaca– Huancayo; Ing. Francisco Flores Arzapalo, Director de la Dirección de Información Agraria – Junín; Téc. Moisés Flores Capcha, Técnico de Campo de la Agencia Agraria de Chupaca; Dr. Próspero Najarro Torre y al Dr. Marco Bartolo Marchena de la Dirección Regional de Salud de Junín; Dr. César Augusto Reyes Luján de la Gerencia Regional de Salud del Gobierno Regional Junín; Ing. Ulises Panez, Gerente de Recursos Naturales y Medio Ambiente del Gobierno Regional Junín; Dr. Fidel Villena Lara, especialista en Gestión en Salud y Gestión del Riesgo de Desastres, Oficina General de Defensa Nacional (OGDN) del Ministerio de Salud (MINSA), al Dr. Aldo Montecinos de la Universidad de Concepción (Chile), y a los responsables de los centros y postas de salud de los distritos de: Matahuasi, Quichuay, Quilcas, Nueve de Julio e Ingenio.

Finalmente, al International Development Research Centre IDRC, por su apoyo financiero para la realización de este proyecto.

Índice

Acrónimos	07
Relación de elementos gráficos	08
Prefacio	18
El proyecto MAREMEX	20
Terminología	25
Capítulo 1 Caracterización socioeconómica del valle del Mantaro	29
Introducción Capítulo 1	
Características socioeconómicas del valle del Mantaro Alejandra Martínez, Enma Núñez y Ricardo Zubieta	31
Bibliografía Capítulo 1	38
Capítulo 2 Percepción de la población y conocimiento local	40
Introducción Capítulo 2	
Percepciones de la población rural y urbana en el valle del Mantaro Enma Núñez, Lidia Enciso, Luis Céspedes y Alejandra Martínez	42
Determinación de umbrales de lluvias intensas y su presencia en los medios de comunicación Marco Moreno	46
Conocimiento local sobre tiempo y clima en el valle del Mantaro Alejandra Martínez, Enma Núñez, Violeta Beraún, Luis Céspedes y Lidia Enciso	54
¿Sirve el conocimiento tradicional desde un punto de vista físico?: Estudio de caso sobre el pronóstico de heladas en el valle del Mantaro Miguel Saavedra	61
Bibliografía Capítulo 2	64
Capítulo 3 Vulnerabilidad física	65
Introducción Capítulo 3	
Estudio geológico de aluviones en la subcuenca del río Shullcas Luis Miguel Ocampo, Juan Carlos Gómez y Alejandro Lagos	68
Determinación de la potencialidad de generar movimientos en masa Franklin Blanco	73
Vulnerabilidad física de los principales centros poblados piloto del proyecto Luis Céspedes	79
Determinación de umbrales de precipitación que generan deslizamientos y flujos de escombros Marco Moreno	90

Evaluación de las zonas de peligro frente a inundaciones por máximas avenidas en el valle del río Mantaro Ricardo Zubieta, Julio Quijano, Karen Latínez y Percy Guillermo	.....95
Bibliografía Capítulo 3	.....100
Capítulo 4 Vulnerabilidad socioeconómica	.....102
Introducción Capítulo 4	
Sector Forestal	.....104
Antecedentes generales sobre el sector forestal y su importancia frente al cambio climático Fernando Jakitsch Medina y Claudia Zuleta del Solar	.....105
Estudio de caso: Análisis de sistemas agroforestales desde la perspectiva de los pobladores locales en la subcuenca del Achamayo Claudia Zuleta del Solar	.....109
Monitoreo de los cambios en los usos y cobertura del suelo utilizando teledetección y SIG en las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas Fernando Jakitsch Medina	.....115
Bibliografía Capítulo 4: Sector Forestal	.....122
Sector Agricultura	.....125
Antecedentes generales del sector agricultura y los impactos de eventos meteorológicos extremos Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte	.....126
Impactos de las heladas en la agricultura del valle del Mantaro Lucy Giráldez y Grace Trasmonte	.....131
Impactos de los veranillos en la agricultura del valle de Mantaro Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte	.....137
Impactos de las lluvias intensas en la agricultura del valle del Mantaro Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte	.....143
Bibliografía - Capítulo 4 Sector Agricultura	.....150
Sector Acuícola	.....152
Impacto del clima en los sistemas productivos acuícolas Jahir Anicama, Yamina Silva y Nieves Sandoval	.....153
Estudio de caso: Frecuencia de lesiones histopatológicas en truchas arcoíris sugerentes a una infección de <i>Yersinia ruckeri</i> Jahir Anicama, Yamina Silva y Nieves Sandoval	.....158
Bibliografía Capítulo 4: Sector Acuícola	.....165
Sector Ganadería	.....166
Antecedentes generales de la ganadería en el valle del Mantaro Enma Núñez, Raúl Yaranga y Ricardo Zubieta	.....167

Impacto de los eventos meteorológicos extremos en el sector ganadero del valle del Mantaro Enma Núñez	.....174
Bibliografía Capítulo 4: Sector Ganadería	.....179
Sector Salud	.....181
Aspectos generales de los impactos de los eventos meteorológicos extremos en el sector salud de Perú Fidel Villena	.....182
Bajas temperaturas y su impacto en la salud infantil en la subcuenca del río Achamayo Lidia Enciso, Grace Trasmonte y Fidel Villena	.....189
Bibliografía Capítulo 4: Sector Salud	.....195

Acrónimos

ANA	Autoridad Nacional del Agua
ANP	Áreas Naturales Protegidas
ATFFS	Administración Técnica de Forestal y Fauna Silvestre
ARARIWA	Asociación Arariwa para la Promoción Técnico Cultural Andina
CAF	Corporación Andina de Fomento
CAN	Comunidad Andina de Naciones
CC	Cambio Climático
CCTA	Coordinadora de Ciencia y Tecnología en los Andes
CEPLAN	Centro Nacional de Planeamiento Estratégico
CESA	Centro de Servicios Agropecuarios
CIP	Centro Internacional de la Papa
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente
CONCYTEC	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
COSUDE	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
DIGESA	Dirección General de Salud
DIRESA JUNIN	Dirección Regional de Salud- Junín
EME	Evento Meteorológico Extremo
EE.SS	Establecimientos de Salud
EIRD	Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres
ELI	Evaluación Local Integrada
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FEN	Fenómeno El Niño
GIZ	Cooperación Técnica Alemana
GORE JUNIN	Gobierno Regional de Junín
IGP	Instituto Geofísico del Perú
IIAP	Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
INCAGRO	Innovación y Competitividad para el Agro Peruano
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agraria
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change

Relación de elementos gráficos

Capítulo 1 Caracterización socioeconómica del valle del Mantaro

Tabla 1.1	Eventos meteorológicos extremos identificados en el valle del Mantaro, y sus impactos negativos.
Tabla 1.2	Superficie total, población, densidad y altitud de la capital según departamento y provincia, 2010. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) – Dirección Nacional de Censos y Encuestas (DNCE).
Foto 1.1	Vista del glaciar Huatapallana. Crédito A. Martínez.
Foto 1.2	Vista del valle del Mantaro. Crédito A. Martínez.
Figura 1.1	Junín: Pirámide poblacional por sexo y edad. Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.
Figura 1.2	Evolución de la población total, urbana y rural en números absolutos 1940-2007. Fuente: INEI – Censos Nacionales de población y vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales.
Figura 1.3	Evolución de la población urbana y rural en porcentajes. Fuente: INEI – Censos Nacionales de Población y Vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales .
Foto 1.3	Vista de la ciudad de Huancayo.
Tabla 1.3	Perú y Junín: Población estimada y proyectada, y tasa de crecimiento medio anual 1995-2025. Fuente INEI, 2007.
Figura 1.4	Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según material predominante en las paredes exteriores, 2007.
Figura 1.5	Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según material predominante en los pisos, 2007. Fuente INEI, 2007
Figura 1.6	Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de abastecimiento de agua, 2007. Fuente INEI, 2007.
Figura 1.7	Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de servicio higiénico, 2007. Fuente INEI, 2007.
Figura 1.8	Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de energía o combustible que más utilizan para cocinar, 2007. Fuente INEI, 2007.
Figura 1.9	Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de servicio de información y comunicación que tienen, 2007. Fuente INEI, 2007.
Figura 1.10	Junín: Aporte al PBI por principales actividades económicas, 2008. Fuente INEI, Dirección Nacional de Cuentas Ambientales, 2009.
Figura 1.11	Junín: Población censada de 15 años y más de edad, según área de residencia y nivel de educación alcanzado (INEI, 2008).
Tabla 1.4	Tasa de desnutrición crónica de niños menores de 5 años. Fuente INEI, ENDES Continua 2005 y 2009, ENDES de Línea de Base 2007-2008.
Tabla 1.5	Provincias de Huancayo, Concepción y Chupaca y sus distritos. Fuente INEI, Dirección Nacional de Censos y Encuestas, 2011.
Figura 1.12	Población de las provincias de Huancayo, Concepción y Chupaca. Fuente: INEI, Censos Nacionales 2007: XV de población y VI de Vivienda.
Figura 1.13	Provincias de Huancayo, Concepción y Chupaca: Hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes por servicios de información y comunicación que posee el hogar en porcentajes, 2009. Fuente INEI, Censos Nacionales 2007: XV de Población y VI de Vivienda.

Capítulo 2 Percepciones de la población y conocimiento local

Foto2.1	Realización de entrevistas a familias ganaderas sobre el impacto de los eventos meteorológicos extremos en la subcuenca del río Shullcas. Crédito E. Núñez.
Tabla 2.1	Información base de las encuestas sobre percepciones en el ámbito rural y urbano del valle del Mantaro.
Figura 2.1	Grado de instrucción de la población encuestada por subcuenca y ámbito rural ó urbano.
Tabla 2.2	Principales actividades económicas de los núcleos familiares según ámbito rural y urbano, y por subcuenca. Fuente: Encuestas participativas y encuestas - Proyecto MAREMEX.
Tabla 2.3	Eventos meteorológicos extremos identificados por ámbito rural y urbano, y por subcuenca. Fuente: Entrevistas participativas y encuestas. - Proyecto MAREMEX.
Figura 2.2	Ejemplos de noticias periodísticas sobre la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos en la zona de estudio. Crédito Diario Correo.
Tabla 2.4	Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.
Mapa 2.1	Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas.
Tabla 2.5	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Huayao.
Tabla 2.6	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación San Juan de Jarpa.
Tabla 2.7	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Laive.
Tabla 2.8	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Ingenio.
Tabla 2.9	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Santa Ana.
Tabla 2.10	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Shullcas.
Tabla 2.11	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Viques.
Figura 2.3	Comparación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Viques.
Tabla 2.12	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación San Lorenzo.
Tabla 2.13	Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Jauja.
Tabla 2.14	Estación meteorológica, umbral sugerido y ámbito de influencia.
Tabla 2.15	Técnicas tradicionales revaloradas por INIA
Foto 2.2	Taller participativo en Quilcas (subcuenca del Achamayo). Crédito V. Beraún.
Foto 2.3	Taller participativo en San Juan de Jarpa (subcuenca del río Cunas). Crédito V. Beraún.
Foto 2.4	Taller participativo en Acopalca (subcuenca del río Shullcas). Crédito V. Beraún.
Figura 2.4	Clasificación del conocimiento local sobre tiempo y clima en el valle del Mantaro.

Figura 2.5	Pronóstico del clima según el conocimiento local en el valle del Mantaro.
Foto 2.5	Arbusto llamado “ramilla” en la subcuenca del río Cunas. Crédito: E. Nuñez.
Fotos 2.6 y 2.7	Cactácea “hualujo”, vista tomada en la zona alta de la subcuenca del río Achamayo. Créditos E. Nuñez.
Foto 2.8	“Misillo”, vista tomada en la subcuenca del río Cunas. Crédito: V. Beraun.
Foto 2.9	Alga “cushuro” o “lacha”, vista tomada en la subcuenca del río Cunas. Crédito V. Beraun.
Foto 2.10	Árboles de eucalipto, vista tomada en el Distrito de Nueve de Julio, subcuenca del río Achamayo. Crédito E. Nuñez.
Foto 2.11	El arco iris es un indicador común para cada una de las subcuencas en estudio. Vista de la zona de Siusa en la subcuenca del río Achamayo. Crédito E. Nuñez.
Tabla 2.16	Indicadores identificados para pronosticar la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos en el valle del río Mantaro.
Tabla 2.17	Medidas identificadas para evitar / aminorar los efectos de los eventos meteorológicos extremos en el valle del río Mantaro.
Tabla 2.18	Festividades asociadas a la ocurrencia de heladas en el valle del Mantaro
Figura 2.6	En violeta, el número total de eventos de temperaturas mínimas. (Izquierda) en verde, eventos de temperatura mínima previa observación de cielo despejado a las 19 horas del día anterior. (Derecha) en marrón, eventos de temperatura mínima previa observación de cielo con nubes a las 19 horas del día anterior. Los datos corresponden a los años /meses de mayo a agosto del año 2003 al 2008.
Figura 2.7	Radiación atmosférica en azul y temperatura de la superficie del suelo en rojo. Los datos fueron recopilados en una campaña observacional realizada durante el mes de julio de 2010, durante los días 15, 16, 17 y 18.

Capítulo 3 Vulnerabilidad física en el valle del Mantaro

Foto 3.1	Deslizamiento en Chamisería, Acopalca, subcuenca del río Shullcas. Crédito J. C. Gómez.
Figura 3.1	Esquema de la formación de un aluvión y tipos de flujos asociados a estos eventos.
Mapa 3.1	Mapa de ubicación: Subcuenca del río Shullcas
Foto 3.2	Vista de los tres niveles de terrazas. Crédito L. Ocampo.
Tabla 3.1	Principales facies identificadas en la subcuenca del río Shullcas.
Fotos 3.3 a 3.8	Foto 3.3 Flujo de escombros; Foto 3.4 Flujo hiperconcentrado; Foto 3.5 Flujo normal; Foto 3.6 Depósito coluvial; Foto 3.7 Depósito lacustre; Foto 3.8 Depósito glaciar. Créditos L. Ocampo
Figura 3.2	Secciones estratigráficas de depósitos aluviales en los diferentes sectores seleccionados: A) Cabeceras; B) Acopalca; C) Vertiente empinada y D) Abanico aluvial.
Tabla 3.2	Contabilización de aluviones identificados en los tres niveles de terrazas en los diferentes sectores de la subcuenca del río Shullcas.
Figura 3.3	Cuadro de correlación tentativo entre a) la columna cronoestratigráfica, b) dataciones, c) glaciaciones y d) terrazas y su depósitos.
Figura 3.4	Metodología para determinar la potencialidad de generar movimientos en masa. Elaboración F. Blanco.
Tabla 3.3	Zonas según el nivel de potencialidad.

Fotos 3.9 a 3.13	Posibilidades de generar movimientos en masa Foto 3.9 Muy baja, poblado de Siusa (vista al NE) en la parte alta de la subcuenca de Achamayo; Foto 3.10 Baja, un km. aguas arriba del poblado de Chaquicocha (vista al SE), parte media de la subcuenca del Cunus; Foto 3.11 Moderada, cerca al paraje de Ceboyllayo (vista al NE) en la parte alta de la subcuenca de Achamayo; Foto 3.12 Alta, medio kilómetro aguas arriba del poblado Chamisería (vista al N) en la parte media de la subcuenca del Shullcas; Foto 3.13 Muy alta, frente al paraje Nuñungayoc en la parte media de la subcuenca del Shullcas (vista al N). Créditos F. Blanco.
Mapa 3.2	Mapa de susceptibilidad: Achamayo.
Mapa 3.3	Mapa de susceptibilidad: Shullcas.
Mapa 3.4	Mapa de susceptibilidad: Cunus.
Tabla 3.4	Cuadro de ubicación política de los centros poblados en estudio.
Figura 3.5	Pasos de la metodología para la determinación de la vulnerabilidad física.
Tabla 3.5	Cuadro aplicativo para la evaluación de la vulnerabilidad física.
Fotos 3.14 y 3.15	CC Campesina de Acopalca: Foto 3.14 Se observa que la condición física de las viviendas, están referidas a la localización de un número determinado de viviendas asentadas a escasos metros del cauce del río Shullcas. Foto 3.15 Se aprecia que la población ha reforestado la ladera del cerro con pinos y han elaborado andenes como medidas de mitigación ante la presencia de flujos de lodo en la estación de invierno. Créditos L. Céspedes.
Fotos 3.16 y 3.17	CC Campesina de San Juan de Jarpa: Foto 3.16 Parte del cauce del río Negro, que inundó las viviendas que se ubican en los bordes de su ribera (como las que se aprecian en la imagen), hecho ocurrido en marzo del 2010. Foto 3.17 Infraestructura del colegio I.E. Indoamericano de Jarpa donde una de sus edificaciones tiene grietas en sus paredes, que por el pésimo estado de conservación de la infraestructura, tiene un alto riesgo de colapso. Créditos L. Céspedes.
Fotos 3.18 a 3.20	Distrito de Concepción: Fotos 3.18 y 3.19 Se observa que la base de las edificaciones de las viviendas construidas se verán afectadas por la gran humedad que existe, por la existencia del canal de regadío, que se encuentra a 0,50 - 1,00 metros. Foto 3.20 Vivienda de adobe en pésimas condiciones de conservación, que se encuentra en riesgo de colapso por la antigüedad de su infraestructura. Créditos L. Céspedes.
Fotos 3.21 a 3.22	Distrito de El Tambo: Foto 3.21 Las viviendas que se encuentran asentadas en la primera terraza del río Mantaro son vulnerables a inundaciones ya que no tienen defensas ribereñas. Foto 3.22 Se muestra uno de los muchos casos, donde las viviendas construidas tanto en la parte alta como en la parte baja, en los bordes de las terrazas, tienen problemas de erosión de las paredes del suelo y caída de rocas respectivamente. Créditos L. Céspedes.
Fotos 3.23 a 3.24	CC de Rangra; Foto 3.23 Se observa la parte posterior del local comunal y la parte lateral de una vivienda que se encuentra en una zona de alta pendiente. Foto 3.24 Se aprecia un escarpe de 0.5 a 1.5 metros de altura, el cual evidencia que el lugar es susceptible a deslizamientos; por tanto la C.C. Rangra presenta una alta vulnerabilidad física. Créditos L. Céspedes.
Mapa 3.5	Mapa de suelos de Acopalca. La comunidad está asentada sobre un suelo gravoso bien graduado y también presenta zonas mal graduadas (GP), ambos mezclados con arenas y pocos finos. El suelo de cimentación tiene un nivel de regular a alta capacidad portante.
Mapa 3.6	Mapa de suelos de San Juan de Jarpa. La comunidad está asentada sobre un suelo gravoso bien graduado (GW) y también presenta zonas con gravas mal graduadas (GP), ambos mezclados con arenas y pocos finos, de nivel medio de capacidad portante. Además tiene zonas específicas donde el suelo es predominantemente arcilloso y limoso (CL y ML), que presentan valores bajos de capacidad portante.

Mapa 3.7	Mapa de suelos de Concepción. El distrito se asienta sobre un suelo gravoso predominantemente mal graduado mezclados con arenas, arcillas y limos. También tiene una pequeña área donde el suelo es de arcillas arenosas (CL). El suelo de cimentación tiene un nivel de regular a alta capacidad portante.
Mapa 3.8	Mapa de suelos de El Tambo. El distrito se asienta sobre un suelo gravoso predominantemente —mal graduado— mezclados con arenas, limos y material fino. El suelo de cimentación tiene un nivel de regular a alta capacidad portante.
Mapa 3.9	Mapa de suelos de Rangra. La comunidad está asentada sobre un suelo arenoso con presencia de arcillas y limos (SC Y SM). Además, tiene suelos gravosos mal graduados con mezcla de arcilla y arena (GP). El suelo de cimentación tiene un nivel regular de capacidad portante.
Tabla 3.6	Ubicación política de los centros poblados y los eventos a evaluar.
Figura 3.6	Ubicación del centro poblado de Rangra en la parte central del cuerpo del deslizamiento activo.
Fotos 3.25 a 3.29	Pasos para la obtención de datos de entrada: Foto 3.25 Localización del escarpe; Foto 3.26 Elaboración de la calicata; Foto 3.27 Instalación del piezómetro de hincado; Foto 3.28 Acoplamiento de los alambres del piezómetro con el cable transductor del lector de datos; y Foto 3.29 Toma de datos de la presión de poros mostrados en el lector de datos. Créditos M. Moreno.
Figura 3.7	Distribución de calicatas elaboradas en el centro poblado de Rangra.
Foto 3.30	Mapeo de las partes del deslizamiento. Se puede observar el escarpe de 2 m. aproximadamente (línea negra), el tipo de vegetación en la zona y la fuerte pendiente. Crédito M. Moreno.
Tabla 3.7	Resultados de los ensayos de granulometría y de tipo de suelo de las muestras del suelo obtenidas de las calicatas.
Tabla 3.8	Parámetros que a utilizar en los modelos de análisis de estabilidad de taludes.
Figura 3.8	Análisis de estabilidad del talud de la ladera de una sección topográfica SW-NE, donde se emplaza el centro poblado de Rangra.
Figura 3.9	Factor de seguridad para una sección analizada en la ladera del centro poblado de Rangra simulando la presión de poros crítico de 80 kpa
Foto 3.31	Inundación de cultivos en el valle. Crédito R. Zubieta.
Foto 3.32	Desborde del río Mantaro. Crédito R. Zubieta.
Figura 3.10	Flujograma metodológico empleado en el estudio de las inundaciones en el valle del río Mantaro.
Figura 3.11	Ocurrencia de inundaciones en el valle del Mantaro.
Figura 3.12	Modelo digital de elevación del valle del río Mantaro obtenido por técnicas de aerotriangulación digital.
Tabla 3.9	Caudales máximos estimados—Distribución Log normal (m ³ /s).
Figura 3.13	Simulaciones HECRAS del río Mantaro para tiempos de retorno de 1,10,25,50 y 100 años.

Capítulo 4 Caracterización socioeconómica del valle del Mantaro

Figura 4.1	Distribución de los bosques naturales en el Perú. Fuente ENDF, 2002.Elaboración propia.
Figura 4.2	Superficie reforestada acumulada en los principales departamentos del Perú (2009). Fuente MINAG, 2010.
Foto 4.1	Los árboles de eucalipto en linderos contribuyen a reducir efectos negativos de las heladas. Crédito C. Zuleta.
Foto 4.2	Laderas reforestadas con E. globulus en la subcuenca del río Shullcas. Crédito C. Zuleta.
Figura 4.3	Volumen de producción de madera rolliza por especies en Junín (2009). Fuente MINAG, 2010.
Figura 4.4	Volumen de producción de madera aserrada por especies en Junín (2009). Fuente MINAG, 2010.
Foto 4.3	Los campesinos del valle del Mantaro enfrentarán nuevos retos con el cambio climático. Crédito C. Zuleta.
Foto 4.4	Eucaliptos plantados en terrenos de baja fertilidad no apto para producción agrícola. Crédito C. Zuleta.
Tabla 4.1	Criterios e indicadores para la toma de datos de los factores físicos y naturales.
Foto 4.5	Los árboles son plantados en los bordes de los campos agrícolas. Crédito C. Zuleta.
Foto 4.6	Campo preparado para la siembra de papa con Eucaliptos en los linderos. Crédito C. Zuleta
Foto 4.7	Plantación de un año de Eucalyptus globulus en suelo rocoso y pendiente pronunciada. Crédito C. Zuleta
Tabla 4.2	Contribución de los árboles según especies a los medios de vida de los campesinos. Fuente: Entrevistas a los hogares, 2011
Tabla 4.3	Percepciones de la población sobre las principales especies forestales. Fuente: Entrevistas a hogares, entrevistas a comités de conservación y talleres participativos 2011
Foto 4.8	El quinual es la especie nativa más comúnmente encontrada en sistemas agroforestales. Crédito C. Zuleta.
Foto 4.9	Plantaciones en las zonas altas y agricultura en la parte baja. Crédito F. Medina.
Tabla 4.4	Dinámica de los cambios en el uso y en la cobertura del suelo de 1985 a 2010 (los valores positivos indican aumento y los negativos disminución).
Foto 4.10	Ejemplo de área de pastizal de alta densidad. Crédito F. Medina.
Mapa 4.1	Mapa de cambios en el uso y cobertura del suelo para el período de 1985-2010
Foto 4.11	Área de bofedales en el valle del Mantaro. Crédito F. Medina.
Foto 4.12	Plantaciones de eucalipto en el valle del Mantaro. Crédito F. Medina.
Foto 4.13	Vista de la ciudad de Huancayo. El área urbana también ha presentado cambios significativos. Crédito A. Martínez.
Foto 4.14	Laderas reforestadas en el valle del Mantaro. Crédito C. Zuleta.
Foto 4.15	Vista del valle del Mantaro desde Chupaca (San Juan de Ninanya). Crédito L. Giráldez.
Foto 4.16	Agricultura tradicional sobre laderas en el valle del Mantaro. Crédito L. Giráldez.
Figura 4.5	Serie histórica de superficie agrícola afectada y perdida a causa de eventos adversos a nivel nacional (Campaña agrícola 1996/97—2009/10). Elaboración L. Giráldez.
Foto 4.17	Agricultura en zona sierra, cosecha de papa en Chupaca. Crédito L. Giráldez.
Foto 4.18	Agricultura en zona de selva, La Merced. Crédito Marisol Remax.

Tabla 4.5	Junín, porcentaje de tierra agrícola bajo riego según región natural.
Figura 4.6	Serie histórica de superficie agrícola afectada y pérdida de los principales cultivos transitorios a causa de eventos adversos en el departamento de Junín (1995/96-2010/11, campaña incompleta agosto 2010—mayo 2011). Elaboración por L. Giráldez. Fuente MINAG-SEGMA, DRAJ, OIA.
Figura 4.7	Valorización de las pérdidas económicas a causa de eventos adversos en el departamento de Junín (2005/06—2010/11) Elaboración L. Giráldez. Fuente: DRAJ, OIA.
Foto 4.19	Agricultura de autoconsumo en la zona alta del valle del Mantaro. Crédito L. Giráldez.
Tabla 4.6	Valorización económica de las pérdidas de las campañas agrícolas en el valle del Mantaro.
Foto 4.20	Cultivo de maíz afectado por la helada del 09 de diciembre de 2011. Crédito L. Giráldez
Tabla 4.7	Fechas reportadas con ocurrencia de heladas en el valle del Mantaro. Fuentes: DRAJ, OIA, Diario Correo, Trasmonte (2009).
Foto 4.21	Daño por helada en el cultivo de maíz. Crédito Juan Osorio.
Foto 4.22	Daño por helada en el cultivo de papa. Crédito ANDINA (Agencia Peruana de Noticias).
Figura 4.8	Valorización de las pérdidas a causa de los eventos extremos en el valle del Mantaro (provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo).
Tabla 4.8	Factores de vulnerabilidad ante heladas evaluadas para la provincia de Chupaca.
Tabla 4.9	Valoración del factor de vulnerabilidad de “Porcentaje de superficie agrícola bajo riego” para 9 distritos de la provincia de Chupaca.
Tabla 4.10	Vulnerabilidad ante heladas por cultivos y distritos.
Mapa 4.2	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de papa ante heladas (Provincia de Chupaca)
Mapa 4.3	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de maíz ante heladas (Provincia de Chupaca)
Mapa 4.4	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de zanahoria ante heladas (Provincia de Chupaca)
Foto 4.23	Cultivo de papa en el valle con síntomas de marchitez foliar causado por veranillo, campaña agrícola 2007/08. Crédito L. Giráldez
Figura 4.9	Superficie agrícola afectada o perdida a causa de los eventos extremos en el valle del Mantaro (provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo), se destacan los veranillos.
Figura 4.10	Superficie sembrada y cosechada de papa promedio para la provincia de Chupaca, durante las campañas agrícolas del 1999/00 – 2009/10. Fuente de datos: DRAJ, OIA.
Figura 4.11	Producción total afectada por los veranillos en las provincias de estudio en el valle del Mantaro (2005/06—2010/11). Fuente: DRAJ, OIA.
Figura 4.12	Producción de maíz afectada por los veranillos en las provincias de Huancayo y Chupaca (2005/06—2010/11). Fuente: DRAJ, OIA.
Tabla 4.11	Factores de vulnerabilidad de los cultivos a los veranillos.
Tabla 4.12	Puntaje, porcentaje y calificación de vulnerabilidad estimados ante veranillos en Chupaca.
Mapa 4.5	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de papa ante veranillos (Provincia de Chupaca)
Mapa 4.6	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de maíz ante veranillos (Provincia de Chupaca)

Mapa 4.7	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de zanahoria ante veranillos (Provincia de Chupaca)
Foto 4.24	Cosecha de zanahoria en un campo inundado. Campaña agrícola 2010/11. Crédito L. Giráldez.
Figura 4.13	Efectos de las lluvias intensas en el valle del Mantaro. Fuente de datos: OIA - DRAJ.
Figura 4.14	Campañas agrícolas afectadas por diversos eventos meteorológicos en el valle. Fuente de datos: OIA, DRA - Junín.
Figura 4.15	Superficie perdida y afectada por lluvias intensas, por tipo de cultivo. Fuente: OIA, DRA - Junín
Figura 4.16	Producción perdida y afectada por lluvias intensas, por tipo de cultivo. Fuente: OIA - DRAJ.
Figura 4.17	Total de superficie afectada por las lluvias intensas en los principales cultivos del valle. Fuente: OIA – DRAJ.
Fotos 4.25 - 4.27	Síntomas de enfermedades fungosas en el cultivo de papa. Foto 4.25 Síntomas de racha en el follaje de papa. Foto 4.26 Pudrición de tubérculos de papa. Foto 4.27 Síntomas de pudrición en tallos de papa. Créditos L. Giráldez.
Foto 4.28	Tubérculos de papa de mala calidad, con manchas ocasionadas por <i>Rhizoctonia solani</i> . Crédito L. Giráldez.
Tabla 4.13	Factores de vulnerabilidad de los cultivos a las lluvias intensas.
Tabla 4.14	Puntaje, porcentaje y calificación de vulnerabilidad estimados ante lluvias intensas en Chupaca.
Mapa 4.8	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de papa ante lluvias intensas (Provincia de Chupaca)
Mapa 4.9	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de maíz ante lluvias intensas (Provincia de Chupaca)
Mapa 4.10	Mapa de vulnerabilidad del cultivo de zanahoria ante lluvias intensas (Provincia de Chupaca)
Tabla 4.15	Temperaturas tolerantes para diferentes especies cultivables acuícolas (Modificado de De Silva, 2009).
Foto 4.29	Vista de una piscigranja de truchas en el valle del Mantaro. Crédito J. Anicama.
Tabla 4.16	Impactos potenciales del cambio climático en los sistemas acuícolas.
Figura 4.18	Posibles impactos del cambio climático sobre la Acuicultura.
Tabla 4.17	Efectos generales de aumento de la temperatura en los ciclos de vida del parásito, sus anfitriones y los procesos de transmisión (Modificado de Marcoglioses DJ., 2008).
Figura 4.19	Diagrama de la patogénesis de <i>Yersinia ruckeri</i> . Elaboración J. Anicama.
Tabla 4.18	Frecuencia de truchas <i>arcoriris</i> que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido branquial.
Foto 4.30	Lesiones adaptativas en branquias: Hiperplasia, fusión lamelar. 40 X. Crédito J. Anicama.
Tabla 4.19	Frecuencia de truchas <i>arcoriris</i> que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido branquial.
Foto 4.31	Branquias. Linfocitos, necrosis con acortamiento de lamelas (compárese el tamaño de lamelas).
Tabla 4.20	Frecuencia de truchas <i>arcoriris</i> que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido renal.

Foto 4.32	Riñón: Lesión adaptativa: Degeneración hidrópica, regeneración tubular. 40X. Crédito J. Anicama.
Foto 4.33	Riñón. Incremento de células melanomacrófagas. 40 X. Crédito J. Anicama.
Tabla 4.21	Frecuencia de truchas arcóris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido renal
Foto 4.34	Intestino. Hiperplasia en mucosa. 40 X. Crédito J. Anicama.
Tabla 4.22	Presencia de truchas arcóris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido intestinal.
Tabla 4.23	Frecuencia de truchas arcóris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido esplénico.
Figura 4.20	Tipo de ganadería en el Perú. Tomado del Plan Ganadero Nacional 2006-2015 del Ministerio de Agricultura
Foto 4.35	Praderas naturales subcuenca de Shullcas. Crédito E. Núñez.
Tabla 4.24	Regiones naturales en las que se desarrolla la ganadería en la sierra central.
Foto 4.36	Rebaño familiar mixto en el Anexo de Siusa, Subcuenca de Achamayo. Crédito R. Yaranga
Tabla 4.25	Sociedades Agrícolas de Interés Social SAIS en la región Junín, creadas durante la Reforma Agraria. Fuente: Ministerio de Agricultura, Dirección de Asentamiento Rural Setiembre 1974. En Caycho H. 1977.
Foto 4.37	Vaquilla Brown Swiss, dentro de un cerco eléctrico. Chaquicocha, San José de Quero, subcuenca del Cunas. Crédito E. Núñez.
Foto 4.38	La llama, especie doméstica de interacción entre la agricultura y ganadería, en Turno Isla- Quilcas, subcuenca de Achamayo. Crédito Enma Nuñez.
Foto 4.49	Rebaño familiar de ovinos mejorados. Paraje Isla en la subcuenca del río Achamayo. Crédito Enma Nuñez.
Foto 4.40	San José de Quero, distrito ganadero de la subcuenca del río Cunas. Crédito E. Nuñez.
Figura 4.21	Relación de comunidades campesinas reconocidas y tituladas en el valle del Mantaro.
Foto 4.41	La mujer es quién toma las decisiones para el destino de la lana en la crianza familiar. Chicche, Subcuenca del Cunas. Crédito E. Núñez.
Foto 4.42	Comercialización de lana de ovino en la feria local en el distrito de Quilcas. Créditos E. Núñez.
Figura 4.22	Comportamiento anual de la producción de leche 1995-2010 en las subcuencas de Achamayo, Shullcas y Cunas.
Foto 4.43	Producción de leche a nivel familiar. Ahuac, Subcuenca del Cunas. Crédito E. Núñez.
Foto 4.44	Rebaño de ovinos afectados por lluvias intensas. Anexo de Ñahuinpuquio, Rangra. Crédito E. Núñez
Tabla 4.26	Número de animales promedio por familia antes y después de la temporada de bajas temperaturas. Fuente: Evaluación de la situación de seguridad alimentaria en cuatro departamentos del Perú afectados por bajas temperaturas, FAO, 2007.
Tabla 4.27	Especie animal, tipo de enfermedad y porcentaje de hogares afectados. Fuente: Evaluación de la situación de seguridad alimentaria en cuatro departamentos del Perú afectados por bajas temperaturas, FAO, 2007.
Tabla 4.28	Indicadores de morbilidad. Fuente: MINSA.
Figura 4.23	Atenciones por neumonías en menores de 5 años. Perú 2005-2010.
Figura 4.24	Incidencia acumulada de atenciones por neumonía en menores de 5 años, según departamento Perú 2010. Fuente MINSA.

Figura 4.25	Defunciones por neumonía en menores de 5 años por años. Perú 200-2010. fuente MINSA.
Figura 4.26	Defunciones por neumonía en menores de 5 años por departamentos, periodo de lluvias y periodo de frío. Fuente: MINSA.
Figura 4.27	Neumonías en menores de 5 años, Junín 2010. Fuente MINSA.
Figura 4.28	Atenciones de neumonías y defunciones en menores de 5 años por departamentos del Perú. Fuente MINSA.
Figura 4.29	Malaria por <i>P. falciparum</i> : Perú 2010. Fuente MINSA.
Figura 4.30	Malaria por <i>P. vivax</i> : Perú 2010. Fuente MINSA.
Figura 4.31	Dengue: Departamento Junín 2011. Fuente MINSA.
Figura 4.32	Dengue sin señales de alarma: Perú 2010. Fuente MINSA.
Tabla 4.29	Vulnerabilidad de los establecimientos de salud
Tabla 4.30	Factores de riesgo del huésped y del ambiente, que incrementa la incidencia de neumonías adquiridas en la comunidad en países desarrollados. Fuente: *Igor Rudan, Cynthia Boschi-Pinto, Zrinka Biloglav, Kim Mulholland, Harry Campbell Epidemiology and etiology of childhood pneumonia Bulletin of the World Health Organization | May 2008, 86 (5). Elaboración MINSA.
Mapa 4.11	Mapa de la subcuenca de Achamayo.
Tabla 4.31	Matriz de ponderación del riesgo a las bajas temperaturas de niños menores de 5 años.
Foto 4.46	Técnica en enfermería asistiendo a un niño de pocos meses de nacido en la posta de salud de Quilcas, quien ha sido llevado por la madre para ser registrado y atendido, ya que el parto fue atendido por una partera (persona encargada de ayudar en el nacimiento, cuando las madres gestantes no pueden acudir a las postas de salud). Crédito L. Enciso.
Foto 4.47	Encuesta dirigida a una madre de familia en el centro poblado de Yanamuco distrito de Matahuasi. Ella, con sus dos menores hijos, se encuentra en una de sus actividades: corte de alfalfa para dar a sus animales, cuya tarea lo realiza conjuntamente con sus niños, puesto que son muy pequeños para dejarlos en el hogar. Crédito L. Enciso.
Foto 4.48	Persona adulta mayor con su menor nieto —quien vive en la comunidad de Llacta, parte alta del distrito de Quilcas— dedicada a la crianza de animales como su principal sustento económico para toda la familia. Madre del niño apoya en las actividades de crianza de animales, producción de la papa, etc. Crédito L. Enciso.
Foto 4.49	Madre de familia encuestada sobre temas socioeconómicos y de salud, en el distrito de Ingenio, mientras realiza el cuidado de sus vacunos. Esta tarea la realiza todos los días acompañada de su menor hijo. Crédito L. Enciso.
Mapa 4.12	Riesgo en la salud de la población infantil de la subcuenca de Achamayo.

Prefacio

La cuenca del río Mantaro es altamente vulnerable a eventos meteorológicos extremos relacionados con la variabilidad climática, y de acuerdo con proyecciones recientes, esta vulnerabilidad se incrementaría en los próximos años debido al cambio climático (IGP, 2005c). Los eventos meteorológicos extremos constantemente generan desastres “naturales” que afectan a la población del país y a sus principales actividades económicas. A pesar de ello, existe solamente un limitado número de investigaciones en los aspectos físicos de estos eventos y su aplicación para la prevención de desastres.

En este contexto, el valle del Mantaro es particularmente vulnerable: inequidad social, económica y de género, población con escasa educación formal, falta de acceso a la información y a recursos financieros, etc. El principal sector económico de la zona es la agricultura, y además Huancayo (capital de la región Junín) es una dinámica zona de comercio y de servicios. La agricultura de la zona provee con importantes productos (papa, haba, maíz, kiwicha, etc.) a las principales ciudades de la costa, como la capital del país, Lima. Además, como vía terrestre es una importante zona de tránsito entre la costa y la selva central.

La agricultura se caracteriza porque aproximadamente el 70% se realiza bajo el sistema de secano, es decir, dependiente de las lluvias; y además existe una gran parcelación de la tierra, con cerca de un 80% de parcelas pertenecientes a muy pequeños, pequeños y medianos productores, que tienen como característica la diversificación de cultivos, lo que impide su inserción en mercados más grandes, por ejemplo para exportación. Por otro lado, esta diversificación es un mecanismo de protección ante eventos climáticos y meteorológicos extremos (Torres, 2008) y variaciones en el mercado.

La población del valle es de aproximadamente 500,000 habitantes, de los cuales un 70% del total de población se concentra en las principales ciudades: Huancayo, Jauja y Concepción. Sin embargo, estos porcentajes son relativos, dado que existe un continuo proceso de migración entre el campo y la ciudad, en parte debido a la estacionalidad de la agricultura; así, no es inusual que las familias que residen en las ciudades, paralelamente cultiven tierras agrícolas en zonas rurales no necesariamente localizadas en el valle.

En el valle coexisten y se complementan dos entornos paralelos: el urbano y el rural, con importantes diferencias, como la densidad poblacional, diferentes actividades económicas, etc. Sin embargo, el entorno urbano tiene componentes rurales y el entorno rural a su vez tiene componentes urbanos, y las fronteras entre ambos entornos son sumamente difusas, y los enlaces muy fuertes (De la Cadena, 1988).

Tanto la población urbana como la rural son altamente vulnerables a los eventos meteorológicos extremos, que pueden convertirse en desastres de gran magnitud. Estos eventos han sido identificados usando diferentes fuentes de información, como datos meteorológicos, información de periódicos locales, entrevistas y encuestas.

Los eventos meteorológicos identificados fueron: eventos de lluvias intensas, sequías y heladas, con impactos físicos bien identificados tanto para los entornos rural y urbano. También los impactos socioeconómicos derivados deben ser considerados, como pérdidas humanas, daños en casas, disminución en la producción, pérdidas en hombres/hora de trabajo, niño/horas de estudio, escasez de alimentos, estrés, etc. que no son fácilmente identificables. La situación puede tornarse más compleja debido a que muchas veces estos eventos se presentan simultáneamente en varias zonas del valle. Así, la capacidad de manejo de riesgo de las comunidades afectadas, de por sí muy escasa, se ve aún más mermada.

Entre las principales causas de esta escasa capacidad de gestión de riesgos se encuentra la poca información sobre el funcionamiento del sistema nacional de gestión de riesgo de desastres, mínima interacción entre la población afectada y las instituciones responsables, poca organización y coordinación de la población, falta de planes de prevención a mediano y largo plazo, etc.

Por otro lado, el sistema de organización comunitaria ante situaciones de inminente peligro y de respuesta que prevalece en zonas más rurales, es más eficiente en comparación a las acciones más personales que prevalecen en zonas también agrícolas, pero más urbanas. Sin embargo, los cambios en los sistemas sociales y económicos prevalentes en las últimas décadas viene menoscabando la capacidad de organización comunal tal como se ha conocido hasta ahora.

Las tendencias del comportamiento actual del clima indican que eventos extremos tales como sequías, heladas y lluvias intensas podrían intensificarse y hacerse más frecuentes (IGP, 2005c). Son estos eventos recurrentes y de pequeña escala los que golpean año a año los medios de vida de las poblaciones del valle del Mantaro. La mejora de la capacidad de responder a este tipo de eventos fortalecería la capacidad general de adaptación de las poblaciones afectadas a cambios en el clima futuro.

Dada la problemática mencionada, el IGP formuló el proyecto “Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas) como medida de adaptación ante el cambio climático en el valle del Mantaro – MAREMEX”, el mismo que obtuvo financiamiento del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá IDRC (www.idrc.ca), con una duración de tres años.

El objetivo principal del proyecto fue fortalecer la capacidad de manejo del riesgo a eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas), a fin de disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de la población urbana y rural en el valle del Mantaro frente a cambios del clima, con vistas a que los conocimientos generados sirvan como insumo en la preparación de los planes locales de adaptación. Y al ser éste un proyecto de investigación-acción, las componentes buscaron cubrir tanto los aspectos de investigación científica como los de acción a nivel de autoridades, instituciones y población local.

Este segundo volumen incluye los resultados vinculados al análisis de vulnerabilidad del proyecto: caracterización socioeconómica, percepciones y conocimiento tradicional y vulnerabilidad física y socioeconómica.

Lima, febrero de 2012

El Proyecto MAREMEX

Alejandra Martínez

Objetivos

El principal objetivo del proyecto buscó fortalecer la capacidad de manejo del riesgo ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas), a fin de disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de la población urbana y rural en el valle del Mantaro, frente a cambios del clima, y se espera que los conocimientos generados sirvan como insumo en la preparación de los planes locales de adaptación.

Los objetivos específicos desarrollados fueron:

- 1) Identificar los actores claves involucrados y evaluar las actuales capacidades de los pobladores del valle del Mantaro en el manejo del riesgo de desastres, por eventos meteorológicos extremos, incluyendo la identificación de tomadores de decisiones regionales y locales.
- 2) Fortalecer y profundizar los estudios sobre causas, ocurrencia e impactos de heladas, sequías y fenómenos de lluvias intensas en la región. Este objetivo específico buscó llenar el vacío de información existente por la escasa cantidad de estudios científicos sobre eventos meteorológicos extremos (heladas, sequías y lluvias intensas) en la región andina, a fin de que las causas, ocurrencia e impactos de estos eventos pudieran ser utilizados en estudios posteriores y en planes de manejo de riesgo de desastres.
- 3) Evaluar la vulnerabilidad actual para apoyar la elaboración de planes participativos de manejo de riesgo local frente a heladas, sequías y lluvias intensas en el valle del Mantaro, con la participación de autoridades locales, gobiernos regionales, comunidades, ONG y otros actores relevantes.
- 4) Fortalecer las instituciones locales, sensibilizar a la población y difundir los resultados del proyecto a la población, instituciones y medios científicos, a través de la creación o fortalecimiento de capacidades de investigación de entidades e investigadores locales en temas de adaptación al cambio climático.

Cada objetivo se convirtió en componente del proyecto (Figura A.1), cada uno con diferentes grupos técnicos de trabajo que contaron con sus propias estrategias de desarrollo, sin embargo, se buscó trabajar en forma integrada desde el inicio del proyecto, con reuniones bimensuales de integración de información con los diferentes grupos de investigadores y estudiantes.



Figura A.1 Componentes del proyecto MAREMEX.

Zona de estudio

Las áreas de intervención del estudio incluyeron, además de la estrecha franja que corresponde al valle del Mantaro, las subcuencas de los ríos Achamayo, Cunas y Shullcas (Mapa 1.1), considerándolas como unidades geográficas, ecológicas, sociales, económicas y culturales básicas en cualquier estudio relacionado con los recursos naturales en general, y con los recursos hídricos en particular, debido a que tienen límites claramente definidos, y el recurso agua es el factor transversal común en las actividades humanas que allí se desarrollan.

Las subcuencas de Achamayo, Cunas y Shullcas corresponden parcialmente desde el punto de vista geográfico a las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo; sin embargo, la delimitación política no coincide exactamente con la realidad geográfica de las subcuencas. Con fines puramente metodológicos, en el proyecto se han trabajado considerándolas equivalentes, ya que los datos estadísticos actualizados y metodológicamente confiables son trabajados a nivel de provincia y distrito.

Organización de la investigación

Los objetivos del proyecto plantearon interrogantes como: ¿Cuáles son las características físicas de los eventos meteorológicos extremos?, ¿Cuáles son los impactos de estos eventos en la población urbana y rural?, ¿Cuáles son las respuestas de la población y las autoridades?, y finalmente ¿Cuáles son las estrategias de adaptación que se vienen implementando y cuáles son las óptimas a ser implementadas?.

Por ello, la investigación se organizó con el fin de poder responder a estas y otras interrogantes; en la Figura A.2 se presenta el esquema de organización. En la primera columna se tienen los eventos extremos analizados, escogidos por ser aquellos de mayor repercusión e impactos negativos en la zona de estudio. En la segunda columna, los tipos de análisis para cada uno de los eventos, mencionados líneas arriba.

Los sectores analizados se presentan en la tercera columna. Si bien inicialmente se consideró solo trabajar con los sectores de Agricultura, Ganadería y Salud, en el transcurso de la investigación se incorporaron los sectores de Piscicultura y Forestales. Asimismo, se agregó "Centros poblados", que si bien no es un sector económico propiamente dicho, es crítico en el análisis de vulnerabilidad.

En la cuarta columna se indican aquellos temas de corte transversal: Género, recurso agua y Educación/Institucionalidad. Si bien estos temas no fueron objeto de investigación por sí mismos - a excepción del recurso agua que fue analizado como parte de la caracterización climática -, fueron temas que estuvieron permanentemente presentes en el desarrollo del análisis de vulnerabilidad y propuestas de medidas de adaptación.

Los aspectos de género son sumamente importantes en el manejo de riesgo de desastres. Las poblaciones más afectadas por los impactos del cambio climático, incluyendo la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos son

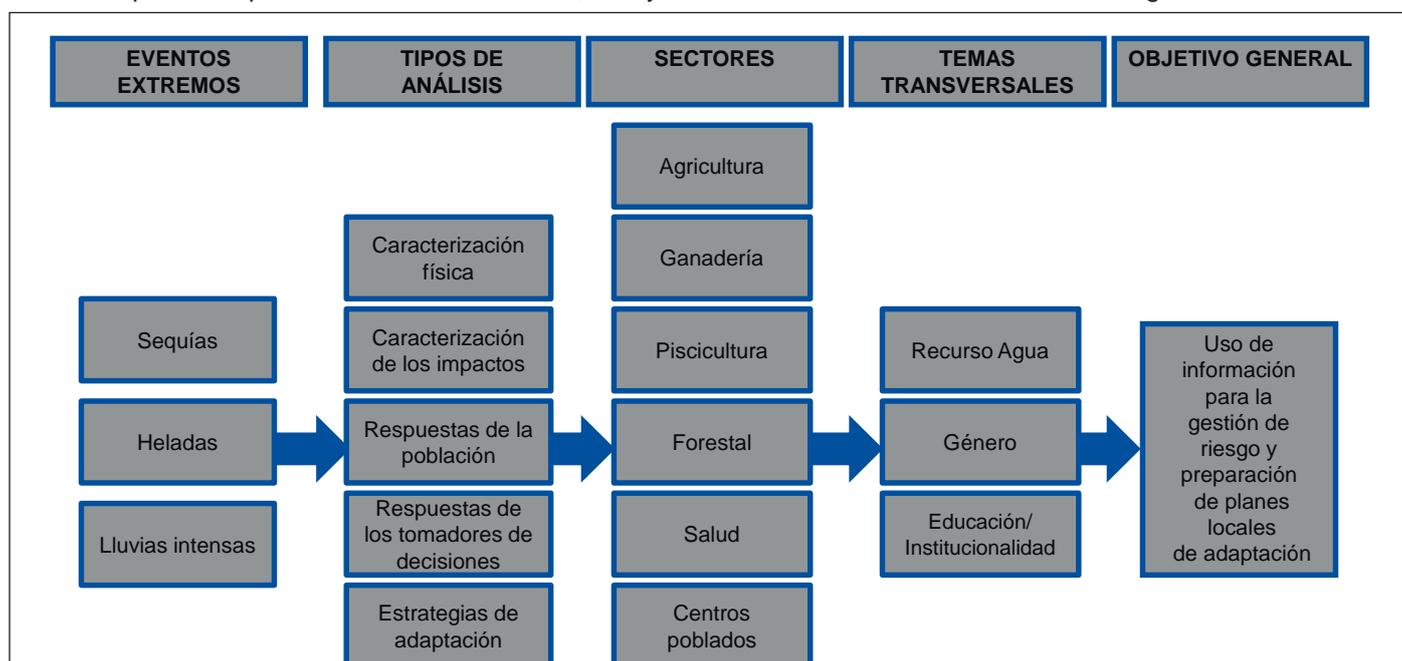
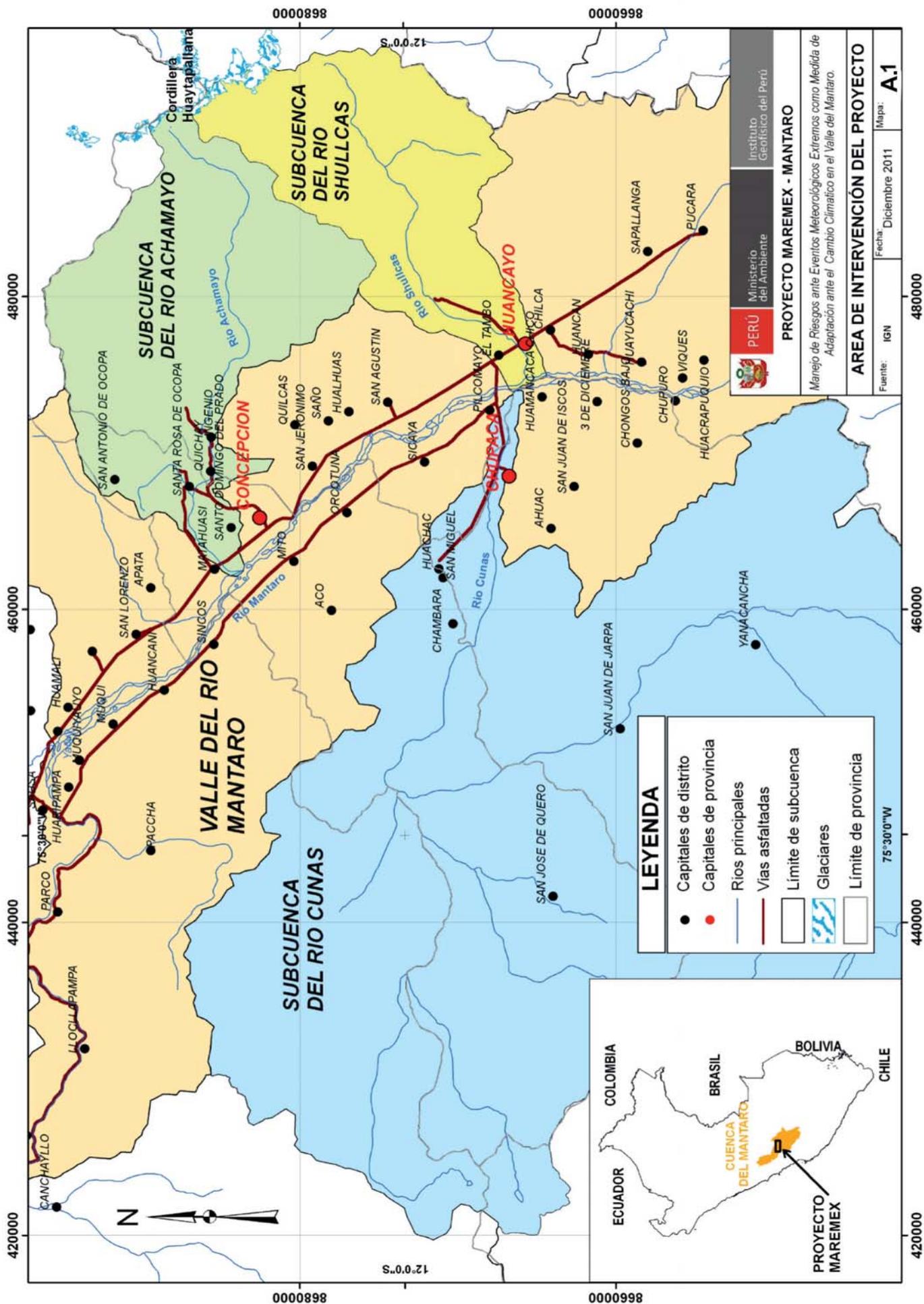


Figura A.2 Organización de la investigación del proyecto MAREMEX



sin duda aquellas menos preparadas e informadas, y con menor acceso a recursos económicos, sociales y financieros. En esta población en riesgo, son las mujeres las más vulnerables debido a las relaciones de inequidad existentes entre hombres y mujeres, mayormente relacionadas con acceso a la educación, propiedad de la tierra y la vivienda, acceso diferenciado a recursos naturales como el agua, y la disparidad en la toma de decisiones en materia de gestión local, a pesar de la importancia económica de las actividades domésticas y productivas que desarrollan y de su fuerte participación en actividades de gestión comunitaria.

Paradójicamente, las realidades de género hacen que el sector de la población que primero detecta los problemas ambientales, que propician un mejor uso de los recursos naturales y una distribución equitativa de los ingresos son las mujeres. Esto debido a diferencias culturales que establecen diferentes percepciones y relaciones entre las mujeres y recursos naturales como el agua (Martínez, 2007).

En forma similar, el tema de institucionalidad es clave para el manejo de riesgo de desastres, pues son necesarias instituciones (a todo nivel: nacional, regional y local) fuertes, y con un buen nivel de articulación y coordinación entre sí. Además este tema viene de la mano de una estrategia educacional que incluye el fortalecimiento de capacidades en las instituciones involucradas, incluyendo municipios distritales, provinciales y al gobierno regional; en este sentido, Educación fue visto como un medio de sensibilización y de transmisión de información y conocimiento a todo nivel. Finalmente, en la última columna se consigna el objetivo general: aprovechar la información científica generada para su uso en la gestión de riesgos, y preparación de planes locales de adaptación.

Estrategias

Para el logro de los objetivos propuestos se emplearon diversas estrategias que permitieron ahondar y/o facilitar el desarrollo de las investigaciones del proyecto. Entre las estrategias utilizadas están aquellas relacionadas a la investigación en sí misma: uso de diversas fuentes de datos, desarrollo de tesis de investigación; uso de la cuenca/subcuenca como unidad de análisis, y multidisciplinariedad; las directamente vinculadas con la población y sus medios de vida: identificación de conocimiento local, recojo de percepciones, y sensibilización de la población a través de la toma de datos meteorológicos.

Finalmente, - aquellas estrategias relacionadas con la gestión del proyecto: temas de investigación abierta, interinstitucionalidad, y difusión de resultados, tal como se muestra en la Figura A.3. Las principales estrategias utilizadas son descritas a continuación.

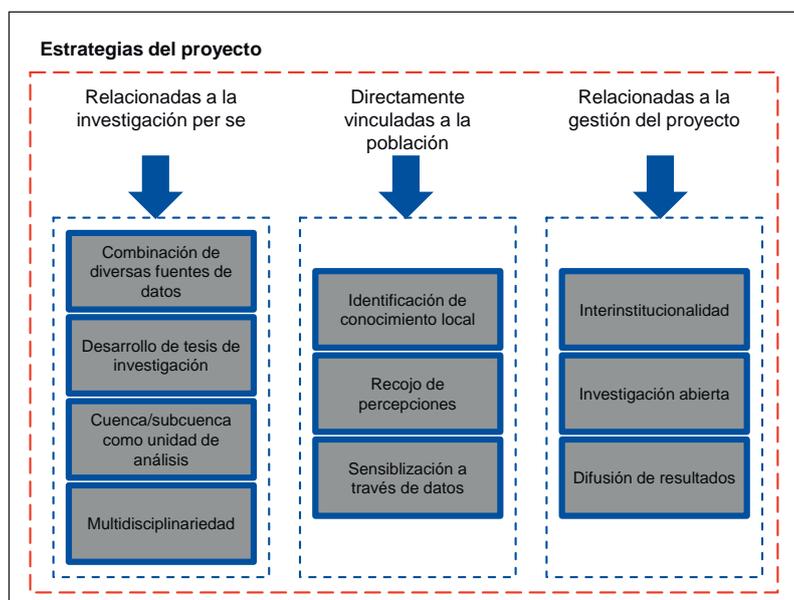


Figura A.3 Estrategias del proyecto MAREMEX

Combinación de diversas fuentes de datos

La escasez de datos, tanto meteorológicos como socioeconómicos, fue una constante a lo largo de todo el desarrollo del proyecto. Con el fin de tener mayores fuentes de referencia para el análisis de vulnerabilidad, se utilizaron variadas fuentes de datos, entre las que se pueden contar, además de los datos meteorológicos disponibles y descritos en el Volumen I:

- Noticias sobre la ocurrencia de eventos meteorológicos y sus impactos en el valle del Mantaro publicados en periódicos locales en los últimos 40 años.
- Base de datos de DesInventar (www.desinventar.org).
- Base de datos del Sistema de Información Nacional para la Respuesta y Rehabilitación - SINPAD ([www.http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/](http://sinpad.indeci.gob.pe/sinpad/)).
- Información obtenida a través de encuestas y talleres participativos.
- Entrevistas puntuales, etc.

El uso de diversas fuentes permitió complementar, contrastar, y en algunos casos validar la información disponible, añadiendo consistencia a las conclusiones.

Desarrollo de tesis de investigación

Varios de los temas puntuales de investigación del proyecto se realizaron a través del desarrollo de tesis de pregrado en las especialidades de: Física, Mecánica de Fluidos, Geografía, Ingeniería Geográfica, Ingeniería de Sistemas y Medicina Veterinaria. A cada estudiante se le dio un tema de investigación y el apoyo del proyecto incluyó subvención mensual, el costo de los gastos de investigación (análisis de laboratorio, trabajos de campo, etc.) y el acceso a las facilidades de la institución. Además, a los estudiantes se les asignó un asesor, que guió la investigación; además de contar con su propio asesor en sus respectivas universidades. Se contó con diez estudiantes, de los cuales solo uno abandonó la investigación; los restantes nueve culminaron satisfactoriamente sus tesis.

Esta estrategia permitió el fortalecimiento de capacidades en la investigación en diversos temas vinculados a la variabilidad y el cambio climático, además de ahondar en temas específicos de análisis, que de otra manera —por ejemplo a través de la contratación de consultores— no se hubiera podido lograr.

Interinstitucionalidad y multidisciplinariedad

A lo largo del proyecto se buscó la formación de una alianza estratégica, buscando el trabajo colaborativo y complementario entre instituciones de alcance local y nacional, y de naturaleza tanto estatal como privada. Sin embargo, la consolidación de dicha alianza a través de convenios firmados, no siempre fue posible, debido a trabas burocráticas, cambio de funcionarios, etc.

A pesar de ello se trabajó coordinadamente con el Gobierno Regional de Junín y el Gobierno Provincial de Concepción, además de las comunidades campesinas de Quilcas, San Juan de Jarpa y Acopalca. Las ONG Grupo Yanapai, REDES y CARE dieron un apoyo decisivo sobre todo en los temas de sensibilización. Por su parte el Instituto Nacional de Defensa Civil, apoyó con las metodologías de estimación del riesgo, así como su experiencia en la gestión de desastres. Finalmente, por parte de universidades, se contó con la participación del Instituto de Forestería Internacional y Productos Forestales de la Facultad de Forst-, Geo und Hydrowissenschaften, de la Technische Universität Dresden (TUD) de Alemania.



Foto A.1 Varias de las tesis desarrolladas incluyeron trabajos de campo para la recolección de datos. Crédito F. Blanco.

Limitaciones generales

Cada una de las etapas del proyecto supuso diferentes retos y limitaciones metodológicas, que se describen brevemente en cada uno de los capítulos siguientes. Sin embargo, algunas de las limitaciones presentes a lo largo de toda la investigación, incluyeron la falta de datos, tanto hidrometeorológicos como socioeconómicos y biológicos.

El intercambio de información entre instituciones, estatales o privadas, fue también un problema que se solucionó parcialmente mediante la firma de convenios para estudios y apoyo conjunto con varias instituciones.

La diferencia existente entre la demarcación geográfica de subcuenca y/o valle y la demarcación política, fue otra limitación que se arrastró a lo largo de todo el proyecto, ya que dificultó enormemente la obtención de información sobre todo socioeconómica que se puede conseguir a nivel de distritos y provincias, los que a menudo cruzan y/o comparten distintas subcuencas ó microcuencas. También la programación de actividades fue compleja, puesto que muchos de los temas de investigación desarrollados incluían trabajos de campo, talleres, etc., que debía ajustarse tanto a las agendas oficiales protocolares, como a las actividades cotidianas de la población, que a menudo incluían migraciones estacionales vinculadas a la ganadería y la agricultura, así como una cargada agenda festiva local y regional.

Terminología*

Adaptación al cambio climático.- Un ajuste en los sistemas naturales —o humanos— como respuesta a los estímulos climáticos reales, o esperados, o sus efectos, los cuales moderan el daño o explotan las oportunidades beneficiosas. Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) la adaptación al cambio climático se define como al ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes. La adaptación al cambio climático se refiere a los ajustes en sistemas humanos o naturales como respuesta a estímulos climáticos proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Se pueden distinguir varios tipos de adaptación, entre ellas la preventiva y la reactiva, la pública y privada, o la autónoma y la planificada.

Amenaza.- Un fenómeno, sustancia, actividad humana o condición peligrosa que pueden ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Amenaza geológica.- Un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Amenaza hidrometeorológica.- Un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Amenaza natural.- Un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.

Amenaza socio-natural.- El fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas amenazas geofísicas e hidrometeorológicas, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los recursos ambientales explotados en exceso o degradados.

Cambio climático.- (a) El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) define al cambio climático como un “cambio en el estado del clima que se puede identificar (por ejemplo mediante el uso de pruebas estadísticas) a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o períodos más largos. El cambio climático puede obedecer a procesos naturales internos o a cambios en los forzantes externos, o bien, a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo”.

(b) La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) lo define como un “cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Capacidad.- La combinación de todas las fortalezas, los atributos y los recursos disponibles dentro de una comunidad, sociedad u organización que pueden utilizarse para la consecución de los objetivos acordados.

*Terminología tomada de: 2009 UNISDR Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres, NN.UU.

Capacidad de afrontamiento.- La habilidad de la población, las organizaciones y los sistemas, mediante el uso de los recursos y las destrezas disponibles, de enfrentar y gestionar condiciones adversas, situaciones de emergencia o desastres.

Concientización/sensibilización pública.- El grado de conocimiento común sobre el riesgo de desastres los factores que conducen a éstos y las acciones que pueden tomarse individual y colectivamente para reducir la exposición y la vulnerabilidad frente a las amenazas.

Degradación ambiental.- La disminución de la capacidad del medio ambiente para responder a las necesidades y a los objetivos sociales y ecológicos.

Desarrollo de capacidades.- El proceso mediante el cual la población, las organizaciones y la sociedad estimulan y desarrollan sistemáticamente sus capacidades en el transcurso del tiempo, a fin de lograr sus objetivos sociales y económicos, a través de mejores conocimientos, habilidades, sistemas e instituciones, entre otras cosas.

Desarrollo sostenible.- Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Desastre.- Una seria interrupción en el funcionamiento de una comunidad o sociedad que ocasiona una gran cantidad de muertes al igual que pérdidas e impactos materiales, económicos y ambientales que exceden la capacidad de la comunidad o la sociedad afectada para hacer frente a la situación mediante el uso de sus propios recursos.

El Niño Oscilación del Sur (ENOS).- Una interacción compleja del Océano Pacífico Tropical y la atmósfera global que da como resultado episodios cíclicos de cambios en los patrones oceánicos y meteorológicos en diversas partes del mundo, frecuentemente con impactos considerables durante varios meses, tales como alteraciones en el hábitat marino, precipitaciones, inundaciones, sequías y cambios en los patrones de las tormentas.

Estudio del impacto ambiental.- Un proceso mediante el que se evalúan las consecuencias ambientales de un proyecto o programa propuesto. El estudio se emprende como parte integral de los procesos de planificación y de toma de decisiones con el propósito de limitar o reducir el impacto negativo del proyecto o del programa en cuestión.

Evaluación del riesgo.- Una metodología para determinar la naturaleza y el grado de riesgo a través del análisis de posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de vulnerabilidad que conjuntamente podrían dañar potencialmente a la población, la propiedad, los servicios y los medios de sustento expuestos, al igual que el entorno del cual dependen.

Gases de efecto invernadero.- Componentes gaseosos de la atmósfera, tanto de origen natural como antropogénico, que absorben y emiten la radiación infrarroja de la superficie terrestre, la propia atmósfera y las nubes.

Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes. Esta propiedad causa el efecto invernadero

Grado de exposición.- La población, las propiedades, los sistemas u otros elementos presentes en las zonas donde existen amenazas y, por consiguiente, están expuestos a experimentar pérdidas potenciales.

Gestión correctiva del riesgo de desastres.- Actividades de gestión que abordan y buscan corregir o reducir el riesgo de desastres que ya existe.

Gestión de emergencias.- La organización y la gestión de los recursos y las responsabilidades para abordar todos los aspectos de las emergencias, especialmente la preparación, la respuesta y los pasos iniciales de la rehabilitación.

Gestión del riesgo.- El enfoque y la práctica sistemática de gestionar la incertidumbre para minimizar los daños y las pérdidas potenciales.

Gestión del riesgo de desastres.- El proceso sistemático de utilizar directrices administrativas, organizaciones, destrezas y capacidades operativas para ejecutar políticas y fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales y la posibilidad de que ocurra un desastre.

Gestión prospectiva del riesgo de desastres.- Actividades de gestión que abordan y buscan evitar el aumento o el desarrollo de nuevos riesgos de desastres.

Medidas estructurales.- Cualquier construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas.

Medidas no estructurales.- Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación.

Mitigación.- La disminución o la limitación de los impactos adversos de las amenazas y los desastres afines.

Plan para la reducción del riesgo de desastres.- Un documento que elabora una autoridad, un sector, una organización o una empresa para establecer metas y objetivos específicos para la reducción del riesgo de desastres, conjuntamente con las acciones afines para la consecución de los objetivos trazados.

Planificación de contingencias.- Un proceso de gestión que analiza posibles eventos específicos o situaciones emergentes que podrían imponer una amenaza a la sociedad o al medio ambiente, y establece arreglos previos para permitir respuestas oportunas, eficaces y apropiadas ante tales eventos y situaciones.

Planificación/ordenamiento territorial.- El proceso que emprenden las autoridades públicas para identificar, evaluar y determinar las diferentes opciones para el uso de los suelos, lo que incluye la consideración de objetivos económicos, sociales y ambientales a largo plazo y las consecuencias para las diferentes comunidades y grupos de interés, al igual que la consiguiente formulación y promulgación de planes que describan los usos permitidos o aceptables.

Plataforma nacional para la reducción del riesgo de desastres.- Un término genérico para los mecanismos nacionales de coordinación y de orientación normativa sobre la reducción del riesgo de desastres, que deben ser de carácter multisectorial e interdisciplinario, y en las que deben participar los sectores público y privado, la sociedad civil y todas las entidades interesadas en un país.

Preparación.- El conocimiento y las capacidades que desarrollan los gobiernos, los profesionales, las organizaciones de respuesta y recuperación, las comunidades y las personas para prever, responder, y recuperarse de forma efectiva de los impactos de los eventos o las condiciones probables, inminentes o actuales que se relacionan con una amenaza.

Prevención.- La evasión absoluta de los impactos adversos de las amenazas y de los desastres conexos.

Pronóstico.- Una declaración certera o un cálculo estadístico de la posible ocurrencia de un evento o condiciones futuras en una zona específica.

Recuperación.- La restauración y el mejoramiento, cuando sea necesario, de los planteles, instalaciones, medios de sustento y condiciones de vida de las comunidades afectadas por los desastres, lo que incluye esfuerzos para reducir los factores del riesgo de desastres.

Reducción del riesgo de desastres.- El concepto y la práctica de reducir el riesgo de desastres mediante esfuerzos sistemáticos dirigidos al análisis y a la gestión de los factores causales de los desastres, lo que incluye la reducción del grado de exposición a las amenazas, la disminución de la vulnerabilidad de la población y la propiedad, una gestión sensata de los suelos y del medio ambiente, y el mejoramiento de la preparación ante los eventos adversos.

Reforzamiento.- El refuerzo o la modernización de las estructuras existentes para lograr una mayor resistencia y resiliencia a los efectos dañinos de las amenazas.

Respuesta.- El suministro de servicios de emergencia y de asistencia pública durante o inmediatamente después de la ocurrencia de un desastre, con el propósito de salvar vidas, reducir los impactos a la salud, velar por la seguridad pública y satisfacer las necesidades básicas de subsistencia de la población afectada.

Resiliencia.- La capacidad de un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una 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.

Riesgo.- La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

Riesgo aceptable.- El nivel de las pérdidas potenciales que una sociedad o comunidad consideran aceptable según sus condiciones sociales, económicas, políticas, culturales, técnicas y ambientales existentes.

Riesgo de desastres.- Las posibles pérdidas que ocasionaría un desastre en términos de vidas, las condiciones de salud, los medios de sustento, los bienes y los servicios, y que podrían ocurrir en una comunidad o sociedad particular en un período específico de tiempo en el futuro.

Servicios de los ecosistemas.- Los beneficios que obtienen de los ecosistemas las personas y las comunidades.

Sistema de alerta temprana.- El conjunto de capacidades necesarias para generar y difundir información de alerta que sea oportuna y significativa, con el fin de permitir que las personas, las comunidades y las organizaciones amenazadas se preparen y actúen de forma apropiada y con suficiente tiempo de anticipación para reducir la posibilidad de que se produzcan pérdidas o daños.

Vulnerabilidad.- Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza.

Capítulo 1

Caracterización socioeconómica del valle del Mantaro

Introducción Capítulo 1

Tal como se mencionó en el prefacio, el valle del Mantaro es altamente vulnerable a eventos meteorológicos extremos relacionados con la variabilidad climática, tales como heladas, sequías y lluvias intensas, las que además tienen diferentes impactos negativos dependiendo del entorno rural ó urbano (Tabla 1.1), y que son los que más preocupan a los pobladores del valle, ya que afecta sus actividades en el día a día, produciendo en muchos casos pérdidas que debilitan fuertemente sus medios de vida.

La premisa del proyecto fue que era necesario conocer en profundidad las causas físicas de los eventos meteorológicos extremos, así como la vulnerabilidad de las poblaciones del valle que están expuestos a ellos, como una medida de adaptación ante un clima cambiante. El primer tema ha sido ampliamente tratado en el Volumen I de esta misma serie, mientras que los aspectos de vulnerabilidad y adaptación son descritos en éste volumen.

Este capítulo describe brevemente las principales características demográficas y económicas de cada una de las tres subcuencas en análisis.

Tabla 1.1 Eventos meteorológicos extremos identificados en el valle del Mantaro, y sus impactos negativos.

Ámbito/ Eventos identificados	Lluvias intensas que provocan deslizamientos	Sequías	Heladas
Urbano	Pérdidas en infraestructura de transporte (puentes, caminos, etc.), vivienda y agua potable; pérdidas en vidas humanas.	Cortes en el servicio de agua potable; reducción en la generación de energía hidroeléctrica.	Enfermedades bronco pulmonares, especialmente en niños y ancianos.
Rural	Pérdidas de tierras agrícolas, semillas, infraestructura agrícola (canales, caminos rurales, etc.), erosión	Conflictos de agua; descenso en el rendimiento de los cultivos; incremento de plagas y enfermedades de las plantas.	Enfermedades bronco pulmonares, especialmente en niños y ancianos; impactos agropecuarios como descenso en el rendimiento de los cultivos, bajo rendimiento de leche y carne vacuno y ovino.

Características socioeconómicas del valle del Mantaro

Alejandra Martínez, Enma Núñez y Ricardo Zubieta

Aspectos demográficos generales

La región Junín está constituida por 9 municipalidades provinciales, 114 municipalidades distritales y 103 municipalidades de centros poblados, y tiene una población total de 1 301 844 habitantes (INEI, 2010). En la Tabla 1.2 se muestra la superficie, población, densidad poblacional, y nombre de capital de provincia y su altitud en msnm (Mapa 1.1).

De las 9 provincias, Chanchamayo y Satipo corresponden a la clasificación geográfica de Selva Alta representando el 54% de la superficie de la región, sin embargo, solo albergan al 31% de la población de la región.

Las provincias restantes son principalmente andinas, correspondiendo a zonas por encima de los 2 300 msnm. Las altitudes varían entre 201 msnm (Quebrada Sherintiben, distrito Río Tambo, Satipo), y 5 730 msnm en el Nevado Tunshu, distrito de Canchayllo en Jauja (INEI, 2008).

Los aspectos socioeconómicos y los ambientales están sumamente relacionados entre sí en el valle del Mantaro. La cantidad y calidad de agua, variaciones en el clima, geología, flora y fauna, etc. influyen fuertemente en la sociedad andina del valle y su desarrollo. Debe

tomarse en cuenta, además, que en la subcuenca coexisten y se complementan los entornos urbano y rural (para las estadísticas oficiales se considera como “urbano” todo centro poblado con 2000 o más habitantes, independientemente de las condiciones de vida existentes en el centro poblado).

Tabla 1.2 Superficie total, población, densidad y altitud de la capital según departamento y provincia, 2010. Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) – dirección Nacional de Censos y Encuestas (DNCE) Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales

Región/Provincia	Superficie (Kilómetros cuadrados)	Población total 2010	Densidad poblacional (habitantes por Km2)	Capital de provincia	Altitud (metros sobre el nivel del mar)
Junin	44 197,23	1 301 844	29,46		
Huancayo	3 558,10	492 568	138,44	Huancayo	3 249
Concepción	3 067,52	60 521	19,73	Concepción	3 283
Chanchamayo	4 723,40	185 833	39,34	La Merced	751
Jauja	3 749,10	91 645	24,44	Jauja	3 390
Junín	2 360,07	29 269	12,40	Junín	4 107
Satipo	19 219,48	225 889	11,75	Satipo	632
Tarma	2 749,16	113 924	41,44	Tarma	3 053
Yauli	3 617,35	48 401	13,38	La Oroya	3 745
Chupaca	1 153,05	53 794	46,65	Chupaca	3 263



De izquierda a derecha Foto 1.1 Vista del glaciar Huatapallana. Foto 1.2 Vista del valle del Mantaro. Créditos A. Martínez

Si bien existen diferencias como la mayor densidad poblacional en el urbano, y la presencia de actividades agrícolas como principal actividad económica en el rural, el entorno urbano tiene componentes rurales y viceversa, y las fronteras existentes entre los dos tipos de entorno son sumamente difusas, y los lazos entre ambos son muy fuertes, tal como sucede en otras realidades (Bah et. al., 2003).

La población urbana depende en gran medida de los productos agrícolas y pecuarios producidos en las zonas rurales, mientras que en la población rural demanda bienes y servicios (semillas, maquinaria agrícola, servicios financieros, servicios médicos y dentales, etc.) que se encuentran concentrados en la ciudad. Sin embargo, mas allá del simple intercambio de bienes y servicios, existen marcados vínculos de parentesco entre ambas poblaciones, tenencia de tierras paralelas (es común que una familia de la ciudad mantenga pequeñas parcelas en las afueras), y actividades complementarias estacionales vinculadas al calendario agrícola de la zona.

Estos vínculos entre los entornos urbano y rural, hacen que lo que ocurre en un entorno afecte al otro. Así, las pérdidas que ocurren en el sector agrícola debido a fenómenos hidrometeorológicos – agravadas por la existencia de una agricultura extensiva que carece de tecnologías adecuadas de riego y control, etc. - también afectan negativamente las actividades económicas desarrolladas en las zonas urbanas, como Huancayo, Concepción y Chupaca.

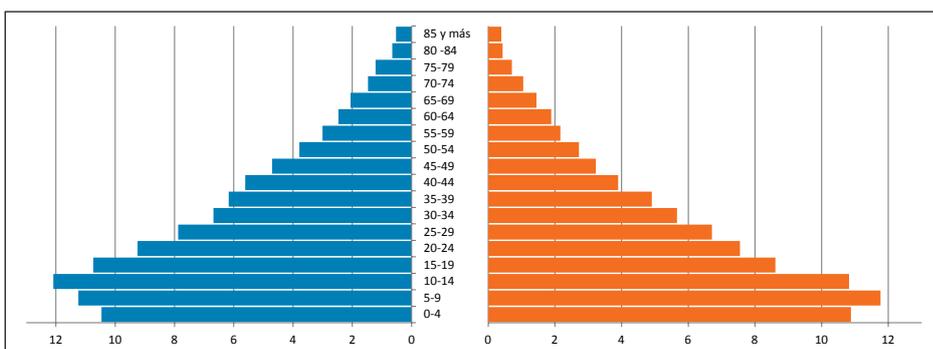
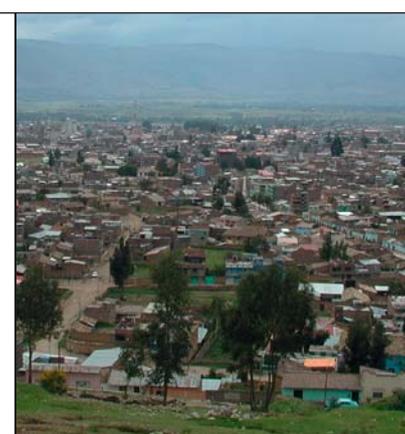
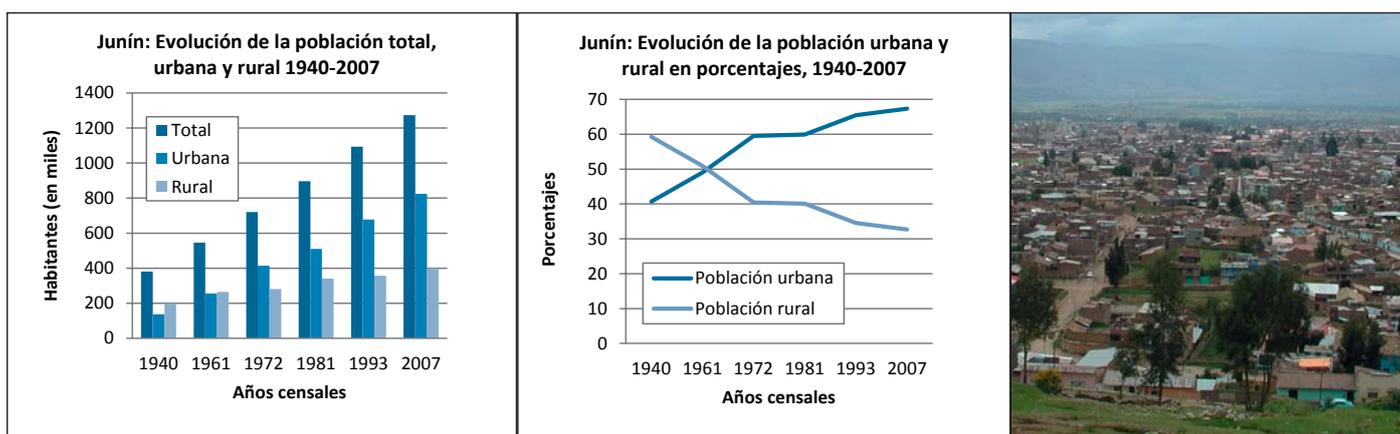


Figura 1.1 Junín: Pirámide poblacional por sexo y edad. Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007.

La población de la región Junín es sumamente joven, tal como puede apreciarse en la pirámide poblacional mostrada en la Figura 1.1. El 33,0% de la población es menor de 15 años, y más del 50,0% es menor de 20 años. Por otro lado, el índice de masculinidad es de 99,4 (INEI, 2008), es decir existe menor cantidad de hombres que de mujeres.

La evolución de la población total de la región ha sido creciente, según muestran los datos de los Censos poblacionales de los últimos 70 años (Figura 1.2), con una tasa de crecimiento anual actual de 1,4% para la zona urbana y 0,8% para la zona rural (INEI, 2008). Al analizar la evolución de la población urbana y rural de la región en porcentajes se observa claramente que en la composición de la población total de la región, la población urbana se viene incrementando, mientras que la población rural viene disminuyendo progresivamente a tasas similares.



De izquierda a derecha Figura 1.2 Evolución de la población total, urbana y rural en números absolutos 1940-2007. Fuente: INEI – Censos Nacionales de población y vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Figura 1.3 Evolución de la población urbana y rural en porcentajes. Fuente: INEI – Censos Nacionales de población y vivienda, 1940, 1961, 1972, 1981, 1993 y 2007. Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales. Foto 1.3 Vista de la ciudad de Huancayo. Crédito A. Martínez.

Además de la población de Junín, mayor a 5 años, el 86,4% aprendió castellano, el 9,6% aprendió quechua, el 3,1% aprendió asháninka y el 0,7% aprendió alguna otra lengua nativa de la selva. (INEI, 2007); y

Tabla 1.3 Perú y Junín: Población estimada y proyectada y tasa de crecimiento medio anual 1995-2025.

País y Junín	Población			Tasa de crecimiento anual (por cien)		
	1995	2010	2025	1995-2000	2005-2010	2020-2025
Perú	23.926.300	29.461.933	34.412.393	1,66	1,16	0,95
Junín	1.136.690	1.301.844	1.438.414	1,06	0,75	0,57

Fuente INEI, 2007.

las provincias que presentan los porcentajes más altos de la población que declaró que el idioma con el que aprendió a hablar fue el quechua, fueron Junín (15,9%), Huancayo (12,4%) y Satipo (10,9%).

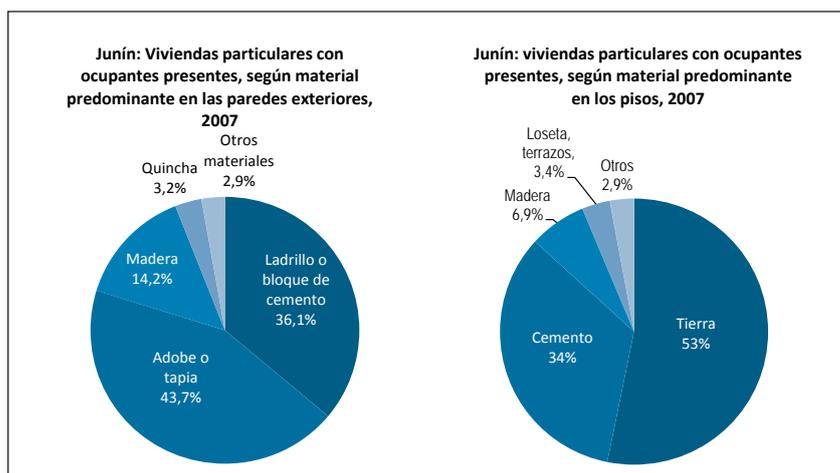
La población de la región Junín tiene una tendencia creciente, a pesar de que las tendencia de la tasa de crecimiento se proyecta que disminuirá en los próximo 15 años (Tabla 1.3). El mayor número de migrantes de otras regiones que optan por buscar mejores oportunidades son de Huancavelica, Lima y Pasco, mientras que los emigrantes van mayoritariamente hacia Lima y El Callao. Son muchos más los que deciden dejar la región que los que deciden asentarse en ella: el número total de migrantes fue de 186.671, mientras que el de emigrantes fue de 399.609, según estadísticas del INEI (2007).

Vivienda y servicios básicos

En las Figuras 1.4 y 1.5, se presenta el material predominante en las paredes exteriores y pisos de las viviendas de la región Junín. El adobe ó tapia es el material predominante en las paredes exteriores, con 43,7% del total, seguido por el ladrillo o bloque de cemento con 36,1%; para el caso del material predominante en el piso, más de la mitad, un 53% es de tierra, y solo un 34% de cemento.

Si bien esta información permite una visión general de las condiciones de vivienda, las mayores diferencias se pueden observar al comparar los entornos urbano y rural. En las Figuras 1.6 a 1.9, se muestran las diferencias en abastecimiento de agua, tipo de servicio higiénico, tipo de energía o combustible que se utiliza para cocinar y servicio de información y comunicación. En todos los casos son notorias, y preocupantes, las enormes diferencias existentes entre ambos entornos.

Por ejemplo, para el caso de tipo de abastecimiento de agua, más del 80% de la población rural no cuenta con agua potable ubicadas dentro ó fuera de la vivienda, y más del 60% se abastece a través de ríos, acequias, manantiales ó similares.



De izquierda a derecha: Figura 1.4 Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según material predominante en las paredes exteriores, 2007. Figura 1.5 Junín: viviendas particulares con ocupantes presentes, según material predominante en los pisos, 2007. Fuente INEI, 2007.

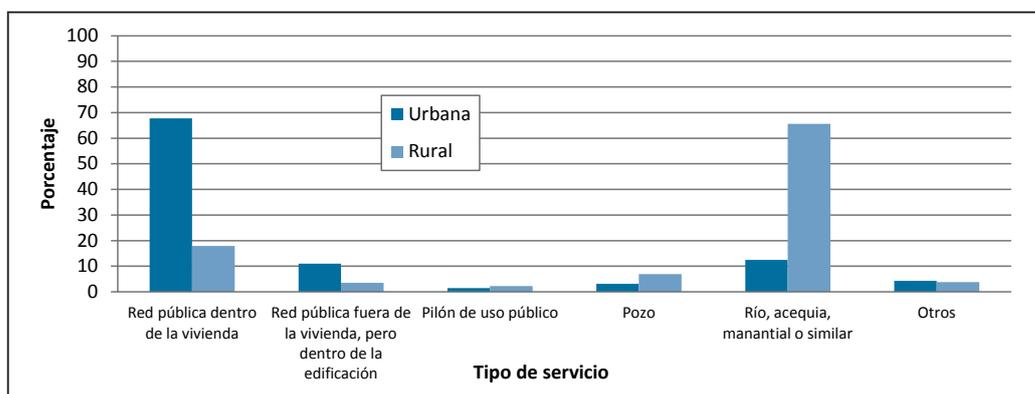


Figura 1.6 Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de abastecimiento de agua, 2007. Fuente INEI, 2007.

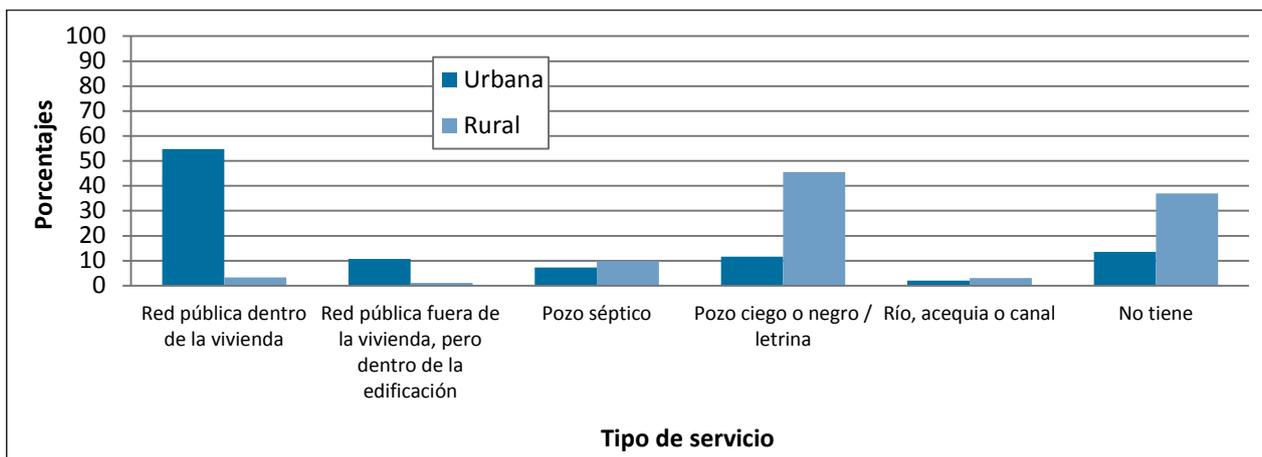


Figura 1.7 Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de servicio higiénico, 2007. Fuente INEI, 2007.

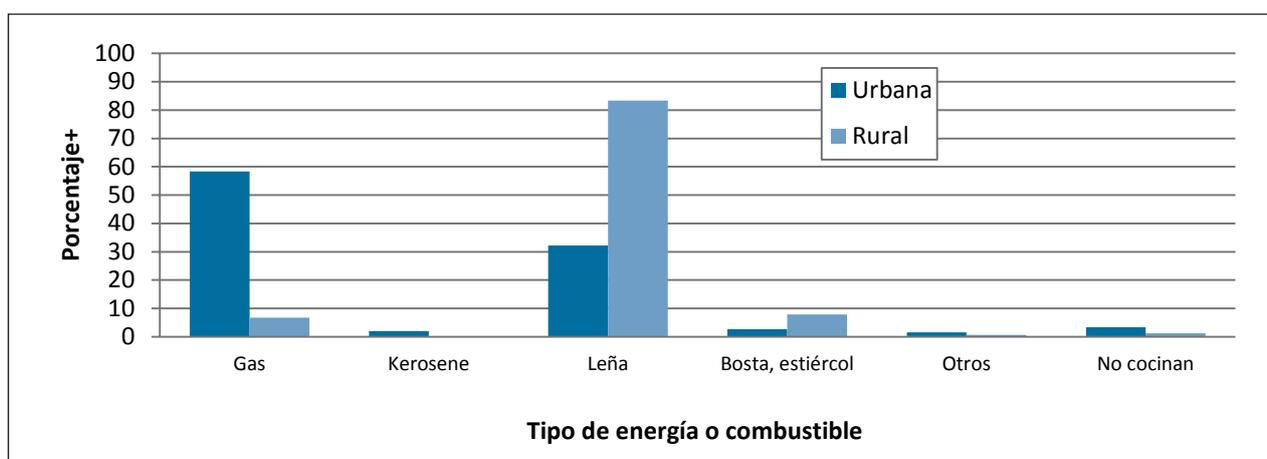


Figura 1.8 Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de energía o combustible que más utilizan para cocinar 2007. Fuente INEI, 2007.

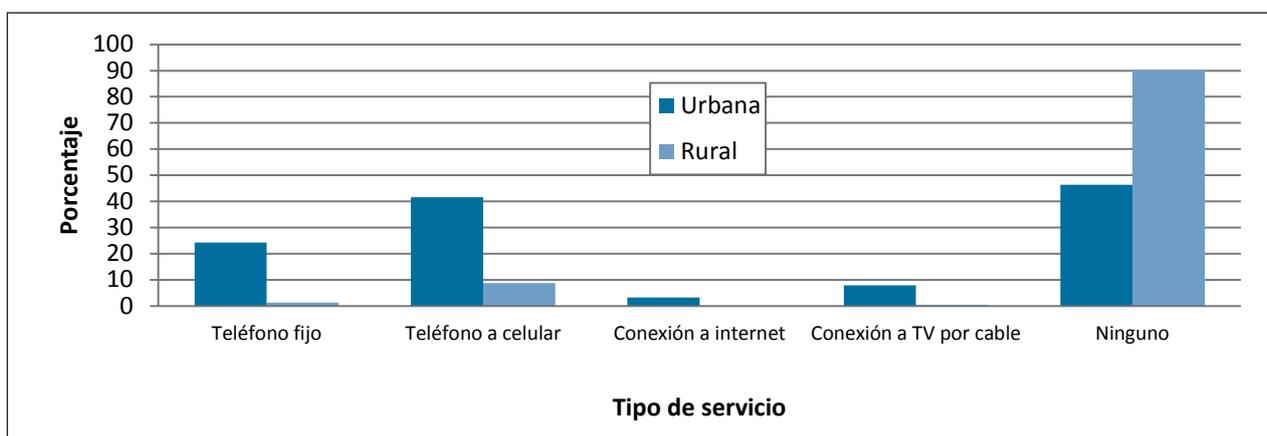


Figura 1.9 Junín: Viviendas particulares con ocupantes presentes, según área de residencia y tipo de servicio de información y comunicación que tiene 2007. Fuente INEI, 2007.

Otro indicador que muestra esta diferencia entre entornos urbano y rural, es la disponibilidad de alumbrado eléctrico por red pública. Según datos del INEI, para el año 2007 las viviendas particulares con ocupantes presentes que contaban con alumbrado eléctrico por red pública en la zona urbana era cercano al 90%, mientras que para el área rural era apenas algo más del 40%.

En general, las estadísticas mostradas señalan la falta de servicios básicos tanto para la zona urbana como rural de la región Junín, siendo notorias las diferencias entre ambos entornos. Además, éstos indicadores tienen implicancia sobre aspectos relacionados a salud, como es la falta de redes de agua y desagüe y las EDAs, y el tipo de combustible utilizado para cocinar, como la leña (más del 80% de la población rural) y las IRAs. Por otro lado, a pesar de la expansión de la telefonía celular en el país, aún son notorias las faltas de servicios de comunicación e información.

Principales características socioeconómicas

Sectores económicos

En la Figura 1.10 se presenta el aporte al PBI de la región Junín, por principales actividades económicas, donde los sectores servicio, manufactura y agricultura tienen los porcentajes más altos de aporte.

En cuanto a la población económicamente activa ocupada, el 54% trabaja en sectores primarios, el 8,8% en sectores secundarios, y el 37,2% en terciarios ó de servicios. (INEI, 2006). De ellos, un 18,1% es empleador ó patrono, 17% obrero ó trabajador del hogar, un 37,4% es trabajador independiente, y un 27,1% es trabajador familiar no remunerado. Por otro lado, los adecuadamente ocupados representan un 49,1% de la PEA, 3,6% de desempleados, y un 47,3% de subempleados o no apropiadamente empleados.

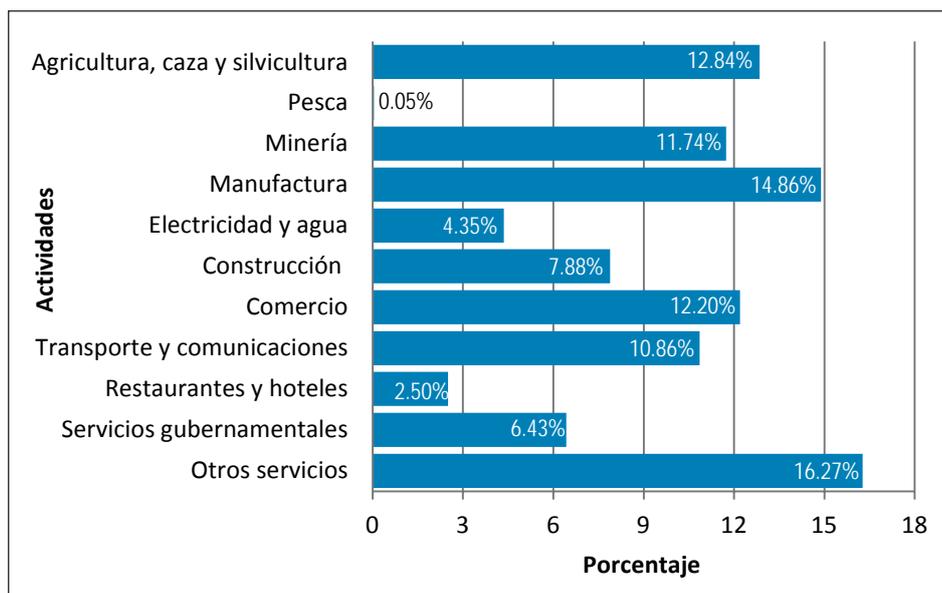


Figura 1.10 Junín: Aporte al PBI por principales actividades económicas, 2008. Fuente INEI, Dirección Nacional de Cuentas Ambientales, 2009.

La información censal sobre los aspectos agropecuarios se limitan a la información del III Censo Nacional Agropecuario, realizado en 1994. Según este censo, el 84% de la superficie de la región era no agrícola, y solo un 16% de uso agrícola; además el 88,5% de la superficie agrícola se trabajaba bajo el sistema de secano (dependiente de las lluvias), y el 11.5% bajo riego. Finalmente, de la superficie no agrícola, el 62,4% correspondía a pastos naturales, el 31,3% a montes y bosques, y 6,3% a otras clases.

Educación y Salud

La tasa de analfabetismo de la región es de 7,6% (INEI, 2007). Las provincias con mayor tasa de analfabetismo son Junín (13,1), Satipo (11,3), Concepción (10,2) y Tarma (8,3). Por otro lado, si se toma el nivel de analfabetismo por hombres y mujeres, la tasa de analfabetismo de los hombres el del 3,4%, y la de mujeres es de 11,7%. En términos absolutos, de todos los analfabetos de la región, el 22% son hombres, y el 79% mujeres.

En la Figura 1.11, se presenta el nivel de educación alcanzado por la población mayor de 15 años, censada durante el año 2007.

Las diferencias entre la zona urbana y rural son notorias. Como se aprecia, la total falta de educación formal en la población urbana alcanza un 5%, mientras que

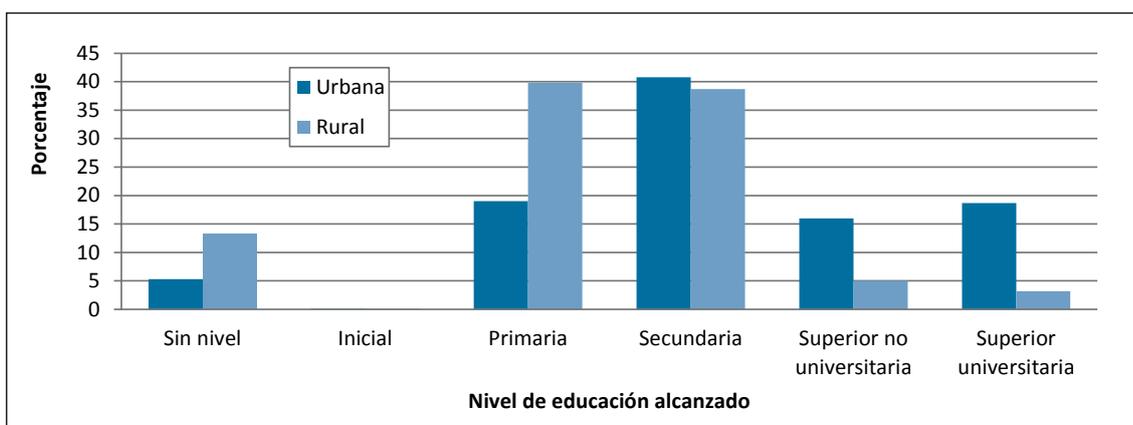


Figura 1.11 Junín: Población censada de 15 años y más de edad, según área de residencia y nivel de educación alcanzado (INEI, 2008).

en la rural el porcentaje sube hasta aproximadamente un 13%. De la misma forma, la población con educación superior universitaria en las ciudades llega a aproximadamente un 18%, mientras que en el campo el porcentaje solo alcanza un 3%.

Por otro lado, la cobertura del sector salud es bastante deficiente. Aproximadamente un 56% de la población no cuenta con ningún tipo de seguro médico, haciéndola sumamente vulnerable ante emergencias o enfermedades en algún miembro de la familia, que por ejemplo en la zona rural, este tipo de situaciones obligan a la venta apresurada de algunas cabezas de ganado, lo que descapitaliza a las familias, sobre todo en las zonas rurales. El resto de la población, aproximadamente un 44%, se encuentra afiliada a algún tipo de seguro, tal como EsSalud, Sistema Integral de Salud SIS, u otros tipos de seguro (INEI, 2009).

Si bien las tasas de desnutrición crónica infantil para niños menores de 5 años mostró una disminución en el periodo 2007-08, durante el año 2009 mostró un incremento nuevamente (Tabla 1.4); mientras que la tasa de mortalidad infantil mostró una tendencia negativa: 36,02%, 27,01% y 20,01%, correspondientes a los quinquenios 1995-200, 2000-2005, y 2005-2010, respectivamente.

Tabla 1.4 Tasa de desnutrición crónica de niños menores de 5 años.

Años	2000	2007 a/	2007-08	2009
Porcentaje	31,3	26,2	23,4	26,8

Fuente INEI, ENDES Continua 2005 y 2009, ENDES de Línea de Base 2007-2008.

Diferencias entre las subcuencas en estudio

En la Tabla 1.5 se presenta información sobre las provincias que conforman la región Junín, de las cuales tres conforman la zona de estudio: Huancayo, Concepción y Chupaca, que para propósitos metodológicos del estudio, se han trabajado como equivalentes a las subcuencas de Shullcas, Achamayo y Chupaca, respectivamente.

La población total de las tres provincias alcanza los 606.883 habitantes, y muestran marcadas diferencias en su densidad poblacional: por un lado Huancayo – marcadamente más urbano – cuenta con 138,44 habitantes por Km²; mientras que Concepción y Chupa solo 19,73 y 46,65 por Km², respectivamente. En la Tabla 1.8 se presenta la conformación distrital de cada una de las provincias; además de los distritos, en cada provincia existen centros poblados que cuentan con sus propias autoridades municipales. Estos centros poblados son creados por ordenanza de la municipalidad provincial y son ellas las que determinan su delimitación territorial. Cabe indicar que en el país existe un alto porcentaje de distritos y provincias que no se encuentran debidamente delimitados, donde la imprecisión de límites territoriales constituyen un grave problema para la gestión del territorio.

Tabla 1.5 Provincias de Huancayo, Concepción y Chupaca y sus distritos.

Provincia	Número de distritos	Distritos
Huancayo	28	Huancayo, Carhuacallanga, Chacapampa, Chicche, Chilca, Chongos Alto, Chupuro, Colca, Culhuas, El Tambo, Huacrapuquio, Hualhuas, Huancan, Huasicancha, Huayucachi, Ingenio, Pariahuanca, Pilcomayo, Pucara, Quichuay, Quilcas, San Agustín, San Jerónimo de Tunan, Saño, Sapallanga, Sicaya, Santo Domingo de Acobamba, Viques
Concepción	15	Concepción, Aco, Andamarca, Chambar, Cochas, Comas, Heroínas Toledo, Manzanares, Mariscal Castilla, Matahuasi, Mito, Nueve de Julio, Orcotuna, San José de Quero, Santa Rosa de Ocopa
Chupaca	9	Chupaca, Ahuas, Chongos Bajo, Huachac, Huamancaca Chico, San Juan de Iscos, San Juan de Jarpa, Tres de Diciembre, Yanacancha

Fuente INEI, Dirección Nacional de Censos y Encuestas, 2011.

Las diferencia entre las subcuencas en gran medida están determinadas por las diferencias entre la cantidad de población urbana y rural en cada una de ellas (Figura 1.12).

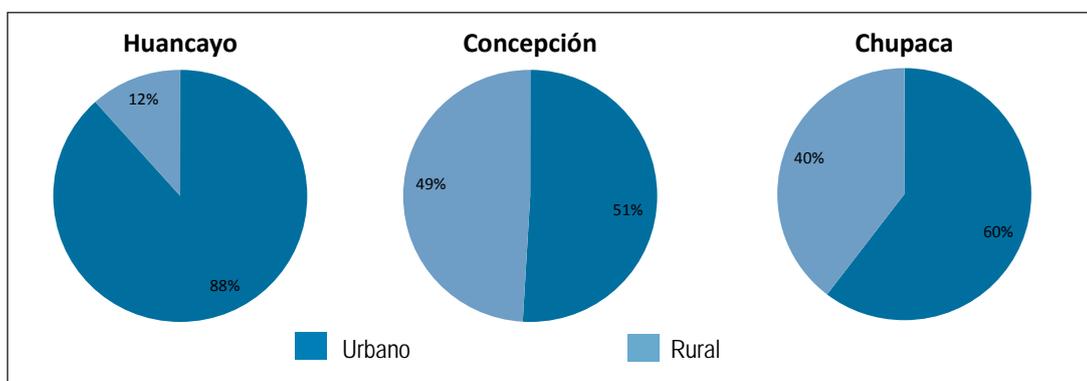


Figura 1.12 Población de las provincias de Huancayo, Concepción y Chupaca. Fuente: INEI, Censos Nacionales 2007: XV de población y VI de Vivienda.

Un ejemplo de las diferencias entre las subcuencas se muestra en la Figura 1.13, donde se presentan las viviendas que cuentan servicios de información y comunicación. Así, el porcentaje de hogares que no cuentan con algún tipo de servicio es de poco menos de 35% para el caso de Huancayo (subcuenca del río Shullcas, con mayor población urbana), mientras que para Concepción (subcuenca de Achamayo) y Chupaca (subcuenca de Chupaca) alcanzan el 70% y 66%, respectivamente.

Sin embargo, no solo son las zonas rurales las que presentan indicadores de alta vulnerabilidad, si bien las ciudades concentran el grueso de los recursos económicos, financieros, institucionales, educacionales, etc., factores como el incremento poblacional de las últimas décadas, y su crecimiento no planificado ha acarreado también la existencia de numerosos asentamientos humanos que carecen de los servicios básicos mencionados.

Al igual que en las principales ciudades de Latinoamérica y el Caribe, las ciudades en la zona de estudio se caracterizan por “un medio ambiente insalubre y contaminado, la inseguridad, la exclusión social, la falta de voz, el desempleo y las tierras invadidas que son sólo algunas de las dificultades que enfrentan las ciudades del continente al comenzar el siglo XXI.” (PNUD, 2003).

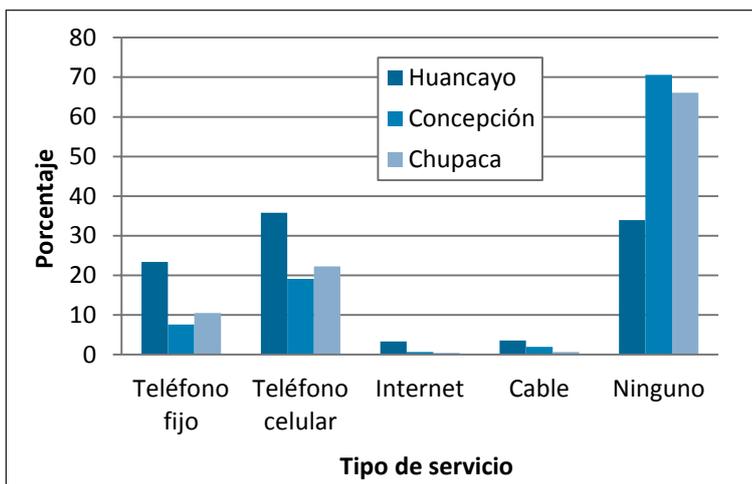


Figura 1.13 Provincias de Huancayo, Concepción y Chupaca: Hogares en viviendas particulares con ocupantes presentes por servicios de información y comunicación que posee el hogar en porcentajes, 2009. Fuente INEI, Censos Nacionales 2007: XV de Población y VI de Vivienda.

Bibliografía Introducción

Bah M., Cissé S., Diyamett B., Diallo, G., Lerise, F., Okali, D., Okpara E.; Olawoye J. y C. Tacoli, (2003): Changing rural-urban linkages in Mali, Nigeria and Tanzania. En Environment and Urbanization. Vol. 15, Nro. 01, Abril 2003. International Institute for Environment and Development (IIED).

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, (2011): Síntesis Regional Recursos, potencialidades y crecimiento. CEPLAN, 420 pp.

Consejo Nacional del Ambiente, (2005): Plan de Acción para el Mejoramiento de la Calidad del Aire “A limpiar el Aire, Ciudad de Huancayo” (versión preliminar), CONAM.

Gobierno Regional de Junín, (2003a): Plan de desarrollo regional concertado Junín 2004-2007. Gerencia regional de planeamiento presupuesto y acondicionamiento territorial, Subgerencia de planeamiento estadística y cooperación técnica internacional.

Gobierno Regional de Junín, (2003b): Plan estratégico institucional de la región Junín, Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial, Subgerencia de Planeamiento Estadística y Cooperación Técnica Internacional.

Instituto Geofísico del Perú. (2005a): Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro. Cambio Climático / Evaluación Local Integrada de Cambio Climático para la Cuenca del Río Mantaro, Volumen 3. Lima, Perú: Fondo Editorial del Consejo Nacional del Medio Ambiente [CONAM].

Instituto Geofísico del Perú. (2005b): Diagnóstico de la cuenca del río Mantaro bajo la visión de cambio climático. Cambio Climático / Evaluación Local Integrada de Cambio Climático para la Cuenca del Río Mantaro, Volumen 2. Lima, Perú: Fondo Editorial del Consejo Nacional del Medio Ambiente [CONAM].

Instituto Geofísico del Perú. (2005c): Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro. Cambio Climático / Evaluación Local Integrada de Cambio Climático para la Cuenca del Río Mantaro, Volumen 3. Lima, Perú: Fondo Editorial del Consejo Nacional del Medio Ambiente [CONAM].

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2008): Censos Nacionales 2007 XI de población y VI de vivienda – Resultados Definitivos Departamento de Junín – Tomo 1. INEI, 762 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2009): Perú: Estimaciones y proyecciones de población por departamento, sexo y grupos quinquenales de edad 1995-2025. Boletín de Análisis demográfico Nro. 37, INEI, 260 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2010a): Estadísticas Municipales 2009: Resultados a Nivel Distrital. INEI, 92 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2010b): Directorio Nacional de Municipalidades Provinciales, Distritales y de Centros Poblados. INEI, 393 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2010c): Perú Perfil de la pobreza por departamentos 2005-2009. INEI, 304 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2010d): Anuario de Estadísticas Ambientales 2010. INEI, 523 pp.

Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2010e): Perú: Estimaciones y proyecciones de población económicamente activa urbana y rural por sexo y grupos de edad, según departamento, 2000-2015. INEI Boletín Especial Nro. 20 – Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales, 441 pp.

Ministerio de Agricultura 2010: Perú Forestal en Números Año, (2009): MINAG – Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (Documento preliminar) pp. 86.

Sorensen, N., y F. Stepputat, (2000): La población desplazada entre la asistencia y el desarrollo en los Andes Centrales del Perú. Working Paper 00.6 del Centre for Development Research – Copenhagen.

Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento, (2010): Las EPS y su desarrollo. Informe Técnico SUNASS, 101 pp.

Trivelli, C. y Boucher S., (2005): Vulnerabilidad y shocks climáticos: el costo de la sequía para los productores agropecuarios de Piura y el Valle del Mantaro. Economía y Sociedad 61, CIES, octubre 2006.

Capítulo 2

Percepción de la población y conocimiento local

Introducción Capítulo 2

Parte importante de la línea base socioeconómica y cultural en el valle del Mantaro fue el levantamiento de información sobre las percepciones de la población ante los eventos meteorológicos extremos. Interrogantes como ¿Cuáles son los eventos extremos que la población considera más dañinos?, ¿Cuáles son los impactos negativos de tales eventos?, ¿Existen diferencias entre las percepciones en cada una de las tres subcuencas estudiadas?, ¿Cuáles son las acciones que toma la población ante tales eventos?, etc. debían ser contestadas, pues la percepción de la población es un elemento clave si se quiere trabajar en forma efectiva políticas locales y regionales tanto de gestión de riesgos, cambio climático y manejo de recursos naturales.

Además, las comunidades del valle del Mantaro —especialmente en zonas rurales— mantienen algunos conocimientos sobre pronóstico y control y/o respuesta ante la ocurrencia de eventos meteorológicos adversos, siendo generalmente los comuneros de mayor edad los principales depositarios de este conocimiento.

En el presente capítulo se presenta un reporte sobre las “Percepciones de la población rural y urbana en el valle del Mantaro”, a cargo de Enma Núñez, Lidia Enciso, Luis Céspedes y Alejandra Martínez. En este reporte se muestran los principales resultados de las encuestas, talleres participativos y entrevistas realizados en el marco del proyecto. El siguiente artículo a cargo de Marco Moreno “Determinación de umbrales de lluvias intensas y su presencia en los medios de comunicación”, es un primer intento por identificar los puntos de quiebre que hacen que un evento de lluvias muy fuerte, con impactos en la población y sus medios de vida, aparezca o no en los medios de prensa. Esta información podría ser sumamente útil para alertas tempranas ante la ocurrencia de lluvias extremas.



Foto 2.1 Realización de entrevistas a familias ganaderas sobre el impacto de los eventos meteorológicos extremos en la subcuenca del río Shullcas. Crédito E. Núñez.

Ligado al tema de percepciones, está el siguiente artículo “Conocimiento local sobre tiempo y clima en el valle del Mantaro”, a cargo de Alejandra Martínez, Enma Núñez, Violeta Beraún, Luis Céspedes y Lidia Enciso, trabajo que ha buscado sistematizar el conocimiento local sobre tiempo y clima, así como ahondar en la naturaleza y validez científica de dicho conocimiento. Por ello, la investigación descrita en el último artículo “¿Sirve el conocimiento tradicional desde un punto de vista físico?: Estudio de caso sobre el pronóstico de heladas en el valle del Mantaro”, a cargo de Miguel Saavedra, buscó dar una explicación física al conocimiento local del valle del Mantaro, que indica que las heladas pueden predecirse observando la cobertura nubosa el día anterior a la ocurrencia de una helada.

Percepciones de la población rural y urbana en el valle del Mantaro

Enma Núñez, Lidia Enciso, Luis Céspedes y Alejandra Martínez

Introducción

Parte importante del proyecto fue recoger las percepciones de la población del valle del Mantaro, tanto en los ámbitos rural como urbano. Para ello se trabajaron encuestas semi estructuradas de determinación de línea base, que incluyeron fuertemente los aspectos de percepciones de la población.

La información se recolectó en las tres subcuencas en estudio en el proyecto: Shullcas, Cunas y Achamayo, tanto en los ámbitos urbano y rural, y fueron tomadas entre los meses de julio-agosto 2010.

Para los talleres se buscó representatividad de los diferentes centros poblados y comunidades campesinas de las subcuencas. La información sobre características de los entrevistados se presenta en la Tabla 2.1.

El total de encuestas realizadas para el ámbito rural fue de 79, y para el urbano de 91. Además, las edades de los encuestados fluctuaron entre los 15 y los 78 años de edad.

Tabla 2.1 Información base de las encuestas sobre percepciones en el ámbito rural y urbano del valle del Mantaro.

Subcuenca	Provincia	Distrito	Comunidad o centro poblado de procedencia	Sexo del encuestado		Total
				F	M	
Ámbito rural						
Achamayo	Huancayo	Quilcas	Quilcas-ShahuaPampa, ItañoCorral, Sotomacahay, Sutuli, Ceboyllayo, Rangra, Barrio Pampa	12	17	29
Cunas	Chupaca	Chupaca	San Juan de Jarpa-Bellavista, San Juan de Jarpa-Huaychulo, San Juan de Jarpa-Shicuy, San Juan de Jarpa - Chacapampa	19	16	35
Shullcas	Huancayo	Huancayo	Acopalca	12	3	15
Ámbito urbano						
Achamayo	Concepción	Heroínas Toledo, Santa Rosa de Ocopa, Matahuasi, Nueve de Junio, Ingenio, Quichuay, Concepción, Orcotuna	Heroínas Toledo, Santa Rosa de Ocopa, Matahuasi, Nueve de Julio, Ingenio, Quichuay	15	16	31
	Jauja	Acolla	CONVEAGRO			
Cunas	Huancayo	Chicche, Sicaya, Chupuro, Huacrapuquio	Chicche, Sicaya, Huacrapuquio	10	21	31
	Chupaca	Yanacancha, San Juan de Jarpa, Chambará, Huacha, Chupaca, Ahuac, Tres de Diciembre, Huamancaca Chico	Yanacancha, Shicuy, chambará, Santa Rosa de Tiste, Marcatuna, Huamancaca Grande, Huamancada Chico			
	Concepción	San José de Quero	San José de Quero, Usibamba			
Shullcas	Huancayo	Tambo, Huancayo, Chilca	Huancayo, Vilcacoto, Cullpa Alta, Cochac Grande, Cochac Chico, Uñas, Hualaoyo	7	22	29

Características socioeconómicas de los encuestados

56% de los encuestados fueron varones y un 44% mujeres; fue claro el menor grado de instrucción entre los encuestados en el ámbito rural, que en muchos casos dificultó la realización de las encuestas, sobre todo para el caso de la zona rural de Achamayo. En la Figura 2.1, “sin nivel” implica analfabetismo, sobre todo entre las mujeres.

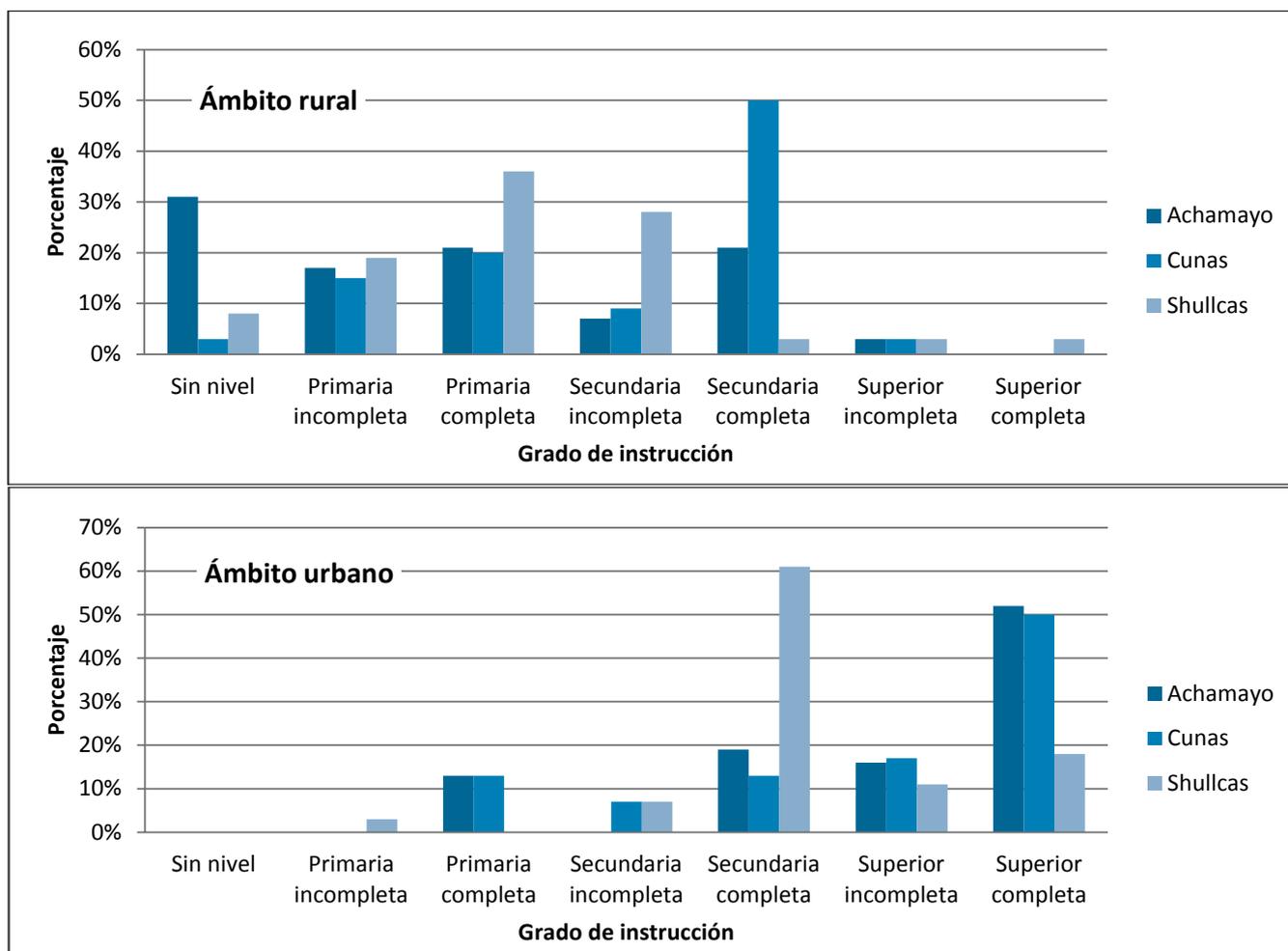


Figura 2.1 Grado de instrucción de la población encuestada por subcuenca y ámbito rural ó urbano.

Ante la pregunta de si los encuestados contaban con trabajo estable, es decir, dependientes con un sueldo o salario fijo, para el ámbito rural las respuestas fueron de “no” para un 90%, 85% y 53% para las subcuencas de los ríos Achamayo, Cunas y Shullcas, respectivamente. Para el caso del ámbito urbano, la respuesta negativa correspondió a un 29%, 54% y 52% para las mismas subcuencas.

Sobre la pertenencia a alguna asociación de riego, las respuestas fueron: Sí pertenecen a alguna asociación, 25%, 61% y 0% para las subcuencas de los ríos Achamayo, Cunas y Shullcas en el ámbito rural, respectivamente. Para el caso de la subcuenca de Achamayo, las asociaciones de riego están formadas por los integrantes de barrios o anexos, como los de Colpar y Quilcas, que en algunos casos están en formación. En el caso de la subcuenca del Cunas, además de las asociaciones formadas por barrios ó pertenencia a comunidades como la de Bellavista, también existen comités de regantes formalmente establecidos.

Finalmente los encuestados en el Shullcas —mayoritariamente pertenecientes a la comunidad campesina de Acopalca— indicaron que no pertenecen a ninguna asociación de riego, lo que tiene sentido dado que dependen íntegramente de la lluvia para riego, mientras que un 97% y 63% de los encuestados de la subcuenca de Achamayo y Cunas también indicaron su dependencia a las lluvias como medio de riego.

Finalmente, las principales actividades económicas señaladas por los encuestados, variaron tanto por ámbito rural o urbano, como entre cada subcuenca (Tabla 2.2).

Para el caso de Achamayo, los encuestados indicaron que sus principales cultivos son: papa nativa, papa mejorada, maíz, pastos y olluco. Para el caso del Cunus: papa nativa, cebada, haba, papa mejorada, pastos y olluco. Y finalmente, para la subcuenca del Shullcas: papa nativa, papa mejorada, pastos, olluco y oca.

Para las áreas de pastoreo, 76%, 94% y 89% de los entrevistados de las subcuencas de Achamayo, Cunus y Shullcas indicaron que realizan pastoreo por zonas y por temporadas; sin embargo, en Achamayo ningún encuestado realizaba rotación de canchas, y en el Cunus y Shullcas solo 52% y 55%, respectivamente. Además, el pastoreo se realiza en las partes más altas de la cuenca. Los principales tipos de ganado criados en las tres subcuencas son vacunos, ovinos y camélidos, y su comercialización se realiza mayoritariamente en ferias locales y provinciales

Percepción de la población

Se recogió la percepción de la población rural y urbana sobre aquellos eventos meteorológicos que causaban mayores daños a sus medios de vida.

En las tres subcuencas, y para los ámbitos rural y urbano, las heladas constituyeron el evento meteorológico extremo que causa mayores daños, según los entrevistados. Entre los principales daños mencionados están: las plantas se “queman”, se marchitan las hojas, se puede llegar a perder los cultivos, etc.; y en los aspectos de salud, se menciona que ocasionan enfermedades bronquiales.

De hecho, las IRAs son las enfermedades mayoritariamente mencionadas como recurrentes para todas las subcuencas y en ambos ámbitos (aproximadamente un 80% de las enfermedades que sufren los pobladores del valle), seguidos de las EDAs, y afecciones a la piel.

Para el ámbito urbano, las sequías de larga duración (entendidas como atraso en el inicio de lluvias durante varias semanas o incluso meses), ocuparon el segundo lugar, sin duda debido a que ante la falta de precipitaciones se generan —con frecuencia— cortes en los servicios de agua potable en las principales ciudades del valle, sobre todo en la capital, Huancayo.

Siguiendo con la percepción en el ámbito urbano, en tercer lugar se ubicaron las lluvias intensas para las subcuencas de los ríos Cunus y Shullcas, mientras que para Achamayo fueron las granizadas. En este ámbito, las lluvias intensas a menudo ocasionan congestión en el tránsito, derrumbes y obstrucción de calles y carreteras, pero también son mencionados los efectos sobre la agricultura, como la aparición de enfermedades como la racha en la papa. Para el caso de las granizadas se mencionan problemas en los techos, daño a los animales domésticos menores, etc.

Tabla 2.2 Principales actividades económicas de los núcleos familiares según ámbito rural y urbano, y por subcuenca.

Subcuenca	Principal actividad económica— Ámbito rural	Principal actividad económica— Ámbito urbano
Achamayo	Ganadería Agricultura Peón Artesanía Otros	Otras actividades económicas Agricultura Ganadería Comercio Otros
Cunus	Agricultura Ganadería Peón Comercio Otros	Otras actividades económicas Agricultura Ganadería Comercio Otros
Shullcas	Agricultura Ganadería Artesanía Comercio Otros	Otras actividades económicas Agricultura Artesanía Comercio Otros

Fuente: Encuestas participativas y entrevistas - Proyecto MAREMEX.

Tabla 2.3 Eventos meteorológicos extremos identificados por ámbito rural y urbano, y por subcuenca.

Subcuenca	Ámbito rural	Ámbito urbano
Achamayo	1. Heladas 2. Sequías de larga duración 3. Lluvias intensas 4. Veranillos 5. Granizadas 6. Deslizamiento	1. Heladas 2. Sequías de larga duración 3. Granizadas 4. Lluvias intensas 5. Veranillos 6. Deslizamiento
Cunus	1. Heladas 2. Granizadas 3. Lluvias intensas 4. Sequías de larga duración 5. Veranillos 6. Deslizamiento	1. Heladas 2. Sequías de larga duración 3. Lluvias intensas 4. Granizadas 5. Veranillos 6. Deslizamiento
Shullcas	1. Heladas 2. Deslizamiento 3. Sequías larga duración 4. Lluvias intensas 5. Veranillos 6. Granizadas	1. Heladas 2. Sequías de larga duración 3. Lluvias intensas 4. Veranillos 5. Granizadas 6. Deslizamiento

Fuente: Entrevistas participativas y encuestas - Proyecto MAREMEX.

En el caso del ámbito rural, las respuestas variaron de la siguiente manera. Para Achamayo, al igual que en el ámbito urbano, fueron las sequías de larga duración las consideradas como más dañinas después de las heladas, debido a: i) Reducción del crecimiento de las plantas, ii) Pérdida de la producción, iii) Atraso en la siembra, etc. Y en tercer lugar se mencionó a las lluvias intensas debido a: i) Que pudren las semillas y raíces de los cultivos (por ejemplo el caso de la zanahoria), ii) Aparición de enfermedades como la racha, iii) Maltrato de las plantas que se “aplastan”, etc.

Para el caso del Cunas, las granizadas ocuparon el segundo lugar, debido a que tumban las plantas, hacen caer las hojas y flores de los cultivos, afecta los granos de algunos cultivos como la cebada, y en general perjudica las sementeras (terrenos sembrados). En tercer lugar se mencionan las lluvias intensas, debido a efectos similares a los mencionados para el caso de la subcuenca de Achamayo.

Para el caso de la subcuenca del Shullcas, el segundo lugar es ocupado por los deslizamientos, que interrumpen las carreteras a menudo dejando incomunicados pueblos y centros poblados rurales. En tercer lugar están las sequías de larga duración, ya que “malogran y reducen la producción”, y “demoran la siembra”.

Por otro lado, existe una respuesta ambivalente ante las preguntas sobre las lluvias intensas, pues si bien se espera de que lleguen oportunamente (año bueno), también el exceso de estas es mencionado como un problema serio, tanto para la agricultura como para las principales vías de comunicación. Los meses donde más se producen inundaciones, son en orden de ocurrencia: enero, febrero, marzo, diciembre, abril y noviembre.

Para las subcuencas de Achamayo, Cunas y Shullcas —en el ámbito rural— la comunidad campesina continúa siendo la mayor forma de organización ante la ocurrencia de eventos extremos, así lo indicaron el 22%, 73% y 36% de los encuestados, respectivamente.

Determinación de umbrales de lluvias intensas y su presencia en los medios de comunicación

Marco Moreno

Introducción

Las noticias publicadas por los medios de comunicación son una herramienta útil para identificar cuándo y dónde han ocurrido ciertos sucesos concretos, que son importantes según el criterio del informante. Aún cuando se cuente con la información meteorológica (por ejemplo mediciones de 30 mm de lluvia en un día determinado), sin la información de bases de datos de noticias ó atención de emergencias no se podrá conocer si esa lluvia es suficiente para producir daños que ameriten su aparición en los medios de prensa. Así, se plantea la pregunta ¿Qué determina que un evento meteorológico genere una noticia en los diarios?, información que potencialmente podría ser utilizada para apoyar la acción de autoridades y población en general ante la inminencia de una situación de desastre.

Debido a la inmediatez y extensión de sus impactos, son los eventos de lluvias intensas los que tienen mayor presencia en los medios de comunicación, por lo que se decidió determinar el umbral (valor crítico) para este tipo de eventos, que fuera determinante para la aparición de noticias en los diarios locales. Se utilizó la base de base de datos DESINVENTAR (www.desinventar.org), limitándose la información a las provincias de Huancayo, Chupaca, Concepción y Jauja.

Datos utilizados y metodología

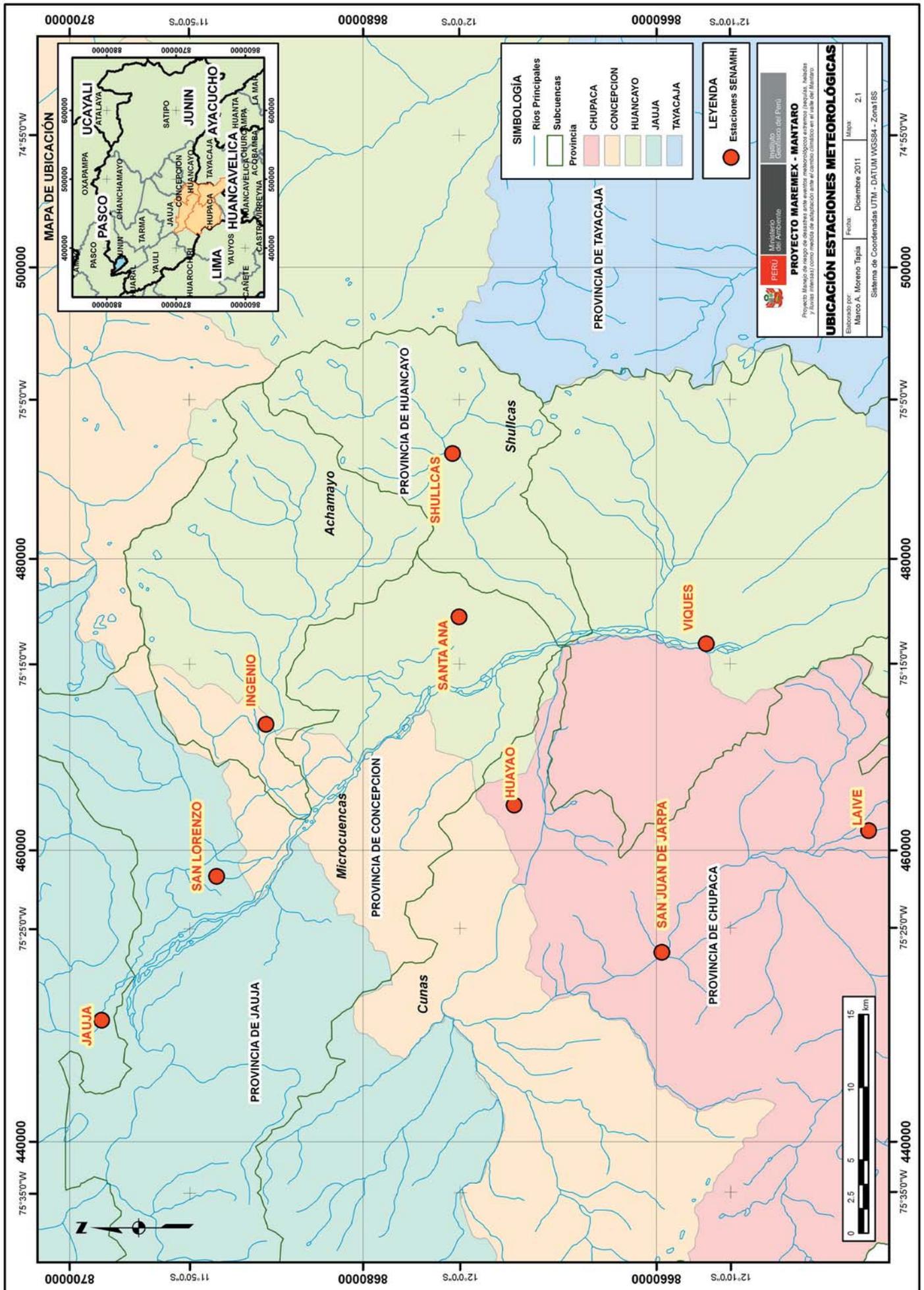
Los registros de precipitación fueron obtenidos del SENAMHI, a excepción de la estación meteorológica de Huayao (IGP). El detalle de la ubicación de las estaciones utilizadas se registran en la Tabla 2.4 y se muestran en el Mapa 2.1. Se utilizó la base de datos de noticias DESINVENTAR para la recolección de los registros de noticias de medios de prensa escrita entre los años 1970 y 2009. A través de esta base de datos, se obtuvo la fecha de publicación de la noticia, la ubicación geográfica del lugar donde referencia la noticia, el tipo de evento registrado y la información de los impactos que causó el evento.



Figura 2.2 Ejemplos de noticias periodísticas sobre la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos en la zona de estudio. Crédito Diario Correo.

Tabla 2.4 Ubicación de las estaciones meteorológicas utilizadas

Estación	Lat (S)	Long (O)	Altitud	Distrito	Provincia
San Juan de Jarpa	12°7'12"	75°25'54.5"	3650	San Juan de Jarpa	Chupaca
Huayao	12°2'1"	75°20'20"	3360	Huachac	Chupaca
Ingenio	11°52'51"	75°17'16"	3422	Santa Rosa de Ocopa	Concepción
Santa Ana	12°0'16"	75°13'16"	3302	El Tambo	Huancayo
Shullcas	11°59'45.6"	75°11'1.2"	3750	El Tambo	Huancayo
Viques	12°9'45"	75°14'3"	3186	Viques	Huancayo
Laive	12°15'8"	75°21'19"	3831	Yanacancha	Chupaca
Jauja	11°46'59.16"	75°28'45.84"	3360	Jauja	Jauja
San Lorenzo	11°51'1"	75°23'1"	3320	San Lorenzo	Jauja



Esta información fue utilizada para identificar la fecha de ocurrencia de la noticia y evaluar los registros de precipitación que se obtuvieron de las estaciones meteorológicas. La evaluación de la precipitación fue del día del evento y de los 5,10 y 15 días de precipitación acumulada desde el día que se publicó la noticia.

Análisis de la información

Provincia de Chupaca

En la provincia de Chupaca se encuentran ubicadas las estaciones de Huayao, San Juan de Jarpa y Laive.

Se identificaron 8 eventos relacionados a las lluvias intensas en esta provincia. De estos eventos, se correlacionaron la fecha del evento de los registros de noticias con los registros de precipitación de las estaciones de Huayao, San Juan de Jarpa y Laive. Tablas 2.5, 2.6 y 2.7.

Los mayores valores de precipitación se registran en los distritos de Chupaca y Huamancaca Chico registradas el 06 de febrero de 1997. La estación de Huayao tiene un alto valor de precipitación en el día identificado y está relativamente cerca a los eventos (Tabla 2.6). Sin embargo, la estación de San Juan de Jarpa —a pesar de tener una alta precipitación en el día del evento— está lejano a dichos eventos identificados, como se aprecia en el Mapa 2.1.

La estación Laive sólo registró el 12,5% del total de los eventos identificados, que corresponde a la noticia del 17 de enero del 2001, del cual la precipitación del día fue de 14,7 mm; la precipitación acumulada de 5 días fue de 65,2; la precipitación acumulada de 10 días fue de 88,2 mm y la precipitación acumulada de 15 días fue de 93,4 mm. (Tabla 2.7).

El coeficiente de correlación entre las estaciones de San Juan de Jarpa y Huayao es 0,9749 para la lluvia diaria; el cual indica que existe una alta correlación entre los datos identificados por las fechas de noticias entre las estaciones de San Juan de Jarpa y Huayao. Sin embargo, para las 5 días acumulados, existe una correlación de 0,4653 que representa una correlación baja; asimismo, la correlación para los 10 días acumulados es de 0,2656 que representa muy baja correlación; sin embargo, esta correlación aumenta a 0,7054 que representa una mediana correlación para los 15 días de precipitación acumulada.

Tabla 2.5 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Huayao.

Tiempo	Noticia	Registros de lluvias: Estación Huayao			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
10/02/1994	Chongos bajo	7.2	45.6	69.6	89.3
06/02/1997	Chupaca	15	21.4	28.9	44.2
06/02/1997	Huamancaca Chico	15	21.4	28.9	44.2
16/04/1997	Chongos Bajo	2.5	8.7	24.5	32.1
08/11/1997	Ahuac	0	22.3	42.9	42.9
08/11/1997	Huamancaca Chico	0	22.3	42.9	42.9
08/11/1997	Tres de Diciembre	0	22.3	42.9	42.9
17/01/2001	Chupaca	0	1.8	3.3	17.4

Tabla 2.6 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación San Juan de Jarpa.

Tiempo	Noticia	Registros de lluvias: Estación San Juan de Jarpa			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
10/02/1994	Chongos bajo	5.5	38.6	65.1	115.1
06/02/1997	Chupaca	16.2	20.4	26.8	62.2
06/02/1997	Huamancaca Chico	16.2	20.4	26.8	62.2
16/04/1997	Chongos Bajo	6.1	8.2	29.5	35.9
08/11/1997	Ahuac	1.1	1.5	3.2	6.6
08/11/1997	Huamancaca Chico	1.1	1.5	3.2	6.6
08/11/1997	Tres de Diciembre	1.1	1.5	3.2	6.6
17/01/2001	Chupaca	2.3	18.6	27.1	30.7

Tabla 2.7 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Laive.

Tiempo	Noticia	Registros de lluvias: Estación Laive			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
10/02/1994	Chongos bajo				
06/02/1997	Chupaca				
06/02/1997	Huamancaca Chico				
16/04/1997	Chongos Bajo				
08/11/1997	Ahuac				
08/11/1997	Huamancaca Chico				
08/11/1997	Tres de Diciembre				
17/01/2001	Chupaca	14.7	65.2	88.2	93.4

Provincia de Concepción

En la provincia de Concepción se encuentra ubicada la estación meteorológica de Ingenio (Mapa 2.1).

Según la base de datos de DESINVENTAR, se identificaron 9 eventos relacionados a las lluvias intensas en esta provincia, los mayores valores de precipitación se registran en el distrito de Heroínas Toledo registrada el 16 de enero de 1970 (Tabla 2.8). La estación de Ingenio registró una alta precipitación en el día del evento y está próximo a dichos eventos identificados, como se aprecia en el Mapa 2.1

Tabla 2.8 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Ingenio.

Tiempo	Noticia	Registros de Lluvias: Estación Ingenio			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
16/01/1970	Heroínas Toledo	9.9	52.2	81.5	123.7
08/04/1973	-	0	33.9	41.6	73
02/03/1986	-	9.6	51.7	99.5	132.8
23/11/1992	Orcotuna	0.7	3.8	7	12.5
24/03/1993	Orcotuna				
12/09/1993	-	0.5	1.5	1.5	2.3
25/11/1993	-	2.6	23	42.4	70.9
30/01/1994	Comas	1.1	15.2	45.2	53.7
08/11/1997	-	6.9	33.5		

Provincia de Huancayo

En la provincia de Huancayo se encuentran ubicadas las estaciones de Viques, Santa Ana y Shullcas (Mapa 2.1).

Se identificaron 103 registros de noticias elaboradas a causa de las fuertes precipitaciones en el lugar, de las cuales se seleccionó las fechas de los registros de noticias que tengan todos los datos de precipitación en las 3 estaciones seleccionadas en la provincia de Huancayo.

La Tabla 2.9 indica que los registros de noticias referente a las lluvias intensas, se registraron más en el distrito de Huancayo, según la base de datos consultada. De estas lluvias intensas, evaluadas de la estación Santa Ana, las que tuvieron menor intensidad fueron identificados el día 11 de diciembre de 1993 en los distritos de Chilca y El Tambo con un valor de precipitación de 9,4 mm por día. En el distrito de Huancayo se registraron noticias —con una lluvia diaria de 16,7 mm— el 22 de marzo del 2001; sin embargo, la precipitación acumulada de 15 días para esta fecha es de 111,2 mm; siendo el mayor valor de precipitación acumulada para los registros seleccionados.

Tabla 2.9 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Santa Ana.

Tiempo	Noticia	Registros de Lluvias Estación Santa Ana			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
11/12/1993	Chilca	9.4			
11/12/1993	El Tambo	9.4			
06/02/1997	Sicaya	17.5	28	32.5	58.9
11/11/1997	El Tambo	16.2	27.3	48.5	58.1
15/12/1997	Huancayo	17.2	20.3	48.8	49.4
16/02/2001	Huancayo	19.3	59.1	62.2	75.5
15/03/2001	-	15.5	31.1	52.8	78.3
22/03/2001	Huancayo	16.7	57.1	81.8	111.2
24/03/2009	El Tambo	10.3	28.7	35.6	52.9

Tabla 2.10 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Shullcas.

Tiempo	Noticia	Registros de Lluvias Estación Shullcas			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
27/12/2002	Huancayo	28.7	52.5	93	116.3
24/03/2009	El Tambo	21.2			
13/01/2006	Chilca	17.1			
11/11/1997	El Tambo	11.6	23.8	58.6	78.5
22/03/2001	Huancayo	10.3			
22/12/2002	Huancayo	10	40.5	63.8	65.3

La Tabla 2.10 indica que se presentan noticias en el distrito de Huancayo a partir de una lluvia diaria de 10 mm; y para el Tambo de 11,6 mm por día. Según los registros de la base de datos consultada, sólo se cuenta con un registro de Chilca que fue de 17,1 mm por día. Los datos de mayor intensidad, fueron registradas en el distrito de Huancayo el 27 de diciembre de 2002 siendo para todos los casos evaluados, las precipitaciones diarias y acumuladas, las más intensas. Para esta fecha de referencia, se registraron intensidades de 28,7 mm / día ; 52,5 mm / 5 días ; 93 mm / 10 días y 116,3 / 15 días acumulados.

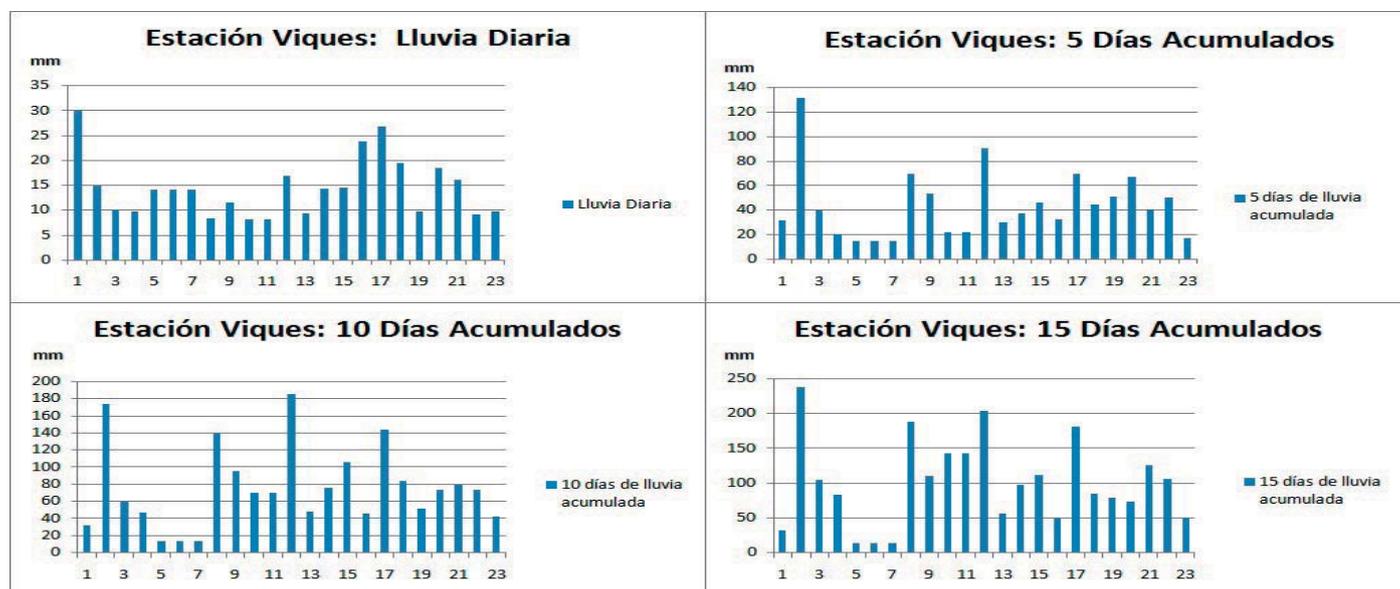
De las tres estaciones meteorológicas seleccionadas en la provincia de Huancayo, la estación de Viques cuenta con el mayor registros de noticias que tienen una alta intensidad de lluvia diaria (Tabla 2.11). De los registros de noticias de lluvias intensas que se identificaron, el distrito de Huancayo es el que tiene mayor número de casos, del cual la estación Viques registró un alto valor de intensidad de lluvia, seguido de los distritos de El Tambo y Chilca.

Tabla 2.11 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Viques.

Registro	Tiempo	Noticia	Registros de Lluvias Estación Viques			
# Orden	Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
1	01/01/1973		30	31,3	32,4	32,7
2	17/01/1973	Chicche	15	132	174	238
3	24/02/1982	Huancayo	10	40	59,5	104,7
4	12/03/1984	Huancayo	9,7	20	46,9	83,2
5	18/01/1991	Chilca	14,2	14,2	14,2	14,2
6	18/01/1991	El Tambo	14,2	14,2	14,2	14,2
7	18/01/1991	Huancayo	14,2	14,2	14,2	14,2
8	12/02/1993	Huancayo	8,3	69,2	138,6	189,3
9	12/11/1993		11,6	53,2	95,4	110,6
10	11/12/1993	Chilca	8,1	21,6	69,8	143,5
11	11/12/1993	El Tambo	8,1	21,6	69,8	143,5
12	02/02/1994	El Tambo	16,9	90,9	185,4	204,6
13	15/02/1995		9,4	29,7	48,2	56,4
14	21/02/1995		14,3	37,6	75,6	98
15	14/03/1995	El Tambo	14,6	46,3	106,2	111,6
16	21/12/1995		23,9	32,2	45,8	49,4
17	01/02/1996	Pariahuanca	26,8	69,5	143,3	181,9
18	28/01/1998	Huancayo	19,4	44,5	83,9	84,7
19	16/02/2001	Huancayo	9,8	51,2	51,2	79,3
20	15/03/2001		18,4	67,5	73,6	73,6
21	22/03/2001	Huancayo	16,2	40,2	79,7	125,8
22	07/02/2001		9,2	49,9	74,1	107
23	13/01/2006	Chilca	9,8	16,6	42,9	49,4

Debido a la cantidad de datos de los registros de noticias identificadas, se puede realizar una comparación entre la cantidad de lluvia precipitada en los distritos identificados. En la Figura 2.3 se muestra la cantidad de precipitación que se registró en la estación Viques; en el eje horizontal se expresan los registros de noticias de lluvias intensas identificadas (# de orden según Tabla 2.11).

Figura 2.3 Comparación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Viques



Provincia de Jauja

En la provincia de Jauja se encuentran ubicadas las estaciones de San Lorenzo y Jauja (Mapa 2.1). La Tabla 2.7 muestra el registro de precipitación diaria y de 5, 10 y 15 días de lluvia acumulada. Según la base de noticias consultada, se pueden identificar cinco distritos que fueron afectados por las lluvias intensas. Utilizando los registros de precipitación de la estación San Lorenzo, el distrito que registró la mayor intensidad diaria de precipitación es San Lorenzo, con 10,8 mm de lluvia diaria.

Sin embargo, en el distrito de Apata se presentó un aumento de precipitación brusca, ya que varió de 1,2 mm / día a 40 mm / 5 días; esto quiere decir que la noticia registrada fue referida a la percepción de los pobladores de las lluvias prolongadas de baja intensidad y no precisamente de una lluvia intensa; este caso puede apreciarse también en el distrito de Parco, que aumentó la cantidad de precipitación registrando su intensidad de 2,4 mm / día a 36,6 mm / 5 días.

Tabla 2.12 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación San Lorenzo.

Tiempo	Noticia	Registros de lluvias Estación San Lorenzo			
		Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
16/01/1970	Apata	1,2	40	68,8	74,7
02/03/1973	Parco	2,4	36,6	43,2	43,2
08/04/1973	-	0	24	24	24
17/10/1973	-	3,3	19,4	26,7	38,7
24/02/1974	-	12	28,5	46,4	66,1
24/02/1974	-	12	28,5	46,4	66,1
26/09/1996	Jauja	4,6	6,6	6,6	6,6
08/11/1997	-	0	15	17,5	17,5
24/02/1998	San Lorenzo	10,8	17	28,1	50,7
17/01/2001	Jauja	2	23	52	57
15/04/2001	Acolla	0	12	22	22

La Tabla 2.13 muestra como existen tres eventos registrados por las noticias locales, de la fecha 24 de diciembre del 2009. Según la base de datos consultada, los distritos afectados fueron Acolla, Sausa y Yauyos. Debido a la cercanía de los distritos de Sausa y de Yauyos (Mapa 2.1), probablemente se tratase de un mismo fenómeno y que el distrito de Acolla haya sido afectado por un evento independiente.

El distrito de Apata muestra una intensidad de lluvia diaria de 19,4 mm; quiere decir que la noticia de la fecha 16 de enero de 1970, pudiese haberse generado por una lluvia intensa y no prolongada. Caso contrario se muestra en la noticia del 28 de febrero de 1981 sucedido en Acolla, el cual, no presentó alguna precipitación en el día que se publicó la noticia, sin embargo, la cantidad de precipitación acumulada es alta para los 5, 10 y 15 días de precipitación acumulada de 49 mm, 94,9 mm y de 103,9 mm respectivamente; esto quiere decir que en estas fechas fue una noticia de lluvias prolongadas.

Resultados

Se establecieron umbrales de precipitación que generan reportes de noticias a nivel local en las provincias evaluadas, sin considerar la cantidad de registros evaluados.

Se ha considerado la cercanía de las estaciones meteorológicas a los distritos identificados de los registros de noticias, ya que existe una alta variabilidad de la lluvia; es decir, la estación meteorológica analizada puede no registrar la lluvia que sucede a 2 km de distancia de esta. Sin embargo, los distritos lejanos a las estaciones meteorológicas también fueron considerados en el análisis como una fuente de información, ya que se consideró como antecedente tanto la precipitación registrada, como la no registrada. Los resultados se muestran en la Tabla 2.14.

Uno de los problemas encontrados fue la falta de información meteorológica. Por ejemplo, en el análisis de la estación Laive, se contó con registros de noticias, pero que no pudieron ser comparados por la falta de registros de precipitación de la estación en esas fechas. Este problema se repitió en el resto de estaciones, aunque en menor medida, perjudicando el cálculo de los umbrales.

Tabla 2.13 Relación de los registros de lluvias intensas publicados por los diarios locales y la precipitación de la estación Jauja.

Tiempo	Noticia	Registros de lluvias Estación San Lorenzo			
Fecha	Distrito	Lluvia diaria	5 días Acumulados	10 días Acumulados	15 días Acumulados
16/01/1970	Apata	19,4			
02/03/1973	Parco	2,8	37,4	57,5	70,2
08/04/1973		0	24,9	27,4	34,4
17/10/1973		7,2	28,3	43,6	48,5
24/02/1974		9,8	30,9	61,4	85,8
24/02/1974		9,8	30,9	61,4	85,8
10/10/1980	Jauja	7,5	24	56,5	59
28/02/1981	Accolla	0	49	94,9	103,9
02/02/1982	Curicaca	0	24	58,5	79
12/02/1993	Sincos	7,1	25,8	78,6	97,8
26/09/1996	Jauja	0	12,7	15,8	15,8
08/11/1997		0	18,5	33,5	34,6
24/02/1998	San Lorenzo	0,6	11,4	15,2	32,2
17/01/2001	Jauja	0,2	13,6	41,5	64,7
15/04/2001	Accolla	0	3,5	30,8	31,3
24/12/2009	Accolla	36,9	45,7	65,1	91,7
24/12/2009	Sausa	36,9	45,7	65,1	91,7
24/12/2009	Yauyos	36,9	45,7	65,1	91,7

Tabla 2.14 Estación meteorológica, umbral sugerido y ámbito de influencia.

Estación meteorológica	Umbral sugerido	Ámbito de influencia (distritos donde se generaría la noticia)
Huayao	15 mm	Distritos de Huamancaca Chico y Chupaca, provincia de Chupaca.
Ingenio	9,9 mm	Distrito de Heroínas Toledo, provincia de Concepción.
Viques y Shullcas	10 mm	Distrito de Huancayo, provincia de Huancayo
Santa Ana	9,4 mm	Distritos de Chilca y El Tambo, provincia de Huancayo.
San Lorenzo	10,8 mm	Distrito de San Lorenzo, provincia de Jauja
Jauja	7,1 mm	Distrito de Sincos, provincia de Jauja
	7,5 mm	Distrito de Jauja, provincia de Jauja

Recomendaciones

Los resultados de este análisis representan un primer intento por determinar umbrales de precipitación en el valle del Mantaro, y son preliminares. Por ello es necesario realizar un seguimiento y ajuste de resultados para que la información pueda ser de gran utilidad para la prevención, así como la acción ante emergencias. Sin embargo, los umbrales no serán de utilidad a menos que se fortalezca la comunicación en forma oportuna y directa entre las autoridades, Defensa Civil, pobladores y las instituciones que brindan el servicio de proveer datos meteorológicos en tiempo real.

Conocimiento local sobre tiempo y clima en el valle del Mantaro*

Alejandra Martínez, Enma Núñez, Violeta Beraún, Lidia Enciso y Luis Céspedes

Introducción

Si bien desde hace varias décadas ha existido interés por rescatar y/o revalorar los conocimientos y tecnologías de sociedades como la andina, en los últimos años este interés ha tomado nuevas fuerzas, sobre el supuesto de que esos conocimientos podrían utilizarse como formas de adaptación en la lucha contra los efectos del cambio climático. El conocimiento que poseen las poblaciones de los Andes se viene denominando como “tradicional” ó como “saberes ancestrales”, sobre todo en proyectos relacionados a la adaptación y mitigación al cambio climático, sin embargo se ahonda poco en su naturaleza, y muchas veces se desconoce su origen y antigüedad,

A pesar de que existe abundante bibliografía que recoge información sobre conocimiento local, ésta se vincula principalmente a tecnología y buenos usos en agricultura, ganadería y forestería, por ejemplo el trabajo de Lechman y Soldi (1981); y aún son pocos los esfuerzos en identificar, recolectar, sistematizar y, sobre todo, validar los conocimientos locales directamente relacionados con el tiempo y clima.

Asimismo existe una fuerte tendencia en considerar todo conocimiento local como positivo y/o útil, sin tomar en cuenta la existencia – ó no -, de bases científicas que lo validen, los posibles efectos vinculados a la implementación de estos usos, y los cambios en los modelos sociales y económicos que los podrían hacer inviables. Por ello, se ha buscado ahondar en la naturaleza del conocimiento local relacionado con el tiempo y clima en el valle del Mantaro, sobre la base de la recolección de información sobre conocimiento local en tiempo y clima realizada en el marco del proyecto.

Antecedentes

Existen numerosos esfuerzos que han buscado recolectar y revalorar el conocimiento andino y debido a sus características de amplitud geográfica, persistencia en el tiempo y seriedad en su desarrollo, deben mencionarse en forma más detallada los esfuerzos del Proyecto Andino de Tecnologías Campesinas – PRATEC y del Proyecto Conservación In Situ de los cultivos nativos y sus parientes silvestres.

PRATEC, es una organización no gubernamental creada en 1986, y parte integral de su objetivo es el de “difusión de la sabiduría de nuestros pueblos”, con un ámbito de trabajo que abarca la región andina de Perú, Bolivia y norte de Chile (www.pratecnet.org). En este sentido el trabajo de recopilación de información sobre tecnologías andinas ha sido intenso en los últimos 20 años. Esta institución ha recolectado amplia información sobre conocimiento local relacionado, por ejemplo, con información de indicadores de un buen ó mal año para la agricultura, tales como: plantas, animales, fenómenos físicos y climáticos, y astros que “avisan” a los campesinos, sobre todo en la región Puno (PRATEC, 2012).

Por su parte, el Proyecto “Conservación In Situ de los Cultivos Nativos y sus Parientes Silvestres” (www.insitu.org.pe), fue una iniciativa interinstitucional reciente entre el Fondo Mundial para el Medio Ambiente FMAM, la coordinación del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD y la participación de seis instituciones nacionales (IIAP, INIA, PRATEC, CCTA, Arariwa y CESA), que buscaba preservar el patrimonio nacional en la forma de los recursos genéticos vegetales de las especies nativas cultivadas y sus parientes silvestres en 8 sitios de trabajo del Perú, incluyendo la sierra central. En el ámbito de Junín, el INIA trabajó en las zonas de Pariahuanca, a través de la Estación Experimental Santa Ana.

(*) Los autores agradecen a los ingenieros Lucy Giráldez y Raúl Yaranga por su apoyo en la realización de encuestas y entrevistas.

En la Tabla 2.15, se aprecian las técnicas tradicionales revaloradas según INIA, y seguidas por el proyecto In Situ. Si bien el proyecto estuvo centrado en la conservación de cultivos, los conocimientos sobre tecnologías locales vinculadas al agro recogidos y sistematizados fueron muy valiosos, e indudablemente indesligables de la visión del poblador andino y su conocimiento local sobre tiempo y clima.

Tabla 2.15 Técnicas tradicionales revaloradas por INIA

Producción agrícola	Poscosecha
<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnicas de preparación del suelo 2. Fertilización orgánica 3. Rotación de cultivos 4. Uso de cultivos asociados 5. Mezcla de semillas 6. Control de heladas 7. Control de la ranchara 8. Sistemas de deshierbo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diferentes sistemas de almacenamiento 2. Sistema de selección de granos y tubérculos 3. Prevención de plagas en el almacén 4. Sistemas de limpieza e granos

Sistematización del conocimiento local en el valle del Mantaro

Una de las actividades del proyecto consistió en el recojo de información sobre conocimiento local en tiempo y clima, información que se obtuvo a través de encuestas semi estructuradas tomadas en talleres participativos (ver el artículo “Percepciones de la población rural y urbana en el valle del Mantaro”, en este mismo capítulo).

Estas encuestas se complementaron con los resultados de un transecto agrostológico realizado el año 2010 en cada una de las subcuencas, y cuyo principal objetivo fue obtener información sobre ganadería y conocimiento local. Posteriormente, durante los años 2010 y 2011 se realizaron entrevistas puntuales a agricultores y ganaderos informados (ancianos, autoridades de comunidad, etc.) específicamente sobre el tema de conocimiento local.

Cabe aclarar algunos conceptos que se utilizaron durante el proyecto: por un lado, el hecho de que el término de sequía está principalmente vinculado al inicio de temporada de lluvias. Solo será un año bueno si las precipitaciones se presentan en forma consistente y a tiempo (a partir de setiembre).

El segundo concepto es el de veranillo, entendido como la falta de lluvia por más de una semana en temporadas de lluvias ya iniciadas. Además ambos conceptos son utilizados en forma indistinta por la mayoría de los pobladores entrevistados, lo que suele ser confuso y no permite diferenciar con precisión las medidas que se suelen utilizar para pronosticar y/o evitar su ocurrencia y mitigar los efectos de ambos fenómenos.

Los conocimientos locales recolectados se centraron en los temas de tiempo y clima, sobre todo (a) pronóstico y (b) mitigación ó disminución de los efectos. Para el primer caso se obtuvo información diferenciada sobre pronóstico del clima y pronóstico de eventos meteorológicos extremos.



De arriba hacia abajo: Foto 2.2 Taller participativo en Quilcas (subcuenca del Achamayo). Foto 2.3 Taller participativo en San Juan de Jarpa (subcuenca del río Cunas). Foto 2.4 Taller participativo en Acopalca (subcuenca del río Shullcas). Créditos V. Beraún.

Para el segundo caso, la información recolectada giraba en el tema de evitar la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, y la de aminorar/evitar sus efectos negativos (Figura 2.4).

El pronóstico del clima se refiere a que si el año será “bueno” o malo, es decir si habrá lluvia suficiente para sustentar la agricultura y ganadería o no. Esto implica que por un lado la lluvia llegue a tiempo (que no haya “sequía”), y por otro que ésta sea constante y sin interrupciones de mucho días (que no hayan “veranillos”). La forma en que se pronostica el clima está vinculado a indicadores, que pueden ser: astronómicos, biológicos e hidrometeorológicos (Figura 2.5).

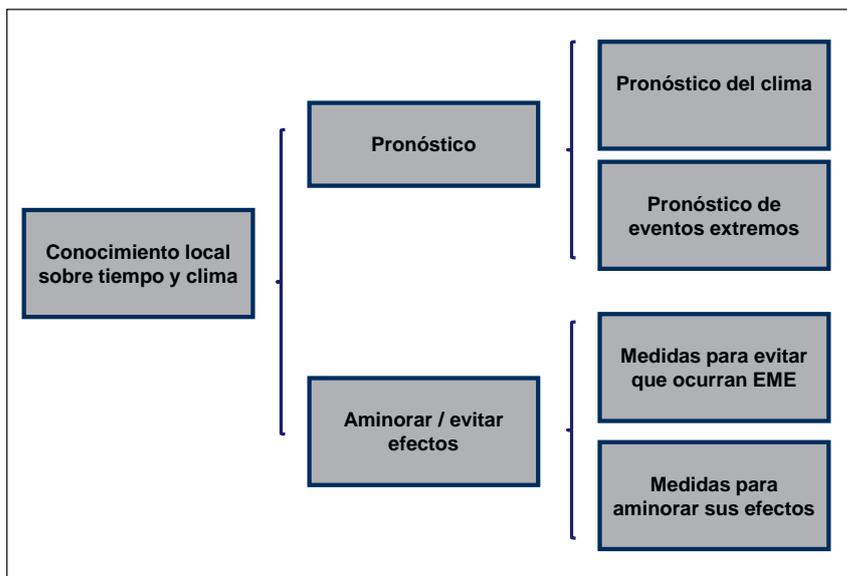


Figura 2.4 Clasificación del conocimiento local sobre tiempo y clima en el valle del Mantaro.

Para el caso de los indicadores astronómicos existen dos bien diferenciados, la posición de las pléyades (llamadas 7 cabrillas), y la posición de la luna. Para el caso de las pléyades, se indica que si la estrella más grande se encuentra al Este, es indicativo de que habrá un buen año (es decir que las lluvias vendrán a tiempo), y por lo tanto la siembra debe ser primeriza.

Si la posición de la estrella más grande es al Oeste indica que va ser mal año; por lo tanto las siembras debe ser más tardías. Además se indica que este indicador se aprecia a partir de San Juan (24 de junio) y durante las fiestas de Santiago (24 de julio). Este indicador y sus causas físicas ha sido ampliamente descrito por Orlove et al. (2000). Para el caso de la posición de la luna, hubieron ligeras variaciones dependiendo de la subcuenca, pero en general si la luna se ve inclinada será un buen año, y malo si se encuentra “derecha”.

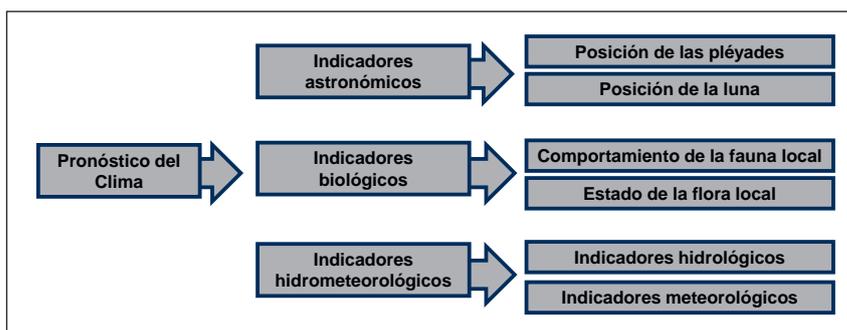


Figura 2.5 Pronóstico del clima según el conocimiento local en el valle del Mantaro.

Los indicadores biológicos son los más numerosos y pueden dividirse en dos grandes grupos: el comportamiento de la fauna local y el estado de la flora local. Entre los indicadores biológicos relacionados a la fauna se indican aullido del zorro (si es grueso será un buen año, y si es débil o ronco es indicativo de un mal año), y la migración de aves y zorros (si van hacia la parte media y baja de las subcuencas), entre otros.

Para los indicadores relacionados a la flora se tienen: buena floración de cactus, floración del junco, aparición de ciertos tipos de algas, etc., como indicadores de buenos años. También se indica que si hay buena cosecha de guindas, la cosecha de otros productos no será abundante. Algunos de los indicadores específicos relacionados a la flora, y que fueron recogidos en los testimonios son:

- Presencia del arbusto llamado “ramilla” *Seneciorudbeckiaefolios*, cuando hay floración intensa en el mes de agosto, indica que habrá sequía.
- Presencia de la cactácea llamada “hualujo” *Opuntiafloccosa*. Cuando florea en abundancia y tiene abundantes frutos, y la lluvia entre el 8 y el 18 de setiembre, es indicativo de que será buen año y habrá lluvias. Testimonios muy similares se recogieron en las subcuencas de Achamayo y Cunas.



Foto 2.5 Arbusto llamado “ramilla” en la subcuenca del río Cunas. Crédito: E. Nuñez.

- Presencia del “misillo”, algas con la contextura semejante a la lana, y de color verde. Cuando hay abundante y “maduro” indica que habrá buena producción agrícola, por el contrario, cuando no “madura” y se pudre revela que no habrá buena producción agrícola ni de pastos.
- Presencia del alga “cushuro” o “lacha” *Nostoc commune* Vauch, crece especialmente en época de lluvias, formando colonias gelatinosas esféricas que flotan libremente por el borde de los ríos, superficies de lagos, lagunas alto andinas. Cuando aparece en forma abundante por las piedras en el río, indica que habrá buena producción; si es escaso baja producción en los cultivos.
- Cuando las hojas del eucalipto *Eucalyptus camaldulensis* Dehn se marchitan y empiezan a caerse, entonces habrá un fuerte verano. Testimonios similares se recogieron en las subcuencas de los ríos Achamayo y Cunas.



Fotos 2.6 y 2.7 Cactácea “hualujo”, vista tomada en la zona alta de la subcuenca del río Achamayo. Crédito: E. Nuñez.



Foto 2.8 “Misillo”, vista tomada en la subcuenca del río Cunas. Crédito: V. Beraun.

Foto 2.9 Alga “cushuro” o “lacha”, vista tomada en la subcuenca del río Cunas. Crédito V. Beraun.

Foto 2.10 Árboles de eucalipto, vista tomada en el Distrito de Nueve de Julio, subcuenca del río Achamayo. Crédito E. Nuñez.

Este último indicador es un claro ejemplo de que no todo conocimiento local es “tradicional” ó “ancestral”, pues esta es una especie exótica introducida a la zona (ver “Antecedentes generales sobre el sector forestal y su importancia frente al cambio climático”, en el Capítulo 3 de este mismo volumen), y que sin embargo es utilizada como indicador de año seco.

Los indicadores relacionados a flora y fauna podrían tener bases científicas comprobables, por ejemplo, ante mayor humedad en el ambiente las plantas se desarrollan mejor, y es conocida la sensibilidad de los animales ante cambios pequeños en el entorno, sin embargo, no hay estudios sistemáticos al respecto, y son necesarias mediciones de varios años consecutivos para determinar plenamente su validez.

Los indicadores hidrometeorológicos están vinculados a la aparición y características de las primeras lluvias, y al comportamiento de las fuentes de agua, tales como pozos, manantiales y ríos:

- Si el río suena fuerte, será un buen año; si corre débil y sin ruido, será mal año. Este indicador es común para las tres subcuencas, a pesar de mencionarse diferentes ríos.
- Si nieva antes del 25 de diciembre ó del 8 de setiembre, será un buen año.
- Si caen rayos en agosto indican un mal año. Cuando empiezan a caer en octubre (que es lo normal), será un buen año.
- Las primeras lluvias acompañadas de granizo o nevado indican buen año; siempre y cuando bajen hasta la zona intermedia de las subcuencas.
- Si los pozos de agua se llenan de arena, será buen año; caso contrario habrá poca cosecha o será un mal año.

- Cuando en época de lluvia (setiembre a diciembre) aparecen arco iris, es indicativo de que continuará el verano (es decir continuarán las lluvias); además, cuando los colores del arco iris son menos intensos y priman los colores fríos es indicativo de lluvia. Estos testimonios son comunes a las tres subcuencas.
- Cuando entre los meses de junio y julio se presentan nevadas, es indicativo de que el año será bueno y la época de lluvias será en la temporada esperada, por lo que existirá buena producción.



Foto 2.11 El arco iris es un indicador común para cada una de las subcuencas en estudio, vista de la zona de Siusa en la subcuenca del río Achamayo. Crédito E. Núñez.

La subcuenca del río Shullcas además tiene indicadores relacionados con el nevado que no se han recogido en las otras dos subcuencas. Por ejemplo, los pobladores afirman que si durante el mes de agosto el nevado Huaytapallana se cubre con una intensa neblina, es indicativo de un buen año (de lluvias) y por ende de buena producción agrícola.

Además, el llamado “pagapu” ó pago a la tierra es mencionado como costumbre que se practica anualmente, se realiza el 24 de julio (Fiesta del Santiago), y se realiza con chicha de jora, trago, vino, y fumada con cigarros “Inca” (sin filtro), previamente se realiza la “mishquipada” (llamada también “la víspera”, donde se *chaccha* coca en un ritual de limpieza y preparación).

En forma similar a la del pronóstico del clima, existen indicadores para cada uno de los principales eventos meteorológicos extremos que tienen lugar en el valle del Mantaro, principalmente hidrometeorológicos. En la Tabla 2.16 se presentan los indicadores identificados por tipo de evento.

Tabla 2.16 Indicadores identificados para pronosticar la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos en el valle del río Mantaro.

Tipo de evento	Indicadores identificados
Veranillos	*Cuando la pupila de los gatos no está dilatada (solo de les nota “una rayita”). *Si la nevada cae de color blanco resplandeciente. *Tarde con arco iris y las neblinas de color anaranjado.
Sequías	*Cuando el sol esta resplandeciente y existe un arco iris alrededor entonces indica que se prolongará el verano y no habrá lluvia. *Cuando la luna en creciente está derecha es que no habrá lluvia o serán muy escasas. *Si la helada cae en los meses de enero, febrero o marzo. *Si a través del cielo y las estrellas se ve la imagen de un arado –formado por estrellas. *Nubes en forma de ramas o son de color amarillentas y anaranjadas. *Hojas de eucaliptos se marchitan, se amarillan y empiezan a caer. *Presencia de bandadas de aves que trinan como si lloraran. *Aves silvestres como el huayanay y las gaviotas cruzan en parvadas haciendo bulla.
Lluvias	*Cuando la luna en creciente está inclinada. *Cuando los sapos empiezan a croar a partir de las 6.00 pm. *Cuando la pupila de los gatos está dilatada. *Si la nevada es blanco negruzco va llover (indicador de momento). *Arco iris con colores menos intensos (priman los colores fríos).
Heladas	*Si la siembra empieza en setiembre – octubre, es mayor el riesgo de heladas en diciembre (navidad), enero y febrero (compadre y comadre - época de carnavales). *En el mes de marzo donde finaliza o se aleja la época de lluvia, se producirán heladas. *Cielo despejado y noche estrellada. *Fuerte viento en la tarde de sur a norte, cielo despejado, muchas estrellas.
Granizadas	*Cuando en el día hace mucho calor, y de pronto el cielo se cubre de una nube oscura y espesa y empiezan a sonar truenos.. *as nubes son negras o plomas y hay viento fuerte. * Cuando la neblina es espesa. *Cuando en los meses lluviosos (diciembre-mayo) solea fuertemente. *Cuando a mediodía hay truenos fuertes, granizará.

Un indicador que fue mencionado continuamente en cada una de las tres subcuencas fue el relacionado a los cielos despejados y noches estrelladas como indicador de heladas. Por su parte, las medidas para evitar / aminorar los efectos de los eventos meteorológicos extremos, son mayoritariamente prácticas culturales, tal como se aprecia en la Tabla 2.17.

Tabla 2.17 Medidas identificadas para evitar / aminorar los efectos de los eventos meteorológicos extremos en el valle del río Mantaro.

Tipo de evento	Medidas para evitar los eventos meteorológicos extremos	Medidas para aminorar los eventos meteorológicos extremos
Veranillos y sequías	<ul style="list-style-type: none"> * Recoger agua de la lagunas en recipientes de barro. *Sacrificar sapos ò renacuajos, sacándolos de las lagunas y dejándolos morir fuera de ellas. *Recoger "cushuro" y dejarlo secar. *Quemar material para formar nubes *Lanzar sal negra a las lagunas con hondas, durante siete veces. *(Antiguamente) tirar piedras con sal a las lagunas, durante 12 veces. Si el verano persistía se traía agua de mar y se echaba a la lagunas. 	
Heladas	<ul style="list-style-type: none"> *Hacer humear quemando pastos, chala u objetos que ya no se usan (por ejemplo, llantas). *Reventar cohetes *Hacer ruido o bulla (los niños gritaban pidiendo misericordia, y llevaban en sus manos latas u otro objeto para producir ruido, a ello se agregaba el repique de campanas) *Utilizar prendas negras (sombrero, gorro, pañalón, casaca, etc.) *Hondear a las lagunas. 	<ul style="list-style-type: none"> *Situvar las chacras a diversas alturas con diversidad de cultivos para no perder totalmente la siembra *No sembrar en lugares abiertos, sino cercados por cerros, muros, árboles *Abonar con abonos orgánicos para favorecer la nutrición de las plantas. *Buscar variedades tolerantes *Hacer fogatas o construir cobertizos (chozas) para los animales y a los niños y ancianos.
Granizadas	<ul style="list-style-type: none"> *Esparcir tierra negra en dirección del granizo, como indicando que se detenga allí. *Utilizar un espejo y una botella, que la tempestad se vea reflejada en el espejo y se introduzca en la botella. *Hacer cruces con ceniza o agua bendita en el centro del patio de la casa, implorando que se aleje o detenga. *Soplar al aire (especialmente las personas que nacieron en los meses de verano). *Lanzar cohetes al cielo. *Quemar objetos (jebes) para humear. *Lanzar cohetes al cielo. *Sacar al medio del patio en una vasija la "ceniza viva", el carbón o tizón rojo, se supone que el granizo lo pisa, se quema y se aleja. *Hacer el signo de la cruz en dirección a la nube, con un cuchillo, hoz u otra herramienta filuda de metal *Echar orines podridos como rociando a un enemigo. *Hacer aullar a los perros. 	
Rayos	<ul style="list-style-type: none"> *Humear quemando jebe ò cuerno de carnero/res, el fuerte olor aleja los rayos. *Lanzar los cohetes *Regar agua bendita en forma de cruz. 	<ul style="list-style-type: none"> *Usar prendas de jebe o plástico. *Tener o portar un objeto de madera o jebe. *Colocar llantas en las casas por encima del techo / Poner caucho de llantas en cada una de las casas o corrales o alrededor de los postes, en los rediles y las chozas. *Tener siempre agua bendita en casa. *Evitar las partes altas de los cerros, sino en las quebradas donde hay abundante agua *Evitar llevar metales. *Bajar a los animales a las hoyadas.

Una práctica para aminorar los efectos de los EME es la práctica del humeado, que se menciona en las tres subcuencas como medida para evitar/aminorar tanto heladas, como granizadas y rayos; esta práctica aparece – con diferentes características – en otros países de la región (FAO, 2010). También es notorio que no existen medidas para evitar ó aminorar las lluvias intensas.

Fechas especiales

En las zonas rurales del valle del Mantaro es común que los pobladores identifiquen ó calendaricen la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos con festividades y fechas especiales. En la Tabla 2.18 se recoge un recuento de esta calendarización en relación a la presencia de heladas, que tal como se ha visto en los artículos precedentes, son los eventos que más preocupan y ocasionan mayor daño a la población del valle y sus medios de vida.

Muchos de los pobladores encuestados mencionan que esta asociación de festividades a la ocurrencia de heladas ha dejado de funcionar como “antes”, y que ahora “caen heladas en cualquier fecha”.

Tabla 2.18 Festividades asociadas a la ocurrencia de heladas en el valle del Mantaro

Subcuenca	Festividad	Fecha
Achamayo	Virgen de la Candelaria Carnavales Comadre y Compadre Primer viernes de Semana Santa Inmaculada Concepción Navidad	2 de febrero Todo febrero 11 de febrero Variable marzo/abril 08 de diciembre 25 de diciembre
Cunas	Navidad Año Nuevo Bajada de Reyes San Sebastián Santiago Purísima	25 de diciembre 01 de enero 06 de enero 26 de agosto 25 de julio 08 de diciembre
Shullcas	Shinshilpos y Gamonales	Último domingo de enero

Discusión

La información recopilada, caracteriza a una población muy cercana a su entorno, donde indicadores naturales pueden significar la posibilidad de pronosticar el inicio de una estación lluviosa, o la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos. Sin embargo, inevitablemente surgen las interrogantes de que estos indicadores son realmente útiles. Al respecto, es escasa la bibliografía que ofrece explicaciones científicas ó estudios sistemáticos sobre la confiabilidad de dichos indicadores.

Por otro lado, la mención de que los indicadores eran útiles en el pasado, pero lo son cada vez menos; o de que la asociación de fechas festivas a - por ejemplo -, heladas, ya no funcionan, podría significar cambios en el entorno y/o el clima que inviabilizarían su uso en la actualidad.

Uno de los indicadores más ampliamente mencionados en las tres subcuencas en estudio fue el de las noches despejadas y estrelladas como antecesor de una helada, que es un indicador panandino. Por ello, se escogió este indicador para analizarlo en forma científica y comprobar su validez. Los resultados de este estudio se resumen en la siguiente sección.

¿Sirve el conocimiento tradicional desde un punto de vista físico?: Estudio de caso sobre el pronóstico de heladas en el valle del Mantaro

Miguel Saavedra

Introducción

Con este estudio se buscó dar una explicación física al conocimiento local del valle del Mantaro, que indica que las heladas pueden predecirse observando la cobertura nubosa el día anterior a la ocurrencia de una helada. El conocimiento tradicional indica que debe observarse la cobertura nubosa que presenta el cielo cuando empieza a anochecer, luego de ocultarse el sol. Si el cielo se encuentra despejado, entonces es muy probable que durante la mañana siguiente se presente una helada. Para comprobar la validez de este conocimiento se utilizaron datos de la estación meteorológica de Huayao, observaciones de cobertura nubosa y datos recopilados en una campaña observacional para el estudio de las heladas.

Datos y metodología

En el Observatorio de Huayao se realizaron observaciones meteorológicas de cobertura nubosa a las 19 horas, además se contó con mediciones de temperaturas mínimas que generalmente se presentan durante la madrugada, antes de la aparición de los primeros rayos solares. Se utilizaron estos datos para imitar las observaciones que se hacen tradicionalmente sobre cielo despejado y cuantificar la temperatura mínima que ocurre en la madrugada. Dado que las temperaturas mínimas se presentan durante los meses de mayo-agosto (IGP, 2005), se utilizaron los datos correspondientes a estos meses, desde el año 2003 hasta el año 2008.

Resultados

Cobertura nubosa y temperatura mínima

En la estación meteorológica de Huayao se presentan heladas meteorológicas (temperaturas por debajo de 0°C) en el 38% de los casos, esto es poco más de la tercera parte del número total de días en el periodo mencionado (Figura 2.6).

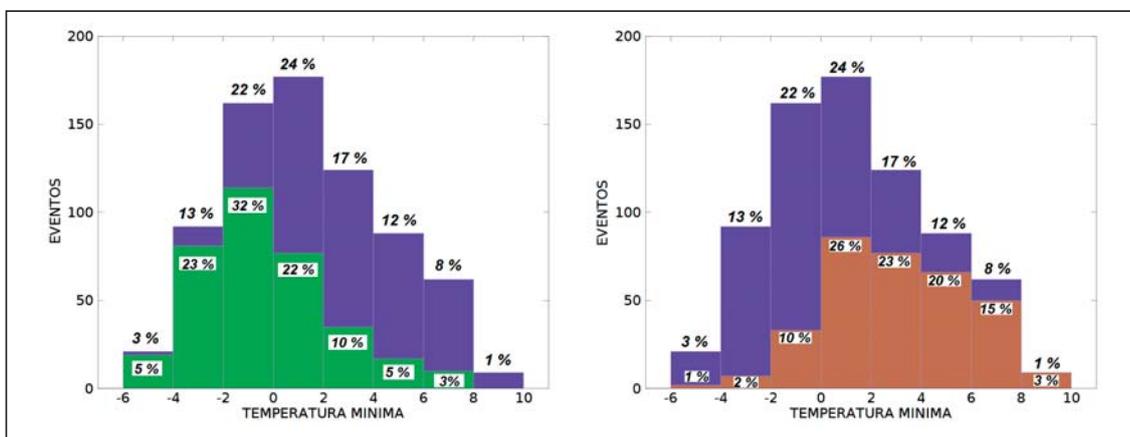


Figura 2.6 En violeta, el número total de eventos de temperaturas mínimas. (Izquierda) en verde, eventos de temperatura mínima previa observación de cielo despejado a las 19 horas del día anterior. (Derecha) en marrón, eventos de temperatura mínima previa observación de cielo con nubes a las 19 horas del día anterior. Los datos corresponden a los años meses de mayo a agosto del año 2003 al 2008.

En las mañanas, luego de las observaciones de cielo despejado realizadas por el observador a las 19 horas, el 60 % de los casos presentan casos de heladas, esto se observa en la parte izquierda de la Figura 2.6. También se puede observar que las temperaturas mínimas entre -2 y 0 °C son las que tienen mayor probabilidad de ocurrencia: También las temperaturas entre 0 y 2°C tienen una alta probabilidad de ocurrencia luego de una observación de cielo despejado.

La probabilidad de ocurrencia disminuye para temperaturas mayores a 0°C. Esto indicaría que de todos los eventos donde se observa el cielo despejado, solo en el 60 % de los casos mantendrían las condiciones de cielo despejado lo suficiente como para generar un evento de helada.

Luego de una observación con cielo nublado a las 19 horas, solo después del 13% de los casos se genera una helada, mientras en el resto se presentan temperaturas mínimas mayores a 0°C (ver Figura 2.6 – derecha).

Campaña observacional

Durante una campaña observacional, realizada durante tres noches en el mes de julio de 2010, se observó la ocurrencia de una helada luego de dos noches en la que se presentó cielo despejado a las 19 horas. En esta campaña se obtuvieron datos de temperatura de la superficie del suelo y de radiación atmosférica emitida hacia el suelo (LW_{\downarrow}). Este último puede presentar incrementos cuando hay presencia de nubes.

A las 19 horas de de la primera, segunda y tercera noche, los valores de LW_{\downarrow} fueron de 268 Wm^{-2} , 316 Wm^{-2} y 273 Wm^{-2} respectivamente (Figura 2.7).

A las 19 horas de la primera noche solo se observó nubes medias del tipo altoestrato (As) con 1/8 de cielo cubierto y la temperatura mínima en la madrugada fue de -6,3 en la superficie del suelo y de -2,5 en estación meteorológica. Durante la segunda noche se observó nubes estratocúmulos (Sc) con cielo totalmente cubierto a las 19 horas, luego la temperatura mínima en superficie fue de 1,4°C y de 4,9 en la estación meteorológica. En la tercera noche se observó cielo despejado a las 19 horas, aquí la temperatura mínima en superficie fue de -3,7 y de -0,1 en estación meteorológica.

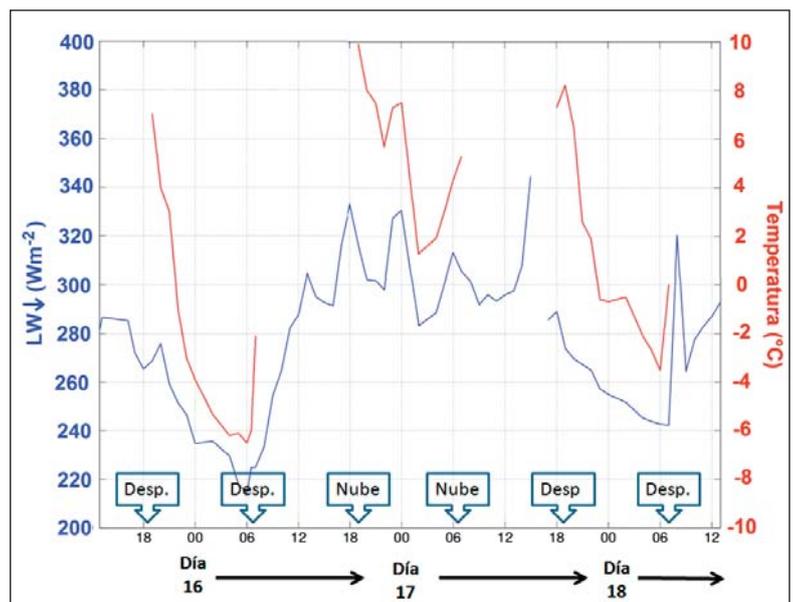


Figura 2.7 Radiación atmosférica en azul y temperatura de la superficie del suelo en rojo. Los datos fueron recopilados en una campaña observacional realizada durante el mes de julio de 2010, durante los días 15, 16, 17 y 18.

Conclusiones

Físicamente, la presencia de cielo despejado implica una mayor pérdida de energía neta de la superficie del suelo, lo que conlleva al enfriamiento del aire que se encuentra directamente sobre este, y lo que a la vez permite que las temperaturas mínimas decaigan por debajo de 0°C (helada meteorológica).

Según los datos de cobertura nubosa a las 19 horas y de temperatura mínima, luego de una observación de cielo despejado, hay un 60 % de probabilidad de que ocurra una helada meteorológica. De acuerdo a lo observado en la campaña observacional, esto podría deberse a que luego de la observación el cielo siga manteniéndose despejado o al menos cierta parte de la noche de manera que la energía emitida por la atmósfera hacia la superficie sea lo suficiente para generar una temperatura mínima menor a 0° C.

El otro 40 % indicaría que luego de observar un cielo despejado, estas condiciones no se mantienen lo suficiente durante la noche como para generar un evento de helada. Es decir, durante el transcurso de la noche pueden presentarse nubes que generen el incremento de LW_{\downarrow} . Este incremento puede generar cambios en la temperatura sobre la superficie, como se observa en la segunda noche de la campaña observacional, donde las variaciones de LW_{\downarrow} también causaban cambios en la temperatura de la superficie.

Por otro lado, luego de observar la presencia de nubes durante las 19 horas, la mayoría de las temperaturas mínimas se presentan por encima de 0°C, esto podría estar asociado a la permanencia de nubosidad durante el transcurso de la noche. En estos eventos la nubosidad podría generar valores altos de LW□ como se presentó durante la segunda noche de la campaña observacional.

Bibliografía Capítulo 2

Cahuana, M.A (2010): Sistematización de Experiencias de Agroforestería, Manejo Integrado de Cultivos y Manejo de Semilla de Papa en las comunidades campesinas de Cuyuni y Jullicunca, Distrito Cccatcca y Ocongate, Departamento de Cusco y en las comunidades Taype y Hanac Ayllu Escalera, en el Distrito de Ayapata, Departamento de Puno. With assistance of T. Lindemann, D. Morra. FAO. Roma.

De la Cadena, M., (1988): Comuneros en Huancayo: Migración campesina a ciudades serranas. Documento de trabajo Nro. 25. Instituto de Estudios Peruanos.

Earls, J. (1998): The Character of Inca and Andean Agriculture. Departamento de Ciencias Sociales, Pontificia Universidad Católica del Perú.

FAO, (2010): Protección contra las heladas: Fundamentos, práctica y economía. Serie sobre el medio ambiente y la gestión de los recursos naturales. Volumen 1.

IGP (2005): "Diagnóstico de la Cuenca del Mantaro Bajo la Visión del Cambio Climático". Vol. II, Fondo editorial del Concejo Nacional del Ambiente, Lima-Perú, 90 pp.

Lechman H., y A. Soldi (1981): Runakunap Kawsayninkupaq Rurasqankunaqa La tecnología en el mundo andino. Universidad Autónoma de México. 496 pp.

Lindemann, T.; Morra, D. (2007): Pro-Actively coping with Climate Change and Globalization in the Peruvian Andes. Addressing communities in the Alto Andino to mitigate the effects of out migration and glacial melting downstream through the Local Governance of Natural Resources. FAO.

Orlove, B., Chiang, J., Cane, M. (2000): Forecasting Andean rainfall and crop yield from the influence of El Niño on Pleiades visibility. Nature 403:68-71.

PRATEC, (2012): Cartillas sobre conocimiento local (Eje temático: Crianza del Clima), www.pratecnet.org/pdf_cartillas/0226.pdf. Revisado enero 2012.

Saavedra, M. (2012): Estudio de caso: ¿Sirve el conocimiento tradicional desde un punto de vista físico? Análisis sobre la ocurrencia de heladas en el valle del Mantaro. En Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro. Instituto Geofísico del Perú.

Sorensen, N., y F. Stepputat, (2000): La población desplazada entre la asistencia y el desarrollo en los Andes Centrales del Perú. Working Paper 00.6 del Centre for Development Research – Copenhagen.

Capítulo 3

Vulnerabilidad física

Introducción Capítulo 3

El análisis de vulnerabilidad física en el valle del río Mantaro está fuertemente vinculado a la identificación de los eventos extremos y la evaluación de la peligrosidad.

Los eventos geológicos superficiales, son de especial interés para el valle de Mantaro porque a menudo son causantes de daños severos a las poblaciones y/o infraestructura física. Entre estos tenemos a los movimientos en masa: deslizamientos, aluviones, flujos de escombros, etc., que están relacionados a la ocurrencia de lluvias intensas en la zona.

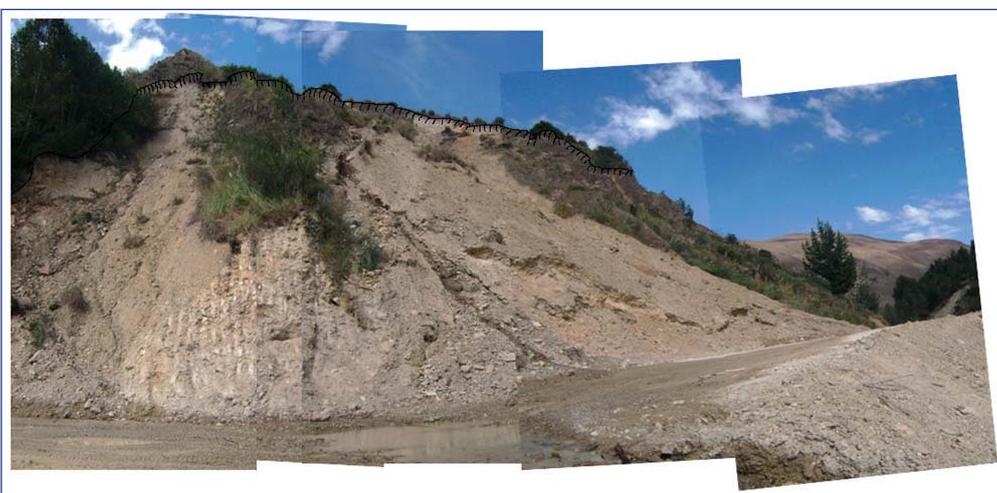


Foto 3.1 Deslizamiento en Chamisería, Acopalca, subcuenca del río Shullcas. Crédito J. C. Gómez.

Los procesos físicos de estos eventos determinan una constante evolución morfológica; así, la geodinámica superficial evalúa el grado de peligrosidad de los movimientos en masa activados por lluvias, sismos o factores antrópicos. La estimación de la peligrosidad se establece mediante:

- La evaluación de la susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa (zonas donde todavía no se ha generado un movimiento en masa).
- El inventario de los eventos de movimientos en masa existentes, que permite la identificación del máximo evento geológico ocurrido en una cuenca ó subcuenca. Parte importante es el establecimiento de umbrales máximos por tipo de evento, para que en base a ello estimar la recurrencia del máximo peligro evaluado.

El presente capítulo hace un amplio recorrido sobre los principales peligros geológicos superficiales vinculados a lluvias intensas que tienen lugar en el valle del Mantaro. El primer artículo a cargo de Luis Miguel Ocampo, Juan Carlos Gómez y Alejandro Lagos se titula “Estudio geológico de aluviones en la subcuenca del río Shullcas”, y se centra la subcuenca del río Shullcas debido a su exposición a la ocurrencia de aluviones (flujos de escombros), por factores entre los que se cuenta la desglaciación del Huaytapallana, y busca, mediante un análisis sedimentológico-estratigráfico ubicar cronológicamente la ocurrencia de estos eventos durante el Holoceno.

El segundo artículo “Determinación de la potencialidad de generar movimientos en masa” a cargo de Franklin Blanco, permite delimitar las zonas potenciales a la ocurrencia de deslizamientos en las tres cuencas en estudio: Shullcas, Cunas y Achamayo, a fin de tomar las medidas preventivas necesarias para reducir los impactos de estos eventos. Esta evaluación implica aplicar técnicas de sensoramiento remoto, uso de los sistemas de información

geográfica (SIG), procedimientos estadísticos y un análisis geológico-geomorfológico detallado. Los resultados incluyen mapas de susceptibilidad a deslizamientos para cada una de las subcuencas en estudio.

El siguiente artículo, a cargo de Luis Céspedes es “Vulnerabilidad física de los principales centros poblados piloto del proyecto”, y busca analizar y evaluar los lugares donde se asientan centros poblados representativos de las tres subcuencas, teniendo en cuenta factores como su cercanía a fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del ríos, etc., material utilizado en la construcción de las viviendas, calidad del suelo, etc. Los centros poblados pilotos escogidos fueron C.C. Acopalca, C.C. San Juan de Jarpa y Concepción; a los que se sumaron las asociaciones de viviendas del distrito de El Tambo, y la C.C. Rangra. Para todos los casos, un producto de la investigación fue un mapa de las características geotécnicas de suelos por cada centro poblado, que se espera puedan servir tanto para posteriores estudios como para mejorar el patrón de asentamiento de dichas poblaciones.

“Determinación de umbrales de precipitación que generan deslizamientos y flujos de escombros” es el artículo a cargo de Marco Moreno, donde se explora la posibilidad de determinar umbrales de precipitación asociados a eventos de flujos de escombros, a través de la obtención de parámetros geotécnicos, exploraciones de suelo, y parámetros hidrometeorológicos. La determinación de umbrales permitirá adoptar medidas de prevención ante eventos extremos de lluvia por parte de autoridades y población en general.

Finalmente, el artículo a cargo de Ricardo Zubieta, Julio Quijano, Karen Latínez y Percy Guillermo: “Evaluación de zonas de peligro frente a inundaciones por máximas avenidas”, utiliza el modelo hidráulico HECRAS (Hydrological, Engineering Center – River Analysis System) cuya metodología incluye el análisis de frecuencias de descargas, y la construcción de un modelo de elevación digital detallado (DEM) por métodos de estereoscopia. Con esta metodología se evaluaron áreas críticas con alto potencial a ser inundadas ante máximas descargas, a tiempos de retorno de 1, 5, 10, 25, 50 y 100 años con alta precisión.

Estudio geológico de aluviones en la subcuenca del río Shullcas

Luis Miguel Ocampo, Juan Carlos Gómez y Alejandro Lagos

Introducción

En Sudamérica, el término aluvión es usado para referirse a aquellas descargas de agua con sedimentos que son originadas en zonas de influencia glaciar. Técnicamente estos eventos se conocen como flujos de escombros e hiperconcentrados y son movimientos en masa compuestos por la mezcla de agua y sedimentos.

Estos eventos son clasificados como extremos debido a las grandes cantidades de agua descargada y a que son poco frecuentes y catastróficos debido a que tienen la capacidad de modificar la geomorfología de los ríos por donde fluyen y porque puede causar daños a la infraestructura (carreteras, puentes, ciudades) e incluso pérdidas humanas.



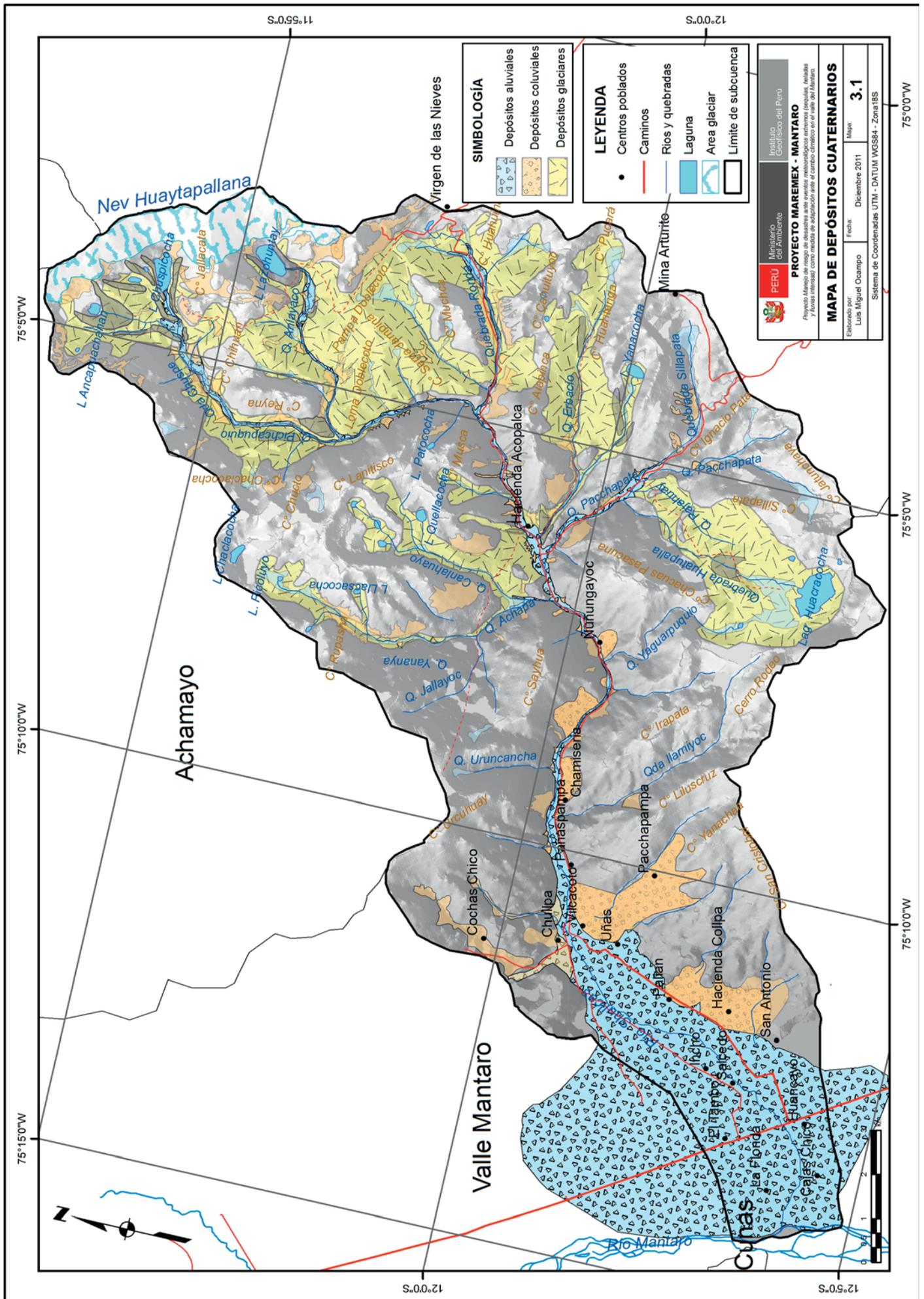
Figura 3.1 Esquema de la formación de un aluvión y tipos de flujos asociados a estos eventos.

El origen de aluviones está asociado a una gran descarga de agua, producto principalmente por el desembalse de lagunas glaciares que generalmente ocurren como consecuencia de la caída de bloques de hielo o la ruptura del dique morrénico que contiene a la laguna. Durante un evento de este tipo, el aluvión generado se caracteriza por tener procesos de flujo que varían entre un flujo de escombros, un flujo hiperconcentrado y/o un flujo normal (Figura 3.1). Estas variaciones se deben principalmente a cambios en la concentración de sedimentos cuando estos son transportados e incorporados dentro del flujo o depositados y diluidos por corrientes de agua adicionales al flujo.

El presente estudio ha sido enfocado a la búsqueda de evidencias de flujos (aluviones) en la secuencia estratigráfica correspondiente al Cuaternario de la subcuenca del río Shullcas. Este tipo de estudios son importantes debido a que identifica este tipo de eventos en el registro estratigráfico permite conocer los procesos de sedimentación que predominaron en un ambiente particular y porque proveen un mejor entendimiento de la dinámica glaciar durante los procesos de deglaciación. Finalmente, reconocer flujos también permite identificar los eventos de mayor magnitud y conocer las condiciones geológicas y climatológicas en las que se originaron. Esta información es parte de un estudio de prevención de desastres dado que permite saber la recurrencia y el potencial de la subcuenca para generar este tipo de eventos geodinámicos, clasificados como eventos extremos.

Aspectos geológicos y geomorfológicos

Este estudio se enmarca dentro del periodo Cuaternario, el más reciente y en el que ocurrieron procesos geológicos que configuraron el relieve actual de la subcuenca. Dicho periodo comprende aproximadamente los últimos 2,5 millones de años, en él ocurrieron una serie de ciclos climáticos conocidos como periodos glaciares (periodos fríos donde tuvo lugar una mayor extensión de los glaciares) e interglaciares (periodos cálidos y de deglaciación).



Los materiales que se acumularon durante el Cuaternario lo componen en su mayoría depósitos no consolidados. Según el agente geológico (hielo, agua, etc.) que los formó, estos depósitos se clasifican principalmente en: glaciares, aluviales, coluviales, entre otros (Mapa 3.1).

La configuración topográfica se denominan geoformas como por ejemplo; morrenas (acumulaciones dejadas por el avance glaciar) y terrazas y abanicos (acumulaciones aluviales en el fondo de los valles que fueron depositadas por corrientes de agua).

Morfológicamente, la subcuenca del río Shullcas presenta tres niveles de terrazas, lo que significa que la subcuenca estuvo sometida a por lo menos tres periodos de importante acumulación aluvial. Para fines prácticos estas geoformas han sido enumeradas de la más antigua a la más reciente: T3 la más elevada y de mayor espesor; T2 de altura y espesor intermedio y T1 la más baja y de menor espesor (Foto 3.2).



Foto 3.2 Vista de los tres niveles de terrazas. Crédito L. Ocampo.

Por otro lado, en la subcuenca del río Shullcas —Dollfus en 1965— reconoció cuatro episodios glaciares, el más antiguo conocido como glaciaciones Mantaro que descendió hasta los 3.600 msnm, y las otras tres más recientes —que al igual que en las terrazas— han sido enumeradas de la más antigua a la más reciente: G3 correspondiente a una glaciación que llegó hasta los 3.800 msnm; G2 que llegó alrededor de los 4.000 msnm, y G1 correspondiente a avances glaciares más recientes que bajaron hasta los 4.700 msnm.

Sedimentología

Los procesos de erosión, transporte y sedimentación —ocurridos durante el movimiento de un flujo— se reflejan en las características texturales del depósito como el tamaño, la distribución o el ordenamiento, de los sedimentos.

Por tal razón, se han elaborado una serie de secciones estratigráficas en cortes naturales de los depósitos aluviales donde se han descrito dichas características.

Producto del análisis de las secciones estratigráficas se han reconocido las facies mostradas en la Tabla 1, y fotos 3.3 a 3.8.

Tabla 3.1 Principales facies indentificadas en la subcuenca del río Shullcas.

Facies		Características texturales	Interpretación
Aluvión	Flujo de escombros (Foto 3.3)	*Amplio rango de granulometría. *Depósitos heterogéneos. *Clastos englobados por una matriz arenosa o de arcillosa. *No presenta estructuras sedimentarias. *Clastos angulosos.	La granulometría, la heterogeneidad y la matriz del depósito revelan que este se formó a partir de la rápida depositación de un flujo denso y con una alta concentración que no permitió el ordenamiento de los clastos.
	Flujo hiperconcentrado (Foto 3.4)	*Amplio rango de granulometría. *Depósitos homogéneos *Los clastos están en contacto entre sí o englobados por una matriz arenosa. *Los clastos presentan un alineamiento.	La granulometría, la heterogeneidad y la matriz del depósito revelan que este también se formó a partir de la rápida depositación de un flujo denso y con una alta concentración. Sin embargo, el alineamiento de los clastos revela que hubo una mayor concentración de agua con respecto al flujo de escombros.
Flujos Normales (Foto 3.5)		*Granulometría uniforme. *Depósitos homogéneos. *Los clastos están en contacto entre sí. *Presentan estructuras sedimentarias.	
Coluviales (Foto 3.6)		*Amplio rango de granulometría. *Depósitos heterogéneos. *Los clastos están en contacto entre sí o englobados por una matriz. *Presentan clastos angulosos y fracturados.	Por las características texturales, principalmente la angulosidad de sus componentes se infiere que este depósito se formó a partir de la movimiento rápido de rocas y suelo de las laderas del valle. Dentro de estos tenemos: deslizamientos, avalanchas, flujos, etc.
Lacustre (Foto 3.7)		*Granulometría correspondiente a sedimentos finos (arcillas). *Depósitos homogéneos *Presentan estratificación	El tamaño de los sedimentos y la estratificación de los depósitos revelan que se formó en un ambiente de relativa tranquilidad como una laguna.
Tills (Foto 3.8)		*Amplio rango de granulometría. *Depósitos heterogéneos. *Clastos englobados por una matriz limosa. *No presenta estructuras sedimentarias.	El amplio rango de Los sedimentos (de diferentes tamaños) depositados a partir de la fusión del hielo del glaciar.



Desde el extremo superior izquierdo y en el sentido de las agujas del reloj:

Foto 3.3 Flujo de escombros

Foto 3.4 Flujo perconcentrado

Foto 3.5 Flujo normal.

Foto 3.6 Depósito coluvial

Foto 3.7 Depósito lacustre

Foto 3.8 Depósito glaciar
Créditos L. Ocampo.

Con la finalidad de entender la distribución de las facies descritas en el cuadro anterior, el área de estudio se ha dividido en cuatro sectores, los que son mostrados en el Figura 3.2.

A. Sector cabeceras. Comprende a las quebradas que se encuentran sobre los 4,000msnm. Dentro de estas tenemos a la quebrada Chuspe, Antayaco y Ronda que descienden de la cordillera Huaytapallana. Las observaciones de tales quebradas muestra que:

- En Chuspe se identificaron al menos 4 depósitos de aluvión.
- En Antayaco se tiene al menos un depósito de aluvión, correspondiente al evento ocurrido en 1969.
- Ronda y otras más, no muestran evidencias de la ocurrencia de aluviones, por lo que son calificadas como quebradas inactivas.

B. Sector Acopalca. Comprende a los depósitos aluviales del río Shullcas entre las cotas 4.000 y 3.800msnm.

C. Sector vertiente empinada. Este sector comprende a los depósitos aluviales de río Shullcas entre las cotas 3.800 y 3.450 msnm. En este sector, donde predominan las pendientes escarpadas.

D. Sector Abanico aluvial. Comprende los depósitos aluviales del río Shullcas de los 3.450 msnm hasta la desembocadura de río Shullcas en el río Mantaro (3.200 msnm).

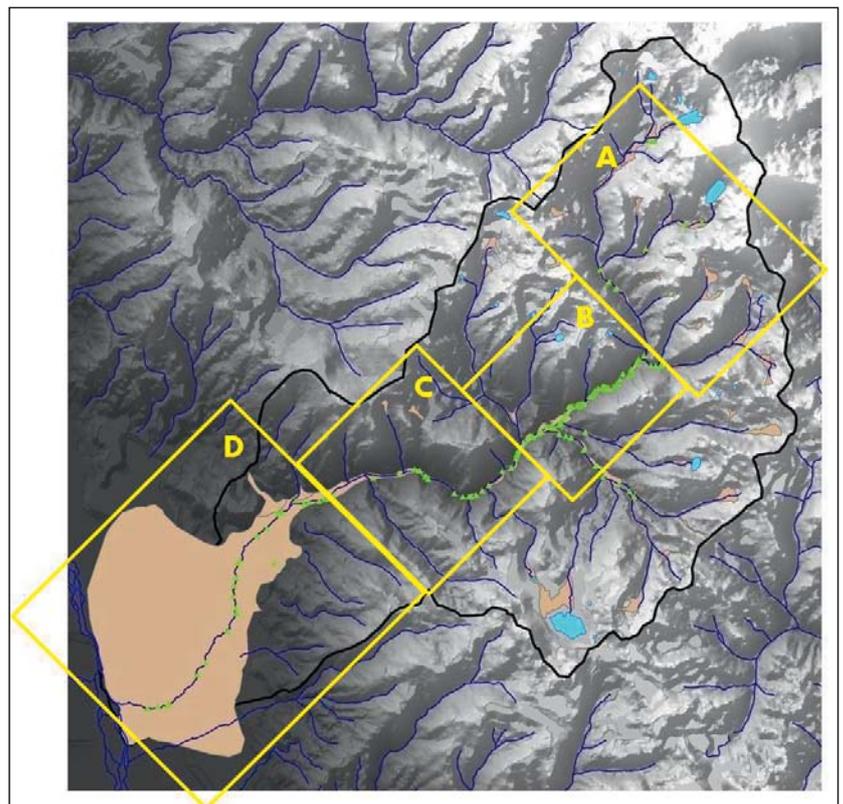


Figura 3.2 Secciones estratigráficas de depósitos aluviales en los diferentes sectores seleccionados: A: Cabeceras; B: Acopalca; C: Vertiente empinada y D: Abanico aluvial.

Tanto en los sectores Acopalca, Vertiente montañosa y abanico aluvial se han observado los tres niveles de terrazas. El análisis textural de los depósitos de estas revela que las facies más predominantes son los aluviones, lo que permite inferir que el relleno de estas geformas están conformadas principalmente por depósitos de este tipo.

Tabla 3.2 Contabilización de aluviones identificados en los tres niveles de terrazas en los diferentes sectores de la subcuenca del río Shullcas.

Sector	Acopalca	Vertiente empinada	Abanico aluvial
Terraza T3	6	4	5
Terraza T2	5	3	4
Terraza T1	3	1	2

La contabilización tentativa del número de aluviones ocurridos en la subcuenca del río Shullcas durante el proceso de relleno de las terrazas se muestra en la Tabla 3.2. Comparaciones sedimentológicas entre los depósitos de aluvión de las terrazas sugieren que los flujos fueron de mayores proporciones que los más antiguos, esto probablemente se debería a que durante la formación de T3 y T2 había una mayor disponibilidad de agua que era proporcionada por el glaciar.

Cabe mencionar que en los sectores Acopalca y vertiente montañosa, tanto en T2 como en T3, hay aportes de materiales coluviales; lo que significa, que hubo aportes de sedimentos por la caída de suelos y rocas de las laderas del valle. Por otro lado, en las terrazas T1 y T2 del sector abanico aluvial se ha observado depósitos de sedimentos finos (arenas, limos) que han sido interpretados como depósitos de inundaciones provocadas por el desborde de los ríos Mantaro y/o Shullcas.

Edad relativa de los depósitos aluviales

La edad de los depósitos ha sido inferida relativamente a partir de la edad de las terrazas en las que están contenidas. Si bien no hay dataciones de las terrazas, el cambio de facies de los depósitos glaciares a aluviales (Dollfus, 1965) y las relaciones geométricas entre estos depósitos, sugieren que estas formas se originaron a partir de procesos de erosión transporte y sedimentación de depósitos glaciares ocurridos al término de un periodo glaciar o al inicio de un interglaciar. De las glaciaciones o avances glaciares se tienen edades radiométricas reportadas por Seltzer (1993) del último máximo glaciar y avances glaciares del Holoceno o pequeña edad de hielo.

En el gráfico 3.3 se muestra la correlación tentativa de las terrazas; T1 y los depósitos comprendidos probablemente han sido depositados luego del avance glaciar más reciente. La T2 fueron acumuladas en el Holoceno, después del LGM (hace 11.000 años) y T3 es del Pleistoceno.

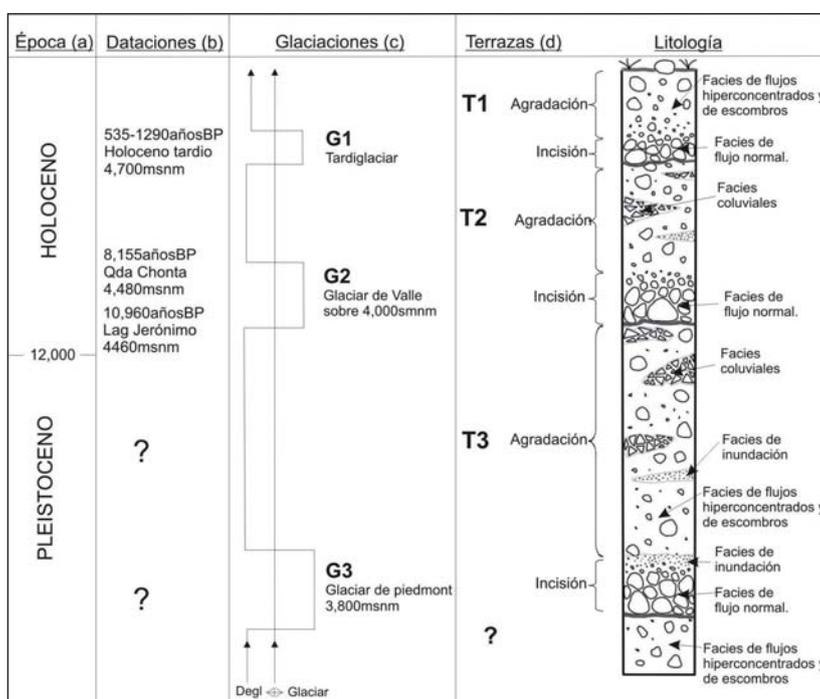


Figura 3.3 Cuadro de correlación tentativa entre a) la columna cronoestratigráfica, b) dataciones, c) glaciaciones y d) terrazas y su depósitos.

Conclusiones

Los depósitos aluviales rellenan el fondo de los valles. Estos depósitos están ordenados en una secuencia de tres niveles de terrazas: T1, T2 y T3 (enumeradas de la más reciente a la más antigua). Esto significa que en la subcuenca del río Shullcas habrían ocurrido por lo menos tres episodios de acumulación de sedimentos.

El estudio sedimentológico de las terrazas y el abanico aluvial del río Shullcas revela que estas geoformas están compuestas mayormente por depósitos de flujos de escombros y flujos hiperconcentrados (aluviones), lo que sugiere que tales geoformas fueron construidas a partir del depósito de tales flujos. Los depósitos observados corresponden al Cuaternario. La terraza T3 pertenece al Pleistoceno y habría sido formada después del avance glaciar G3. Las terrazas T2 y T1 pertenecen al Holoceno y habrían sido formadas después de los avances glaciares G2 (correspondiente al último máximo glaciar ocurrido hace 11.000 años) y G1 respectivamente.

Este artículo puede ser citado como: Ocampo, L. M., Gómez, J. C. y A. Lagos (2012): “Estudio geológico de aluviones en la subcuenca del río Shullcas”, en Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro, Instituto Geofísico del Perú.

Determinación de la potencialidad de generar movimientos en masa

Franklin Blanco

Introducción

Los movimientos en masa son eventos que se producen en laderas de terreno, principalmente por acción de las lluvias intensas, movimientos sísmicos y/o modificaciones realizadas por el hombre como construcción de carreteras, canales, etc. Para conocer el nivel de inestabilidad que presenta este terreno se debe evaluar un principio: la potencialidad de generar movimientos en masa (el cual se inicia con el análisis de las características más importantes del terreno), luego empleando una metodología de cálculo se obtiene el mapa que reflejará el potencial del terreno de generar movimientos en masa. Los resultados deben validarse al comparar con el mapa de inventario de movimientos en masa.

El mapa final puede considerarse como una herramienta que servirá para cuantificar la peligrosidad geológica, considerando además que el presente estudio (sumado a un conjunto de investigaciones de distintas disciplinas) servirá para mejorar la capacidad de adaptación ante los eventos extremos, disminuyendo su vulnerabilidad y contribuyendo así en la planificación y desarrollo de la región.

Metodología

Los movimientos en masa serán controlados en cierta medida por las características del terreno. Para ubicar que zonas presentan mayor potencial de generar movimientos en masa se deben evaluar las principales características del terreno como: tipo de roca, pendientes, formas del terreno y la cobertura vegetal existente.

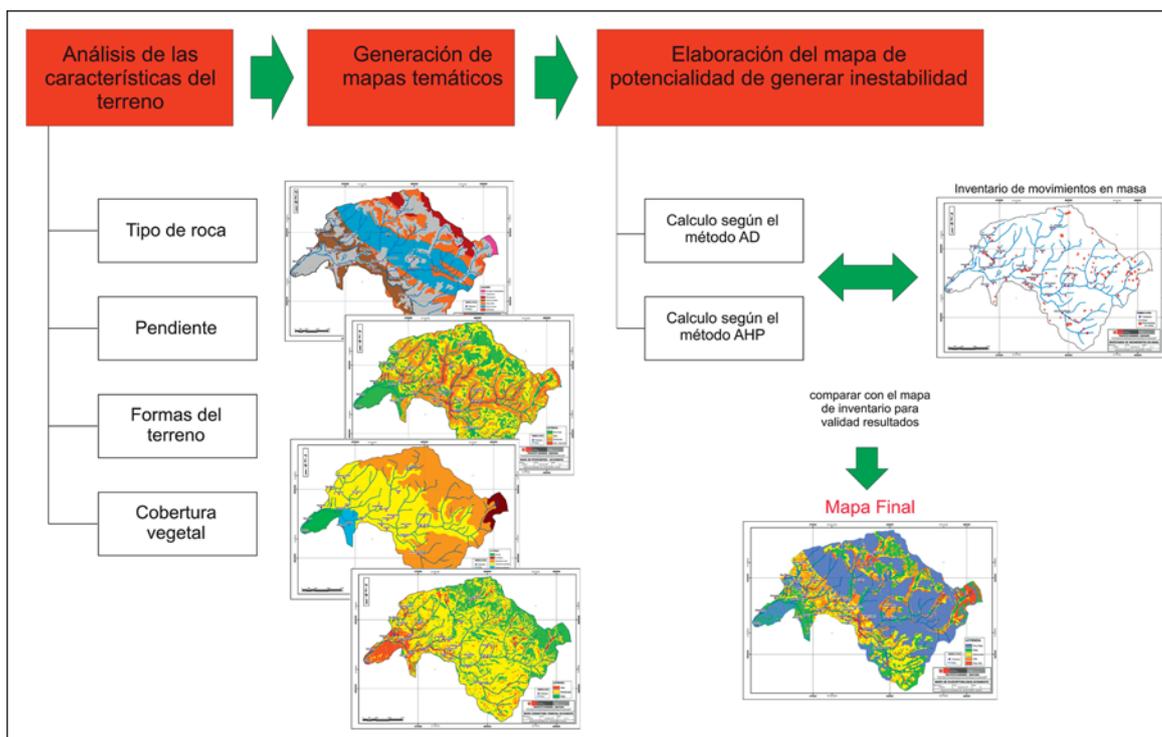


Figura 3.4 Metodología para determinar la potencialidad de generar movimientos en masa. Elaboración F. Blanco.

Cada característica presenta distinta influencia hacia la inestabilidad. Para cuantificarla se utilizan frecuentemente diversos métodos, algunos son del tipo probabilístico mientras que otro grupo es heurístico (Westen, 2002). Indicar cuál de ellos es el más adecuado a utilizar dependerá de las características geológicas del área en estudio, de la escala de trabajo y del nivel de confiabilidad del método. Los métodos utilizados son: el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y el Análisis Discriminante (AD).

Luego de cuantificar la influencia de cada característica, se continúa con el cálculo del potencial de generar inestabilidad; resultando dos mapas uno por cada método. Ambos resultados se comparan con el mapa de inventario de movimientos en masa para elegir así el que mejor refleje las características del terreno. Los pasos descritos se presentan en la Figura 3.4.

Resultados

En la Tabla 3.3 se describen las zonas según el nivel de potencialidad a generar inestabilidad para cada subcuenca, donde se indican los poblados más importantes involucrados, así como los distritos a donde pertenecen.

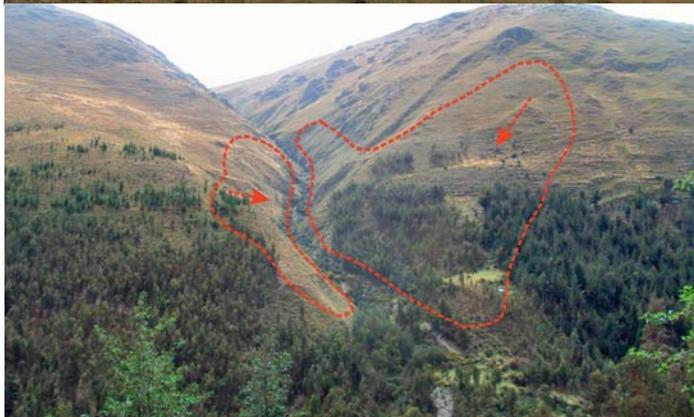
Tabla 3.3 Zonas según el nivel de potencialidad

Nivel de Potencialidad	Subcuenca Shullcas	Subcuenca Achamayo	Subcuenca Cunas
Muy baja a baja	Ocupa las zonas urbanas de Huancayo, Salcedo, Cullpa. Zonas altas por encima de Uñas Alto y alrededores de la laguna Huacracocha. Algunas quebradas como Llamioc y Huatupalla.	Se presenta en parte de los poblados Santa Rosa de Ocopa, Matahuasi y Paccha. Ocupa la parte media de la subcuenca alrededores de Bellavista, Tunso, Siusa, Sutule, Iscos, Sayhua. Partes altas de las quebradas Puñunan, Corpacancha, Bandera, Uchungayo además Tisho, Viscas y Huyhuyoc.	Alrededores de la Hacienda Laive, poblados como Uchcumachay, Chaucha, Llipllinayo, Palpa, Amaro, Usibamba, Maraynioc, Quishuar, Azulcocha, Tucuma y Huayao.
Moderada	Se encuentran los poblados de Palian, Vilcacoto, Cochac Grande, Acopilla, Santa Isabel. Alrededores de Suitocancha en la quebrada Anlayaco. Además en quebradas como Pachapata, Sillapata, Erbacio, Jallayoc y Chuspe.	Abarca los poblados de Huanchar, parte alta de Santa Rosa de Ocopa, Chaupimarca, Chilca, Tunumayo, San Miguel, La Libertad, parte de Ancal, Rimaycancha, Huahuanca, Hacienda Suytucancha, Matarcorral y Taptapa. Ocupa quebradas como Chía, Pumapilata, Cochapata, Lipispampa, Parte de Cebollaylloc, Mancocancha y Antacancha.	Ocupa los poblados de Isla, Unión, Antapampa, Chilcas. Alrededores de la hacienda Colpa. Quebradas Tinllapata, Azaza, Consac, Chaya, Acocancha.
Alta a muy alta	Se puede ubicar en las laderas que se encuentran entre los poblados Chamisería y Acopalca. Partes altas de Vilcacoto. En quebradas como Uruncancha, Canlahuayo, Ronda, Huishna. Alrededores de las lagunas Lazo Huntay y Chuspicocha.	Ocupa los poblados de Chicchepampa, parte de San Antonio de Ocopa, Dos de Mayo, Culicruz, Marcatuna, parte de Ingenio, Rangra, Tintihuasi, parte de Islas, Ceboyllallo, Yuraccasha, Chiacata y Mesapata. Parte media de las quebradas Puñunan, Corpacancha, Bandera, Uchungayo, Chia, Viscas, Suytucancha, Chonta y Mituclo.	Se encuentran los poblados Alto Corral, Malpaso, Paico, entre la hacienda Yanacocha y Huarisca, pasando por poblados como Chahuas, Angasmayo, San Blas, etc. También entre Jatun Huasi y Acoranra. Ocupan quebradas Surapata, Llacsas, Apahuay, Huanca Huallo, Aguas arriba de San Juan de Jarpa y alrededores.

Los mapas finales reflejan el potencial de cada área de generar inestabilidad. Dichos resultados pueden ser agrupados en cinco tipos: zonas de potencialidad muy baja, baja, moderada, alta y muy alta. Cada una es explicada a continuación:

Potencialidad muy baja. Es nula o casi nula la posibilidad que el área presente movimientos en masa, son sectores estables con baja necesidad de realizar medidas correctivas, sin embargo, debe considerarse la influencia de sectores aledaños con mayor posibilidad. Como ejemplo se tiene en la Foto 3.9 una vista del poblado de Siusa, el área está compuesta de rocas tipo calizas con pendientes menores a 10° y cubierto de pastos, estas características logran definir una muy baja potencialidad de generar movimientos en masa.

Potencialidad baja. Son áreas donde la necesidad de ejecutar medidas correctivas solo se da para casos específicos, como al construir obras viables, infraestructura, etc. Debe considerarse la influencia de las zonas cercanas con potencialidad moderada a muy alta. En la Foto 3.10 se presenta como ejemplo la zona aguas arriba del poblado Chaquicocha con pendientes menores a 15°.



Potencialidad moderada. No se debe construir sin previos estudios geotécnicos. Los trabajos que podrían realizarse son: movimiento de tierra, estructuras de retención, manejo de aguas superficiales y subterráneas, reforestación controlada, etc. Es recomendable evaluar la influencia de zonas cercanas con mayor nivel de susceptibilidad. Un ejemplo lo muestra la Foto 3.11 de la zona de Ceboyllayo, parte alta de la subcuenca del Achamayo.

Potencialidad alta. Estos terrenos deben ser sometidos a estudios detallados de estabilidad, de lo contrario es recomendable no hacer uso de estas áreas y mantenerlos sin modificaciones. La Foto 3.12 muestra la zona 0.5 km. aguas arriba del poblado de Chamiseria en la parte media de la subcuenca del Shullcas.

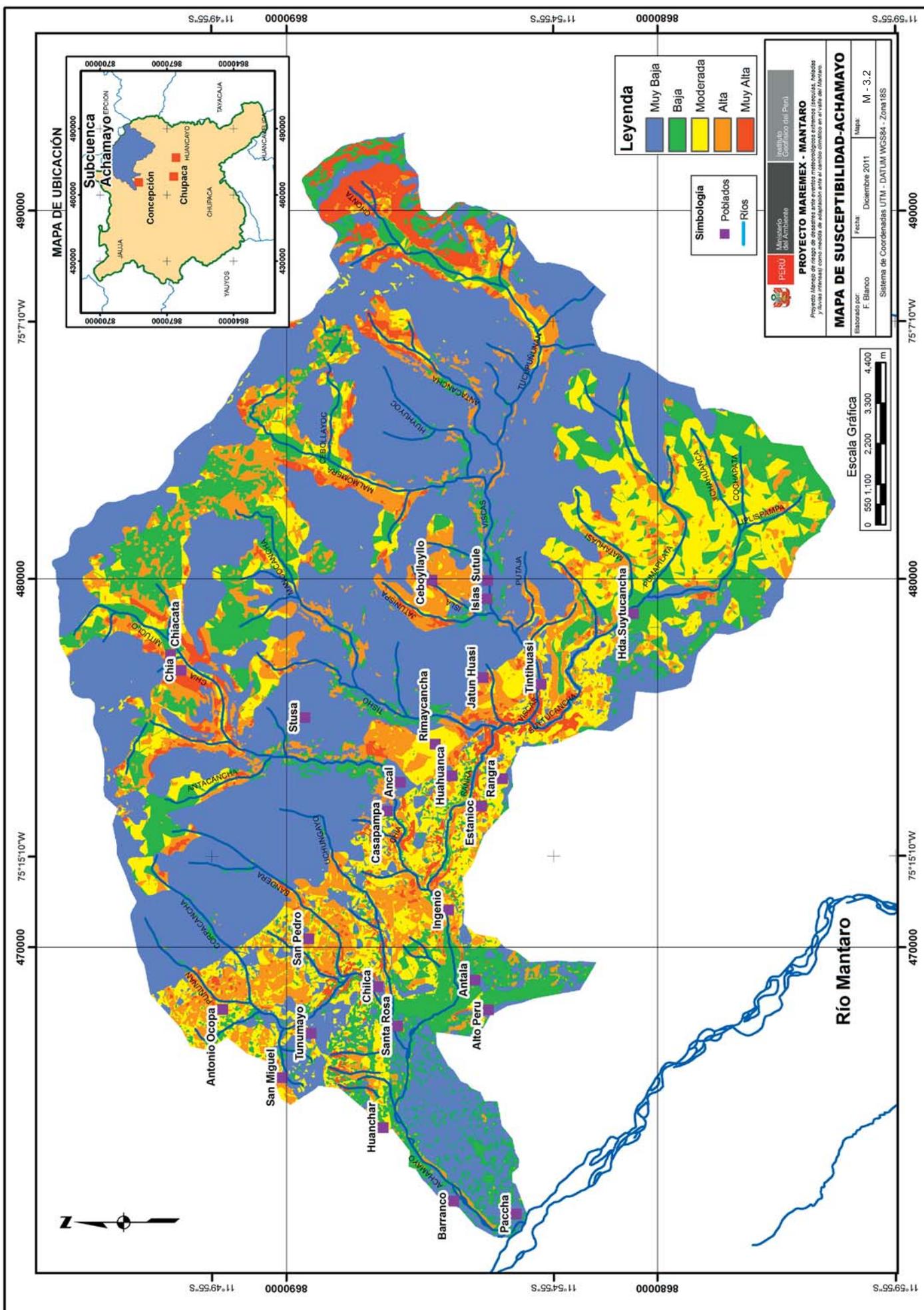
Potencialidad muy alta. Estas áreas reflejan el máximo potencial de generar movimientos en masa, es recomendable no hacer uso de estas áreas, evitando cualquier cambio que modifique la estabilidad. Una evidencia de esta zona es el paraje denominado Ñuñungayoc a 4 km. aguas arriba del poblado de Chamiseria (Foto 3.13).

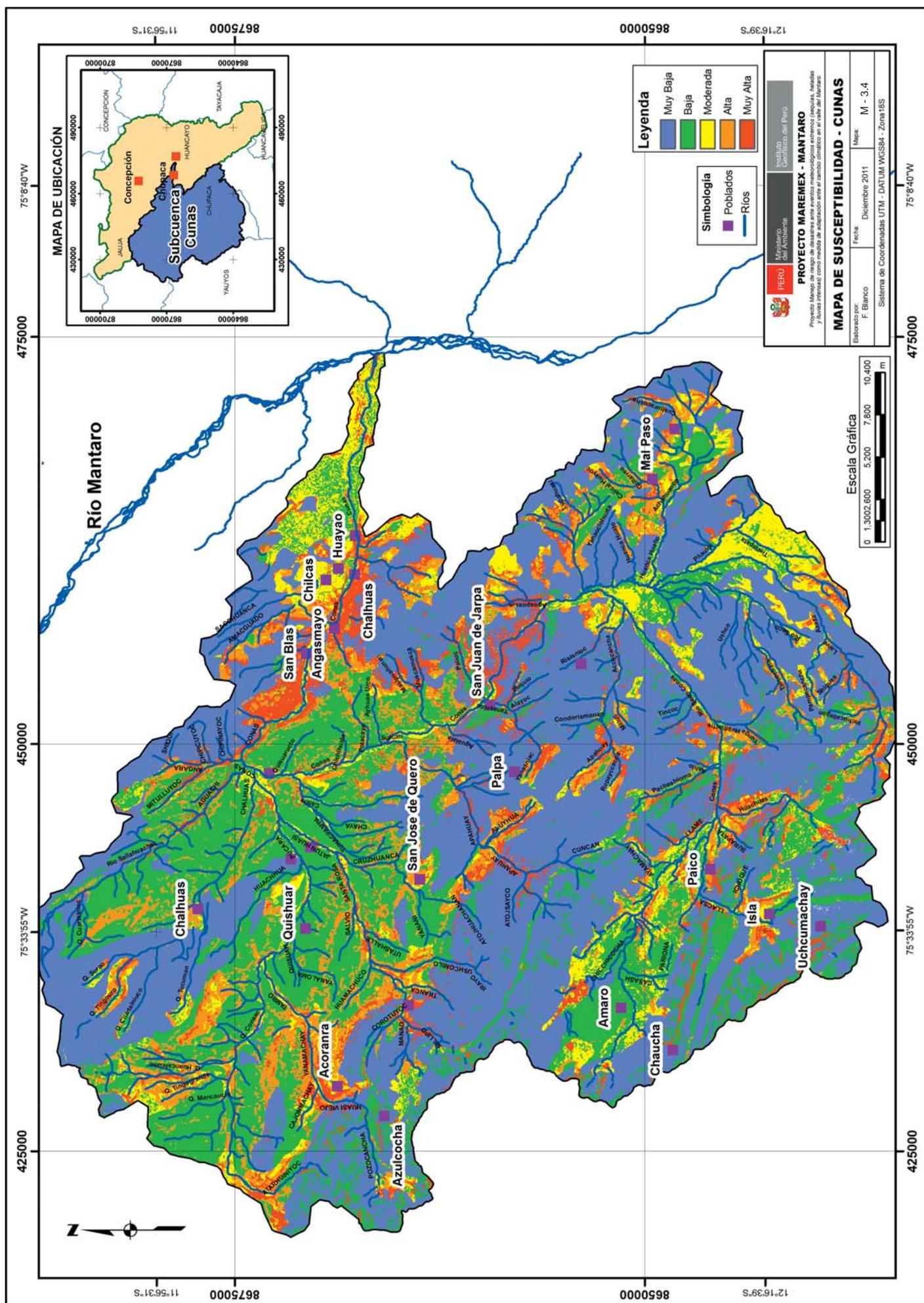
Las características del terreno influyen directamente en las diferentes tipologías de los movimientos, en los mecanismos y modelos de rotura (Almaguer, 2006), es así que al analizar dichas variables es posible conocer la potencialidad del terreno de generar movimientos en masa. Los mapas que indican el potencial de cada zona de generar inestabilidad se presentan por subcuenca (Mapas 3.2, 3.3 y 3.4) y han sido realizados utilizando el método AHP, porque refleja mejor las características del terreno con una mayor correlación con el mapa de inventario de movimientos en masa.

Discusión

Definir cuál tipo de método se debe utilizar puede depender en cierta medida del contexto geológico a evaluar, así como del grado de confiabilidad que genera un método. Para realizar la comparación se utiliza frecuentemente el Índice de Densidad Relativa propuesto por Baeza (Santacana et al., 2002), el cual mide la proporción de eventos existentes por cada nivel de potencialidad. Por lo tanto es importante el desarrollo de nuevas técnicas de comparación entre métodos de cálculo de la potencialidad a movimientos en masa.

De arriba hacia abajo: Posibilidades de generar movimientos en masa Foto 3.9 Muy baja, poblado de Siusa (vista al NE) en la parte alta de la subcuenca de Achamayo; Foto 3.10 Baja, un km. aguas arriba del poblado de Chaquicocha (vista al SE), parte media de la subcuenca del Cunus; Foto 3.11 Moderada, cerca al paraje de Ceboyllayo (vista al NE) en la parte alta de la subcuenca de Achamayo; Foto 3.12 Alta, medio kilómetro aguas arriba del poblado Chamisería (vista al N) en la parte media de la subcuenca del Shullcas; Foto 3.13 Muy alta, frente al paraje Nuñungayoc en la parte media de la subcuenca del Shullcas (vista al N). Créditos F. Blanco.





Vulnerabilidad física de los principales centros poblados piloto del proyecto

Luis Céspedes

Introducción

Según INDECI (2006), existen diferentes tipos de vulnerabilidad (ambiental, ecológica, física, social, económica, educativa, institucional, etc.); sin embargo, en el presente estudio trabajaremos únicamente con la determinación de la vulnerabilidad física considerando variables sociales y económicas.

La vulnerabilidad física está referida especialmente a la localización de los asentamientos humanos en zonas de riesgo, y a las deficiencias de sus estructuras físicas para "absorber" los efectos de esos riesgos, (Wilches-Chaux, 1993). A partir de este concepto decimos que la vulnerabilidad física evalúa y analiza el lugar donde se asienta el centro poblado, por ejemplo cerca de fallas geológicas, ladera de los cerros, riberas del río, etc. cuyas situaciones incrementan significativamente el nivel de vulnerabilidad; y el material utilizado en la construcción de las viviendas, establecimientos económicos y de servicio (salud, educación, sede de instituciones públicas), e infraestructura socioeconómica (centrales hidroeléctricas, carreteras, puentes y canales de riego) para asimilar los efectos del peligro. Otro aspecto que se considera para esta vulnerabilidad, es la calidad del suelo del lugar donde se asienta la comunidad.

Ubicación

Los centros poblados pilotos del área del proyecto MAREMEX-Mantaro son: C.C. Acopalca, C.C. San Juan de Jarpa y Concepción; sin embargo, adicionalmente se trabajó en las siguientes dos zonas de estudios: Asociaciones de viviendas del distrito de El Tambo y la C.C. Rangra. La ubicación geográfica se puede apreciar en el Mapa 1.1 de este mismo volumen, y su ubicación política en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Cuadro de ubicación política de los centros poblados en estudio

Subcuenca	Provincia	Distrito	Centro poblado
Shullcas	Huancayo	Huancayo	Acopalca
Cunas	Chupaca	San Juan de Jarpa	San Juan de Jarpa
Achamayo	Huancayo	Quilcas	Rangra
Achamayo	Concepción	Concepción	Concepción
Shullcas	Huancayo	El Tambo	Asoc. de Viv.

Metodología

Existen diferentes metodologías para determinar la vulnerabilidad física desarrolladas por diferentes instituciones, todas ellas con un mismo objetivo: reducir el grado de vulnerabilidad y riesgo de la población ante un potencial peligro. Se decidió tomar como guía el diseño metodológico del Manual Básico para la Estimación del Riesgo desarrollado por el INDECI (2006), el cual se dividió en tres etapas: Organización y preparación de estudio; formulación y diagnóstico del área de estudio; y formulación de propuestas.

La primera etapa consistió en recopilar y revisar bibliografía sobre las diferentes metodologías, enfoques, criterios de estimación de vulnerabilidad física aplicados a centros poblados, considerando que la metodología a usar se adopte fácilmente a las condiciones de cada centro poblado en estudio.

Se visitó la zona de estudio para identificar los peligros potenciales para un primer diagnóstico de cada centro poblado.

En la segunda etapa se realiza un análisis y caracterización a nivel local de cada centro poblado; se analiza los peligros y se identifica y evalúa la vulnerabilidad física basados en las variables de estudio (Figura 3.5).

Finalmente, en la última etapa se sistematizó, clasificó y procesó la información en una base de datos para concluir con la presentación de los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones para cada centro poblado.

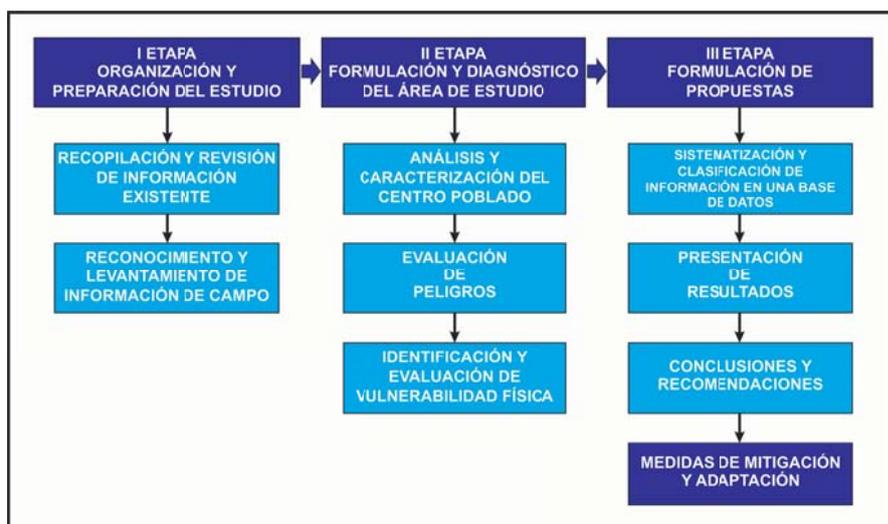


Figura 3.5 Pasos de la metodología para la determinación de la vulnerabilidad física.

Vulnerabilidad física

Para la evaluación y determinación de la vulnerabilidad física se consideraron las variables de estudio descritas en la Tabla 3.5: Características de la infraestructura física, condición física, características geotécnicas y geomorfológicas, y normatividad existente.

Tabla 3.5. Cuadro aplicativo para la evaluación de la vulnerabilidad física.

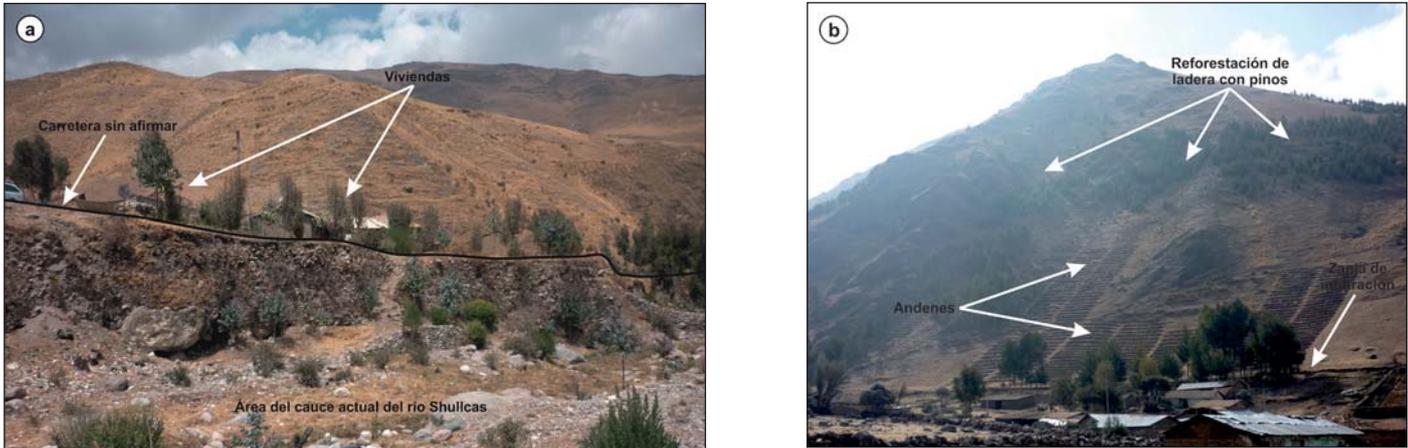
VARIABLE	NIVEL DE VULNERABILIDAD FÍSICA			
	Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Muy Alta
	< 25 %	26 a 50 %	51 a 75 %	76 a 100 %
Características de la infraestructura física: Material de construcción predominante, altura de edificación, estado de conservación y uso actual (vivienda, comercio, colegio, etc.).	Estructuras sismorresistente con adecuada técnica constructiva (de concreto o acero).	Estructuras de concreto, acero o madera, sin adecuada técnica constructiva.	Estructuras de adobe, piedra o madera, sin refuerzos estructurales.	Estructuras de adobe, caña y otros de menor resistencia, en estado precario.
Condición física: Asentamiento o localización geográfica de la población (en las laderas de los cerros, terrazas del cauce del río, etc.).	Muy alejada del peligro > 5 Km	Medianamente cercana del peligro 1 – 5 Km	Cercana del peligro 0.2 – 1 Km	Muy cercana del peligro 0.2 – 0 Km
Características geotécnicas y geomorfológicas: Identificar las diferentes geoformas, tipos de suelos y la capacidad de carga.	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buenas características geotécnicas	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta, material inorgánico, etc.)
Normatividad existente. Leyes y reglamentos referidos a la construcción de edificación y ocupación/uso del suelo.	Con leyes estrictamente cumplidas	Con leyes medianamente cumplidas	Con leyes sin cumplimiento	Sin ley

Fuente: INDECI, 2006.

A continuación se presenta la descripción de los aspectos de vulnerabilidad física de cada uno de los centros poblados analizados.

Comunidad Campesina de Acopalca

En la CC. Acopalca se identificó que —en los últimos 10 años— la población empezó a construir sus viviendas en las riberas del río Shullcas. Estas presentan una vulnerabilidad alta ante la probabilidad de ocurrencia de un aluvión en la subcuenca del río Shullcas, como los registrados en los años 1969 y 1990 y que afectó severamente el barrio de Chamisería de la comunidad de Acopalca. El material de construcción de las viviendas es predominantemente de tapia y adobe, pero aproximadamente el 50 % de ellas son infraestructuras antiguas que datan desde que se fundó la comunidad y su conservación es de regular a mala.



De izquierda a derecha: Foto 3.14 Debido a la localización de un número determinado de viviendas asentadas a escasos metros del cauce del río Shullcas se puede observar la condición física de las mismas, en la C.C. de Acopalca. Foto 3.15 Se aprecia que la población ha reforestado la ladera del cerro con pinos y elaborado andenes como medidas de mitigación ante la presencia de flujos de lodo en la estación de invierno. Créditos L. Céspedes.

En la ladera de los cerros correspondiente a los barrios El Salvador y del barrio Centro de la comunidad, se forman esporádicamente pequeños flujos de lodo en época de invierno (noviembre - marzo), afectando levemente a las viviendas que se encuentran en su curso; sin embargo, la población gestionó la elaboración de pequeños andenes para mitigar la ocurrencia de este evento (Fotos 3.14 y 3.15).

Comunidad Campesina de San Juan de Jarpa

Algunas viviendas de esta comunidad —correspondiente a cinco manzanas— están asentadas en las riberas del río Negro, y en su intento de ocupar mayor territorio invadieron el cauce natural del río, el cual en época de lluvias incrementa el nivel del agua originando inundaciones que afecta a viviendas y pequeñas áreas de cultivo, como el caso registrado en marzo del 2010 que afectó aproximadamente entre 10 a 15 viviendas. (Foto 3.16).



De izquierda a derecha: Foto 3.16 Parte del cauce del río Negro, que inundó las viviendas que se ubican en los bordes de su ribera (como las que se aprecian en la imagen), hecho ocurrido en marzo del 2010. Foto 3.17 Infraestructura del colegio I.E. Indoamericano de Jarpa donde una de sus edificaciones tiene grietas en sus paredes, que por el pésimo estado de conservación de la infraestructura, tiene un alto riesgo de colapso. Créditos L. Céspedes.

Las viviendas de la comunidad son principalmente de adobe y tapia, de conservación regular y buena; sin embargo, se observó que algunas de las viviendas y un colegio (I.E. Indoamericano de Jarpa) se encuentran en mal estado de conservación, sobre las cuales se observan grietas en las paredes y que están a punto de colapsar; a pesar de ello, aún siguen siendo habitadas.

Una inspección en toda la comunidad permitió verificar que en algunas zonas, los canales de riego no tienen el mantenimiento adecuado de limpieza y conservación, lo que dificulta la circulación del agua, con la posibilidad de reboso. También se observó que la infraestructura de energía eléctrica (postes eléctricos), alguno de ellos se instalaron en zonas inadecuadas (por situarse en los márgenes de canales de agua), que con el tiempo corren el riesgo de derrumbarse por la humedad del suelo.

La comunidad interconecta sus barrios a través de tres puentes carrozables que cruzan el río Cunas, separados entre 0,5 y 1,0 km. de distancia. Sesenta años atrás aproximadamente, uno de estos puentes colapsó al ceder una base del puente por la crecida del caudal del río Cunas. Actualmente, ha sido restaurado con materiales propios del lugar; sin embargo, ha sido construida en lo que aún forma el cauce natural del río.

Distrito de Concepción

La zona urbana del distrito de Concepción, si bien no presenta problemas de eventos naturales potencialmente peligrosos, tiene problemas con el sistema de drenaje pluvial en época de lluvias intensas, inunda viviendas, las calles y avenidas del distrito. Una de las razones de estos inconvenientes es porque el sistema de drenaje es antiguo y colapsa al sobrepasar su capacidad de soporte debido al crecimiento de la población del área urbana. Otro factor a considerar es la falta de mantenimiento y limpieza de los canales de agua de las calles.



De izquierda a derecha: Foto 3.18 y 3.19 Se observa que la base de las edificaciones de las viviendas construidas se verán afectadas por la gran humedad que existe, por la existencia del canal de regadío, que se encuentra a 0.50 - 1.00 metros. Foto 3.20 Vivienda de adobe en pésimas condiciones de conservación, que se encuentra en riesgo de colapso por la antigüedad de su infraestructura. Créditos L. Céspedes.

El material predominante de construcción de las viviendas es de adobe y algunas de tapia, aunque ya se observan numerosas construcciones de concreto, sobretudo en el centro de la ciudad. Sin embargo, se apreció que algunas de las viviendas de adobe, presentan deterioros en su infraestructura ya sea por antigüedad y/o falta de mantenimiento.

Distrito de El Tambo

En el distrito de El Tambo se trabajó básicamente en las zonas donde la población se encuentra cerca del río Mantaro, a 3 km en dirección Noroeste de la ciudad de Huancayo (desde la Av. Caminitos de Huancayo o la asociación de vivienda Caminitos de Huancayo hasta la cooperativa de vivienda Víctor Raúl Haya de la Torre a la altura de la Av. Mariátegui). La población se encuentra asentada en la primera, segunda y tercera terraza del río Mantaro, las cuales tienen diferencia de nivel entre 15 a 25 metros de altura aproximadamente y en estos cambios de altura, es donde se observa que existe constantes caídas de rocas sobre las viviendas construidas en las partes bajas; sin embargo, algunas de las viviendas que se encuentran en la parte alta también se encuentran expuestas a posibles desplomes de su infraestructura por construirse en los bordes de la terraza, ya que el suelo se va erosionando haciendo que la infraestructura pierda la consistencia de su base (Foto 3.22).

Las viviendas están construidas mayoritariamente de ladrillo y concreto, pero aún se observan edificaciones de viviendas de materiales de adobe, tapia y unas pocas de madera y triplay.



De izquierda a derecha: Foto 3.21 Las viviendas que se encuentran asentadas en la primera terraza del río Mantaro son vulnerables a inundaciones ya que no tienen defensas ribereñas. Foto 3.22 Se muestra uno de los muchos casos, donde las viviendas construidas tanto en la parte alta como en la parte baja, en los bordes de las terrazas, tienen problemas de erosión de las paredes del suelo y caída de rocas respectivamente. Créditos L. Céspedes.

Comunidad Campesina de Rangra

La C.C. de Rangra se encuentra asentada sobre una zona que es susceptible a deslizamientos. Se observó varios escarpes en diferentes lugares de la comunidad, (Foto 3.24) lo cual evidencia que es una zona activa a deslizamientos, esto se atribuye al tipo de suelo arcilloso que tiene en algunas zonas y a la pendiente alta que presenta en la mayoría del territorio, donde se emplaza la comunidad.



De izquierda a derecha: Foto 3.23 Se observa la parte posterior del local comunal y la parte lateral de una vivienda que se encuentra en una zona de alta pendiente. Foto 3.24 Se aprecia un escarpe de 0.5 a 1.5 metros de altura, el cual evidencia que el lugar es susceptible a deslizamientos; por tanto la C.C. Rangra presenta una alta vulnerabilidad física. Créditos L. Céspedes.

La infraestructura de vivienda es predominantemente de tapia y adobe, a excepción del local comunal y del nuevo PRONOEI que son de ladrillo y cemento. En general, las viviendas tienen una conservación media y presentan pésima conservación, tienen grietas en sus paredes, como es el caso de la iglesia y la bodega que se encuentra al costado del local comunal. La población es consciente del peligro con el cual conviven, es por ello que algunos pobladores abandonaron sus viviendas para reasentarse en otras zonas u otro centro poblado.

Discusión

La vulnerabilidad física es un parámetro esencial en la evaluación de la gestión de riesgo de desastres. En la región de Junín, en particular los centros poblados de Acopalca, Rangra, San Juan de Jarpa y El Tambo presentan alta vulnerabilidad física por exposición a peligros de origen natural; sin embargo, falta hacer una evaluación de los peligros de origen tecnológico y hacer esta evaluación en los otros distritos y poblados rurales.

Conclusiones

La vulnerabilidad física de los centros poblados en estudio es de media a alta, debido principalmente a la mala condición física de las viviendas de cada uno de los centros poblados evaluados y la exposición de la población e infraestructura frente a los eventos potencialmente peligrosos identificados. En forma puntual, por cada uno de los centros poblados estudiados se puede concluir:

- La C.C. de San Juan de Jarpa y El Tambo son vulnerables a inundaciones. Las viviendas que se encuentran aledañas o cerca al río, aumenta su nivel de vulnerabilidad física (comunidad de San Juan de Jarpa).
- La C.C. Rangra es vulnerable a deslizamientos por las características geomorfológicas de su territorio y por el tipo de suelo que presenta (arena y arcilla).
- El Distrito de Concepción tiene zonas que son vulnerables a inundaciones en la estación de invierno (época de lluvias), afectando la infraestructura de las viviendas.
- La C.C. de Acopalca por sus antecedentes (eventos del año 1969 y 1990) es vulnerable a los aluviones, por lo que se debe evitar construir cerca del cauce del río Shullcas, como ha venido ocurriendo en los últimos diez años.
- Con la estimación de la vulnerabilidad física se puede reducir las pérdidas de materiales en infraestructura pública o privada, evitando construir en zonas que presenten alta vulnerabilidad física.

Para cada centro poblado se ha elaborado un mapa de suelos, el cual permite conocer la calidad y tipo de suelo sobre el cual se encuentra asentada la población; adicionalmente con esta información la población tendrá conocimiento de cuales son las zonas con mejores características de terreno para construcción de viviendas y zonas favorables para asentamiento. Las principales características de cada mapa se describen a continuación:

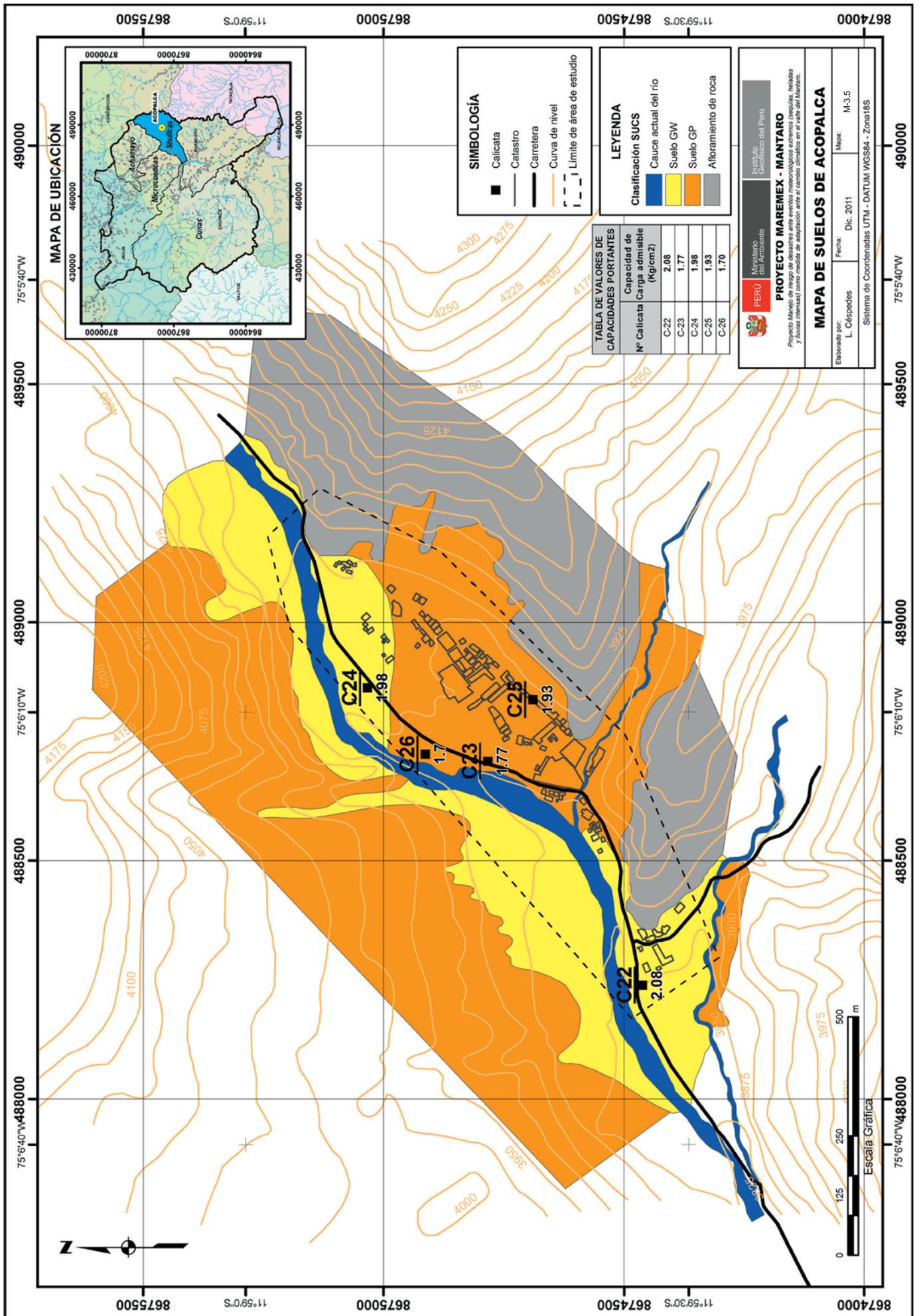
Mapa 3.5 Mapa de Suelos de Acopalca. La comunidad está asentada sobre un suelo gravoso bien graduado y también presenta zonas con gravas mal graduadas (GP), ambos mezclados con arena y pocos finos. El suelo de cimentación tiene un nivel de medio a alta capacidad portante.

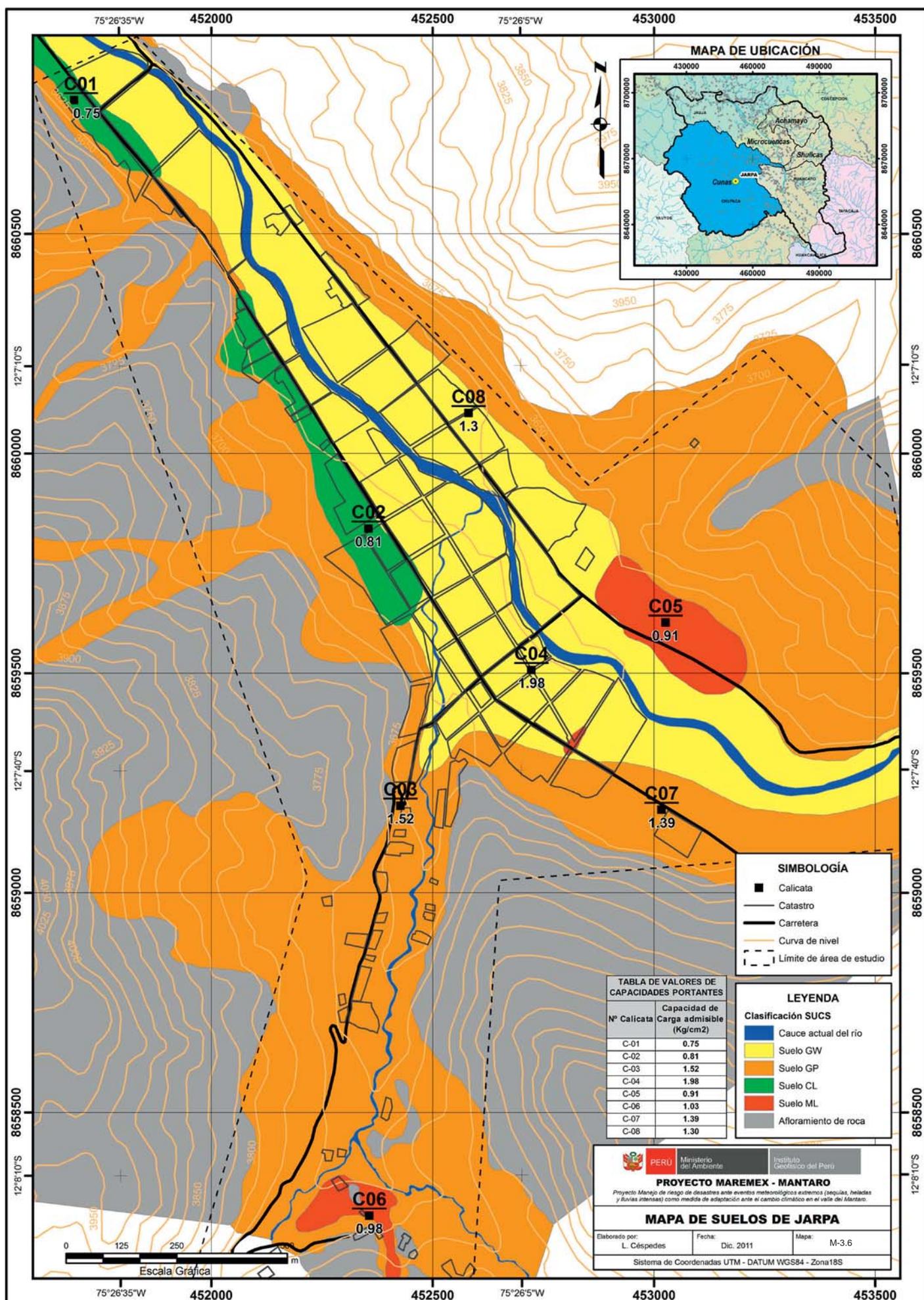
Mapa 3.6 Mapa de Suelos de Jarpa. La comunidad está asentada sobre un suelo gravoso bien graduado (GW) y también presenta zonas con gravas mal graduadas (GP), ambos mezclados con arena y pocos finos, de nivel medio de capacidad portante. Además, tiene zonas específicas donde el suelo es predominantemente arcilloso y limoso (CL y ML), que presentan valores bajos de capacidad portante.

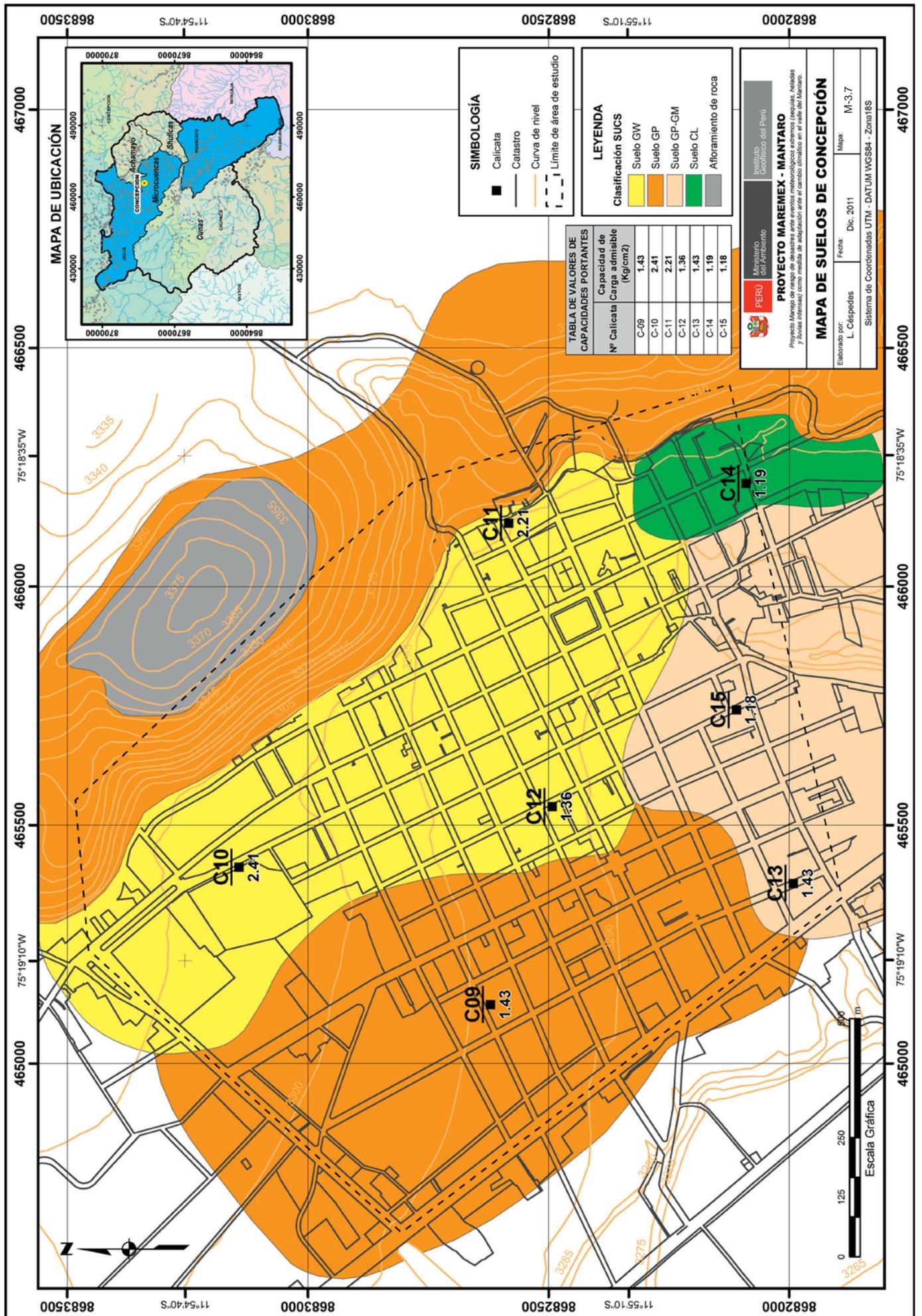
Mapa 3.7 Mapa de Suelos de Concepción. El distrito se asienta sobre un suelo gravoso mal graduado predominantemente mezclados con arena, arcilla y limo. También tiene una pequeña área donde el suelo es de arcillas arenosas (CL). El suelo de cimentación tiene un nivel de medio a alta capacidad portante.

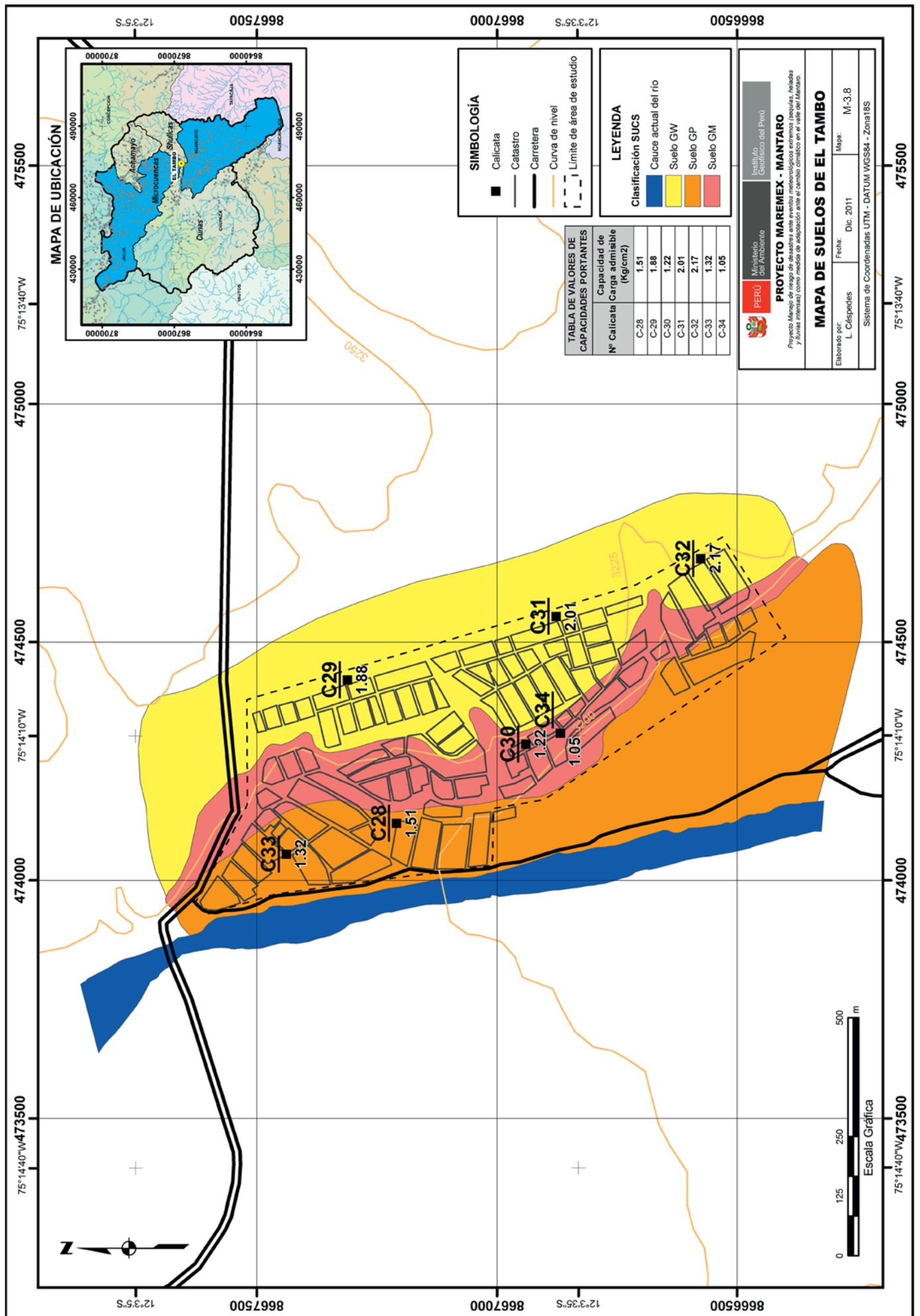
Mapa 3.8 Mapa de Suelos de El Tambo. El distrito se asienta sobre un suelo gravoso predominantemente mal graduado mezclados con arena, limo y material fino. El suelo de cimentación tiene un nivel de medio a alta capacidad portante.

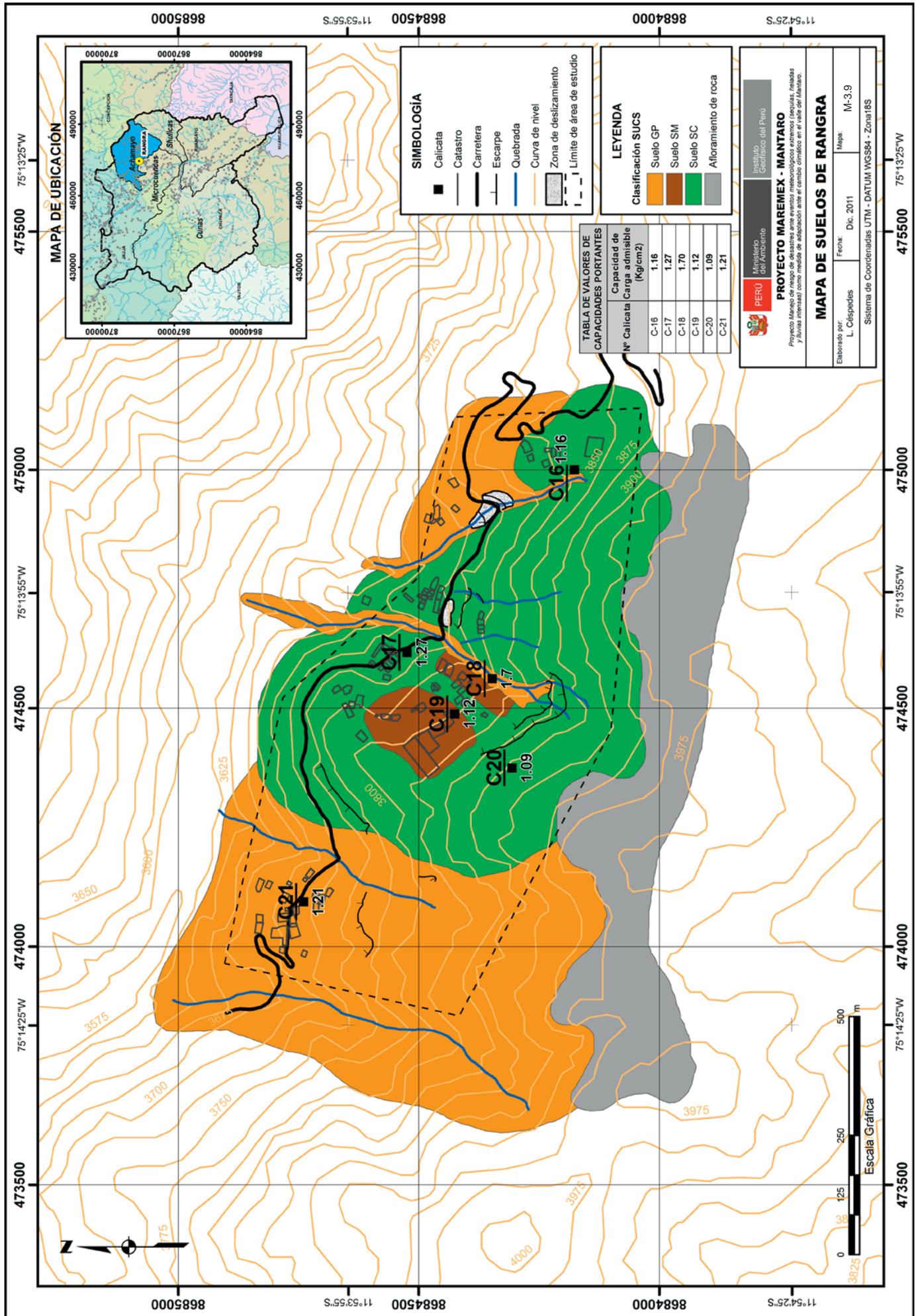
Mapa 3.9 Mapa de Suelos de Rangra. La comunidad está asentada sobre un suelo arenoso con presencia de arcilla y limo (SC Y SM). Además, tiene suelos gravosos mal graduados con mezcla de arcilla y arena (GP). El suelo de cimentación tiene un nivel medio de capacidad portante.











Determinación de umbrales de precipitación que generan deslizamientos y flujos de escombros

Marco Moreno

Introducción

En el periodo de verano (diciembre a marzo), la sierra central del Perú presenta un régimen de lluvias de variabilidad muy alta, esto conlleva a que existan temporadas de lluvias donde se registran intensidades altas que causan inundaciones, deslizamientos y flujos de escombros; y cuando la lluvia se ausenta de manera prolongada se originan veranillos y sequías. Es por ello que es importante la determinación de estos valores de precipitación, puesto que permitirá adoptar las medidas adecuadas de mitigación y prevención. Suárez (1998) menciona que las zonas montañosas tropicales son muy susceptibles a sufrir problemas de deslizamientos de tierra debido a que se reúnen cuatro de los elementos más importantes para su ocurrencia: la topografía, sismicidad, meteorización y lluvias intensas. Esta premisa no escapa a la realidad de los Andes Centrales del Perú. Es por ello, que el estudio consiste en la determinación de los umbrales de precipitación asociados a eventos de flujos de escombros en el centro poblado de Jarpa, como también, a dos deslizamientos en los centros poblados de Rangra y Chamisería (Ñuñungayoc), de donde se obtuvieron parámetros geotécnicos, mediante ensayos de laboratorio de las muestras de suelo obtenidos en los centros poblados, y parámetros hidrometeorológicos, que se consiguieron por medio de los registros de las estaciones meteorológicas cercanas a cada evento.

Ubicación y metodología

Los ámbitos del desarrollo de esta investigación y los tipos de eventos a evaluar en cada uno de ellos se presentan en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6: Ubicación política de los centros poblados y los eventos a evaluar.

Centro poblado	Distrito	Provincia	Subcuenca	Evento
Jarpa	San Juan de Jarpa	Chupaca	Cunas	Flujos de escombros
Rangra	Quilcas	Huancayo	Achamayo	Deslizamientos
Chamisería	Huancayo	Huancayo	Shullcas	Deslizamientos

La metodología para la determinación de los umbrales de precipitación que generan deslizamientos tuvo como primer paso la delimitación del área del deslizamiento y sección de la ladera a evaluar, luego la elaboración de calicatas y recolección de muestras del suelo, en tercer lugar, la determinación de la presión de poros; luego la modelación de la estabilidad de laderas considerando las presiones de poros y la correlación de la precipitación necesaria para obtener la presión de poros que se requiere para la obtención del factor de seguridad, y finalmente el cálculo del umbral de precipitación.

Asimismo, la metodología a seguir para la determinación de los umbrales de precipitación que generan flujos de escombros fue primero, la delimitación del área del evento (microcuenca) y la selección del cauce más largo del río, segundo, la elaboración de secciones transversales cada 100 metros y la asignación del coeficiente de Manning, luego el cálculo de la capacidad admisible del canal natural (volumen) y la elaboración de la geometría del flujo en modelos hidráulicos, con esto, se determina las áreas de inundación a diferentes caudales, luego se correlaciona la precipitación con el caudal que se requiere para que sobrepase el volumen admisible del canal y finalmente se realizó el cálculo del umbral de precipitación.

A continuación se presenta el estudio de caso de uno de los centros poblados identificados: Rangra, ubicado en la subcuenca de Achamayo, escogido debido a que se encuentra ubicado sobre un deslizamiento activo.

Estudio de caso: Centro poblado de Rangra

El deslizamiento activo sobre el cual se ubica Rangra puede reactivarse por sismos, precipitaciones intensas o por actividad del hombre, como la deforestación. En este centro poblado se encuentran como tipos de roca predominante los esquistos y pizarras, y cuenta con una pendiente moderada a empinada en las partes altas. Figura (3.6).

Aristizábal (2010), considera que la ocurrencia de los movimientos en masa en las últimas décadas ha estado íntimamente ligada al crecimiento de la población mundial y consecuente expansión urbana sobre laderas susceptibles a este tipo de procesos. La población urbana de los países en vía de desarrollo se ha incrementado por 5 en tan sólo 40 años y continuará aumentando rápidamente.

Datos de entrada

Para la elaboración de las simulaciones de los modelos de estabilidad de laderas en la zona de deslizamientos, se requieren los siguientes parámetros geotécnicos:

- **Cohesión.** Se define como el nivel de adherencia entre las partículas del suelo, en la que influye la granulometría (gravas, arena, limo y arcilla).
- **Ángulo de fricción interna.** Es el valor en grados que indica el momento de la rotura, a mayor valor, mayor resistencia del material.
- **Humedad.** Es la cantidad de agua contenida en los espacios vacíos (poros) de un material.
- **Presión de poros.** Es la fuerza que ejerce el agua sobre las paredes de las partículas del suelo cuando los poros se llenan de agua.

Los valores de cohesión, ángulo de fricción interna del suelo y la humedad se adquirieron mediante el análisis de las muestras del suelo extraídas de las calicatas elaboradas en el centro poblado de Rangra. Este análisis fue realizado en el laboratorio de mecánica de suelos.

Por otro lado, los valores de presión de poros se obtuvieron en campo, para lo cual se ejecutaron los siguientes pasos: localización del escarpe, elaboración de la calicata, instalación del piezómetro de hincado, acoplamiento de los alambres del piezómetro con el cable transductor del lector de datos, y finalmente la toma de datos de la presión de poros mostrados en el lector de datos.

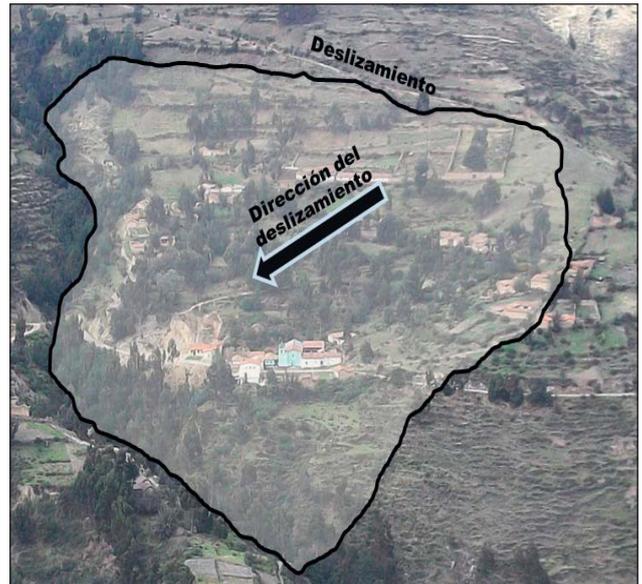


Figura 3.6 Ubicación del centro poblado de Rangra en la parte central del cuerpo del deslizamiento activo.



De izquierda a derecha: Foto 3.25 Localización del escarpe; Foto 3.26 Elaboración de la calicata; Foto 3.27 Instalación del piezómetro de hincado; Foto 3.28 Acoplamiento de los alambres del piezómetro con el cable transductor del lector de datos; y Foto 3.29 Toma de datos de la presión de poros mostrados en el lector de datos. Créditos M. Moreno.

Se realizaron seis calicatas en el centro poblado de Rangra (dos transectos en grupos de tres calicatas cada uno), para determinar simultáneamente las presiones de poros en cada transecto, utilizando los piezómetros de hincado. La distribución de estas calicatas se muestran en la Figura 3.7.

Las calicatas elaboradas en el centro poblado de Rangra tuvieron una profundidad promedio de 2.5 m a 3.0 m. Los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se realizaron con muestras representativas —3 a 4 kilos de muestra de suelo— que se extrajeron del perfil del suelo de cada calicata. En el punto más bajo de esta, se instaló el piezómetro de hincado para las mediciones correspondientes de las presiones de poros.

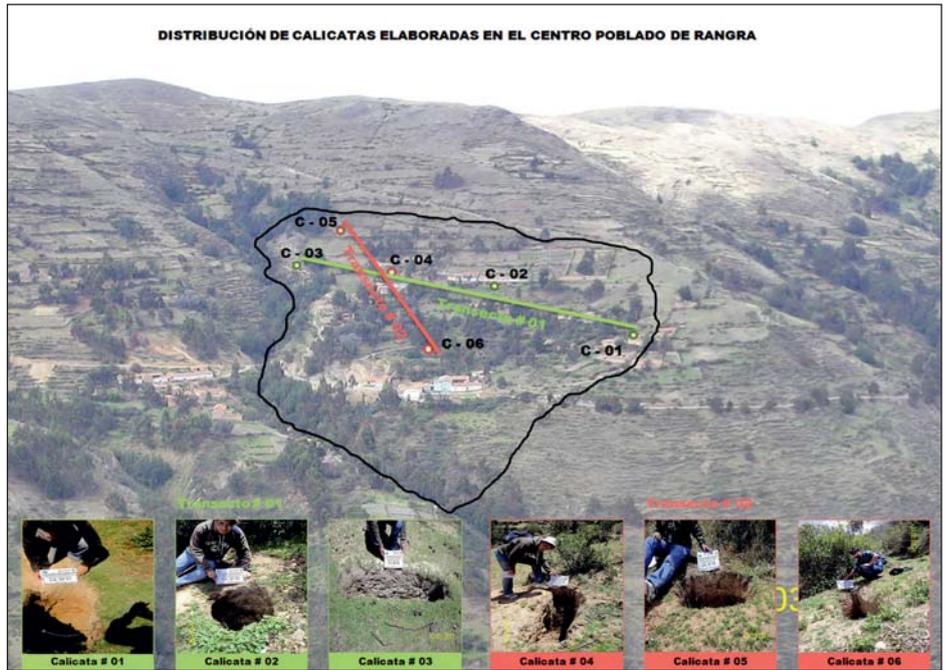


Figura 3.7 Distribución de calicatas elaboradas en el centro poblado de Rangra

Según Suárez (1998), la vegetación tiene los siguientes efectos con relación a la lluvia y la estabilidad de taludes:

- Intercepta la lluvia.
- Aumenta la capacidad de infiltración.
- Extrae la humedad del suelo.
- Se generan grietas en el suelo por desecación.
- Raíces refuerzan el suelo, aumentando resistencia al cortante.
- Anclan el suelo superficial a mantos más profundos.
- Aumentan el peso sobre el talud.
- Transmiten al suelo fuerza del viento.
- Retienen las partículas del suelo disminuyendo la susceptibilidad a la erosión.

También menciona que la deforestación puede afectar la estabilidad de un talud de varias formas:

- a. Disminuyen las tensiones capilares de la humedad superficial.
- b. Se elimina el factor de refuerzo de las raíces
- c. Se facilita la infiltración masiva de agua.

Considerando estos factores, se elaboró el cartografiado de las áreas deforestadas, el área de empozamiento del agua en el terreno, la red de drenaje, los lugares de afloramiento de roca (contacto del suelo con la roca); la localización de los escarpes, entre otros; ya que este tipo de información aporta al análisis de estabilidad elaborando simulaciones de aumento o disminución de la cohesión según las características particulares de la zona.

Adicionalmente, Aristizabal (2010), menciona que en general existe el consenso en que para suelos de baja permeabilidad la lluvia antecedente juega un rol muy importante, por que reduce la succión del suelo causando que el coeficiente de permeabilidad incremente, lo que traduce en una mayor permeabilidad a la infiltración en el suelo; como resultado, la resistencia al cortante se reduce y consecuentemente, el factor de seguridad también se reduce durante la lluvia.



Foto 3.30 Mapeo de las partes del deslizamiento. Se puede observar el escarpe de 2 m. aproximadamente (línea negra), el tipo de vegetación en la zona y la fuerte pendiente. Crédito M. Moreno.

Resultados preliminares

Los resultados de los ensayos de granulometría y tipo de suelo (SUCS) realizada en laboratorio de mecánica de suelos a las muestras de suelos obtenidos en campo se indica en la Tabla 3.7

Con la información de las presiones de poros, la pendiente del terreno, los parámetros geotécnicos, entre otros, se realizaron modelos de estabilidad de las laderas del centro poblado de Rangra para determinar el factor de seguridad.

El factor de seguridad mayor o igual a 1 indica que la ladera es estable; en cambio, si es menor a 1 indica que la ladera a evaluar es inestable. Los parámetros geotécnicos que son utilizados como datos de entrada al modelo de estabilidad de laderas resultan de los ensayos de corte directo del laboratorio de mecánica de suelos de las muestras del suelo extraídas de las calicatas elaboradas en el centro poblado de Rangra. Este tipo de análisis permite obtener los resultados del ángulo de fricción interna del suelo, cohesión aparente del suelo, densidad promedio, entre otros.

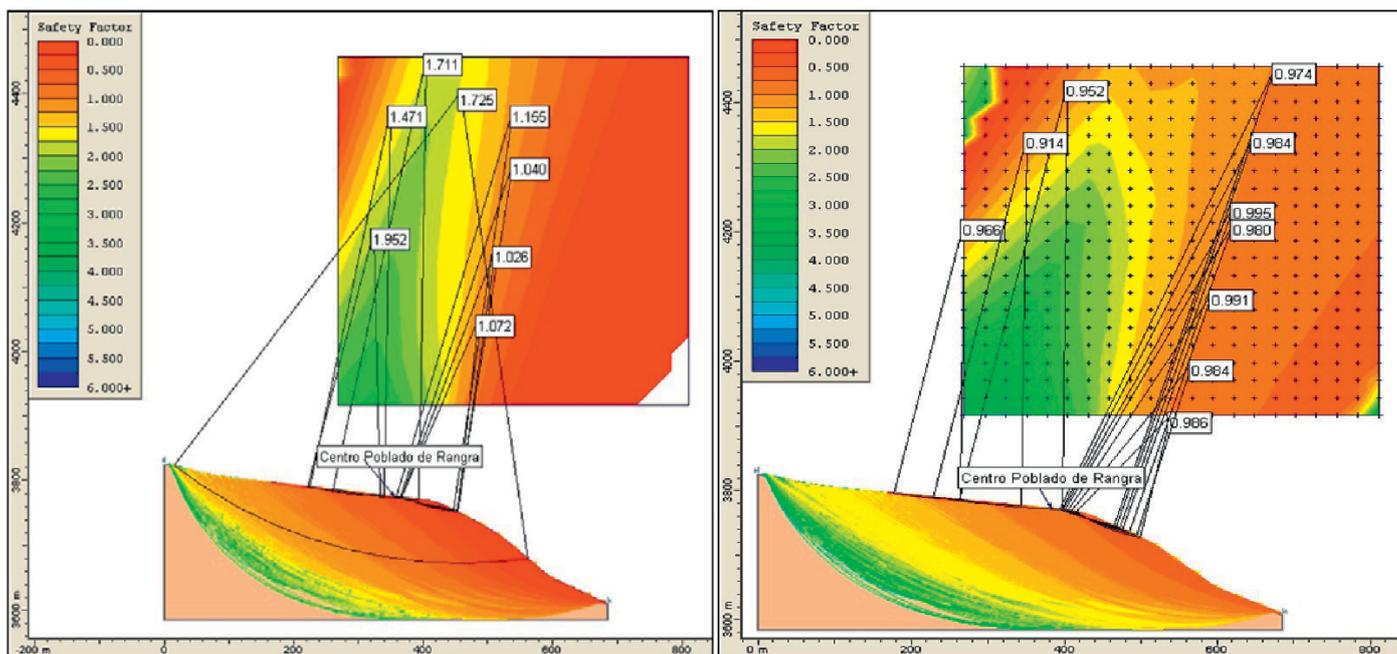
La Tabla 3.8 indica los valores que fueron utilizados en el modelo de estabilidad de laderas. Estos valores fueron generalizados para toda la ladera; sin embargo, en el centro poblado de Rangra, existen diversos tipos de suelo, esto hace que el análisis sea más complejo ya que el factor de seguridad depende de los parámetros de entrada, es decir, el factor de seguridad cambia de valor según los parámetros geotécnicos de la ladera a evaluar. Con estos datos se elaboró el modelo de estabilidad de laderas para el centro poblado de Rangra en la Figura 3.8, y el modelo que representa la simulación de la presión de poros crítica que se representa en la Figura 3.9.

Tabla 3.7 Resultados de los ensayos de granulometría y de tipo de suelo de las muestras del suelo obtenidas de las calicatas

Calicata	SUCS	Descripción	% Gravas	% Arenas	% Finos	Permeabilidad
01	GM con Arena	Grava Limosa con Arena	60	20	20	Alta
02	GM con Arena	Grava Limosa con Arena	42	27	31	Alta
03	ML arenoso	Limo de Baja Plasticidad Arenoso	10	24	66	Baja
04	SM con grava	Arena Limosa con Grava	17	35	48	Media
05	CL arenoso	Arcilla de Baja plasticidad	5	28	67	Baja
06	GC con Arena	Grava Arcillosa Con Arena	47	25	28	Alta

Tabla 3.8 Parámetros a utilizar en los modelos de análisis de estabilidad de taludes.

Parámetros a utilizar en los modelos de estabilidad	
Ángulo de fricción interna del suelo	24.01°
Cohesión aparente del suelo	0.06 Kg/cm ²
Densidad seca Promedio	1.39 gr/cm ³
Humedad Natural (%)	17.15%
Clasificación SUCS	GP -GC con arena



De izquierda a derecha; Figura 3.8 Análisis de estabilidad del talud de la ladera de una sección topográfica SW-NE, donde se emplaza el centro poblado de Rangra. Figura 3.9 Factor de seguridad para una sección analizada en la ladera del centro poblado de Rangra simulando la presión de poros crítico de 80 kpa.

Conclusiones preliminares

Se determinó que el umbral de precipitación preliminar que generan deslizamientos es de 20 mm/día; esta precipitación permite obtener una presión de poros de 80 Kpa y un factor de seguridad de 0,9 aproximadamente; es decir, vence el equilibrio límite para el inicio (activación) del deslizamiento.

Los valores de umbrales de precipitación que generan deslizamientos son diferentes en cada zona a evaluar debido a las características geotécnicas propias del lugar y a otros factores particulares que puedan suceder.

Evaluación de las zonas de peligro frente a inundaciones por máximas avenidas en el valle del río Mantaro (*)

Ricardo Zubieta, Julio Quijano, Karen Latinez y Percy Guillermo

Introducción

El valle del río Mantaro está siendo constantemente afectado por inundaciones en épocas de avenidas, causando grandes pérdidas económicas, sobre todo en el sector agricultura. El objetivo del estudio fue evaluar el peligro de las llanuras de inundación ante máximas descargas y a diferentes tiempos de retorno, empleando el modelo hidráulico HECRAS (Hydrological Engineering Center – River Analysis System), que incluyó el análisis de frecuencias de descargas y la construcción de un modelo de elevación digital detallado (DEM) por métodos de estereoscopia. Para el modelado se utilizaron datos de descarga obtenidos del análisis de frecuencia, el DEM y la geometría fluvial basado en imágenes satelitales Quickbird y Geoeye.



De arriba hacia abajo: Foto 3.31 Inundación de cultivos en el valle. Foto 3.32 Desborde del río Mantaro. Créditos R. Zubieta.

La cuenca del río Mantaro cuenta con abundantes recursos hídricos y su máximo caudal de entrada al valle se ha registrado por la ATDRM a 924 m³/s ATDRM; sin embargo, este se encuentra contaminado por actividad minera que proviene de las alturas de la cuenca. De ahí el grado de importancia que adquieren los tres principales afluentes como fuentes de agua limpia: Ríos Shullcas, Cunas y Achamayo, cuyas aguas incrementan el caudal del Mantaro y que actualmente se orientan al consumo humano, y donde se desarrollan los principales núcleos de producción agrícola permanente.

En los últimos 30 años, la ocurrencia de inundaciones ha sido constante en el tiempo y espacialmente distribuida en todo el valle, con mayor incidencia en la margen derecha, de acuerdo al gráfico desarrollado en base a datos históricos de DESINVENTAR (Figura 3.1). Las inundaciones son el proceso que en horas y días pueden generar el mayor volumen de pérdidas económicas y un número mayor de víctimas (Pujadas 2002).

Las inundaciones en el valle del río Mantaro perjudican anualmente a la producción agrícola; y la utilización de las llanuras de inundación para la obtención de recursos naturales —tal es el caso de la extracción de materiales de construcción— ha incrementado el riesgo considerablemente.

El valle tiene aproximadamente 654 km², de los cuales el 45,5% es orientado a agricultura permanente durante todo el año y el 32,3 % del total se encuentra bajo riego por secano (Zubieta 2010). Además, el valle es considerado la despensa de la ciudad de Lima, por ser el abastecedor de principales productos como papa, maíz, trigo, cebada, etc.

(*) Nuestros agradecimientos a Emilio Domenech del Instituto Geográfico Nacional de España por su contribución en el proceso de obtención del DEM mediante LPS. A Franklin Blanco y Luis Ocampo del Instituto Geofísico del Perú por su apoyo en la toma de datos GPS y encuestas a la población para la validación de los mapas de inundación.

Hay una alta vulnerabilidad de sembríos a impactos por inundaciones, principalmente por causas meteorológicas y condicionadas por:

- Ausencia de defensas ribereñas en muchos distritos.
- La pendiente menor a 5% facilitando la expansión de la lámina de agua.
- Mal drenaje debido a la textura areno-arcillosa. Adicionalmente presenta erosión lateral de moderada a alta.
- Sistema fluvial trenzado y rectilíneo sectorialmente.

Metodología

La metodología empleada incluyó el reconocimiento de campo y recolección de datos GPS. Se empleó inicialmente el mapa de uso de la tierra del valle del río Mantaro elaborado en base a imágenes Landsat 2002-2008 (Zubieta 2010) y sistemas de información geográfica.

Los datos de descargas comprenden registros de máximas avenidas entre 1963 - 2006, los cuales se emplearon para el análisis de frecuencia, y el cálculo de descargas a tiempos de retorno de 1, 10, 25, 50, y 100 años.

Se adquirieron 55 fotografías aéreas para la construcción del modelo digital del terreno MDT para el valle y zonas aledañas al valle del río Mantaro. El método consiste en la extracción primaria de un DEM usando técnicas fotogramétricas de Leyca Photogrametry Suite (ERDAS IMAGINE). Esta técnica emplea las ecuaciones de colinealidad y paralaje, permitiendo la generación digital de pares estereoscópicos. Para ello, se han empleado fotogramas pancromáticos a escala 1/40.000 y puntos de control para aerotriangulación.

Las fotografías aéreas fueron escaneadas con alta resolución (1.200 ppp) para detectar diferencias mínimas de área, alrededor de 1 m, con un total de 70 puntos de control GCP, que fueron escogidos en el área de estudio y localizados en los fotogramas. Estos mismos GCP fueron empleados para el proceso de aerotriangulación. La cobertura forestal, cuerpos de agua y centros urbanos fueron extraídos del proceso para mejorar la precisión del MDT.

Las llanuras de inundación y geometría de los ríos, fueron mapeados mediante sistemas de información geográfica basadas en imágenes satelitales Quickbird y Geoeye, de los años 2010-2011. El río Mantaro tiene un ancho variable que depende de la geometría del cauce y del desarrollo de su llanura de inundación. La información geométrica del cauce fue tomada en época de estiaje. Para ello, se hizo una estimación de la forma del canal —tomando medidas de profundidad del cauce principal en ambas márgenes de los ríos— así como la altura de defensas ribereñas de los ríos Mantaro, Shullcas, Cunas, Achamayo, Yacuy y Chanchas. Los datos obtenidos fueron empleados para mejorar la precisión del DEM en el cauce. Todas las secciones transversales fueron tomadas perpendicularmente a la dirección del río.

En base al procesamiento del DEM y la obtención final del modelo digital del terreno MDT, los cálculos de la geometría del canal fueron hechos con HEC-GeoRAS y procesados en HEC-RAS. El cual es un programa de computadora que modela el sistema hidráulico del agua a través de ríos naturales u otros canales. El modelo calcula la elevación de la superficie de agua en todas las localizaciones de interés. El planteamiento se basa en establecer las ecuaciones de energía y continuidad entre secciones transversales para un régimen subcrítico (Bedient and Huber 2002):

$$Z_1 + Y_1 + \alpha \frac{V_1^2}{2g} = Z_2 + Y_2 + \alpha \frac{V_2^2}{2g} + \Delta h \text{ (ecuación de energía)}$$

Z_1, Z_2 = Cota de referencia

Y_1, Y_2 = Elevación de superficie de agua

V_1, V_2 = Velocidad media

α = Coeficiente de velocidad

g = Constante gravitacional

Δh = Pérdida de energía entre secciones

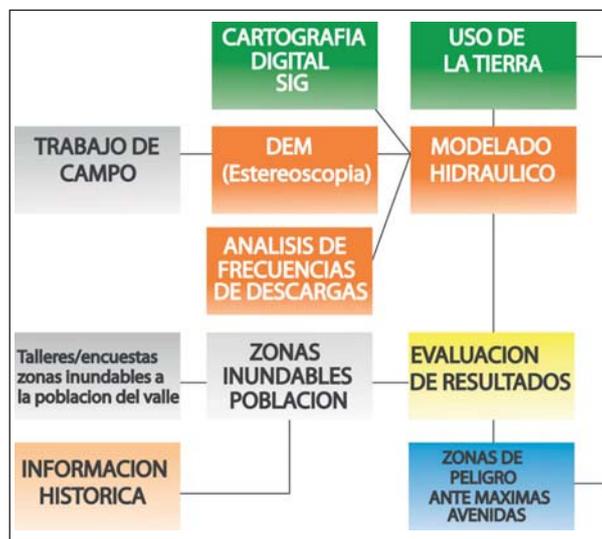


Figura 3.10 Flujograma metodológico empleado en el estudio de las inundaciones en el valle del río Mantaro.

Todos los datos e información espacial fueron modelados empleando HECRAS. Las alturas de superficie de agua resultantes a tiempos de retorno de 1, 10, 25, 50 y 100 años, fueron empleadas para generar superficies de inundación. Posteriormente superpuestas al mapa de uso de la tierra, e identificando las zonas potencialmente a ser inundadas.

Como última actividad, se realizó el análisis de zonas vulnerables históricas. Para ello, se realizó un mapa de ocurrencia de eventos (Figura 3.11) y se llevó a cabo encuestas a agricultores que viven —en su mayoría más de 30 años en la zona de estudio— en los centros poblados históricamente más afectados frente a desbordamientos del río Mantaro, y tratar de determinar hasta donde llegó la lámina de agua en dichos eventos extremos.

Resultados y discusión

La fotointerpretación e interpretación de imágenes satelitales y la toma de datos en el área de estudio mejoraron la precisión del mapa de uso de la tierra, identificando cultivos de papa, maíz y alfalfa más próximos a las llanuras de inundación del río Mantaro; así como los cambios de uso de la tierra, que se aprecian principalmente en la pérdida de zonas de cultivo y aumento de zonas urbanas en las márgenes del río Mantaro, como es el caso de los distritos de Huamancaca Chico y 3 de Diciembre.

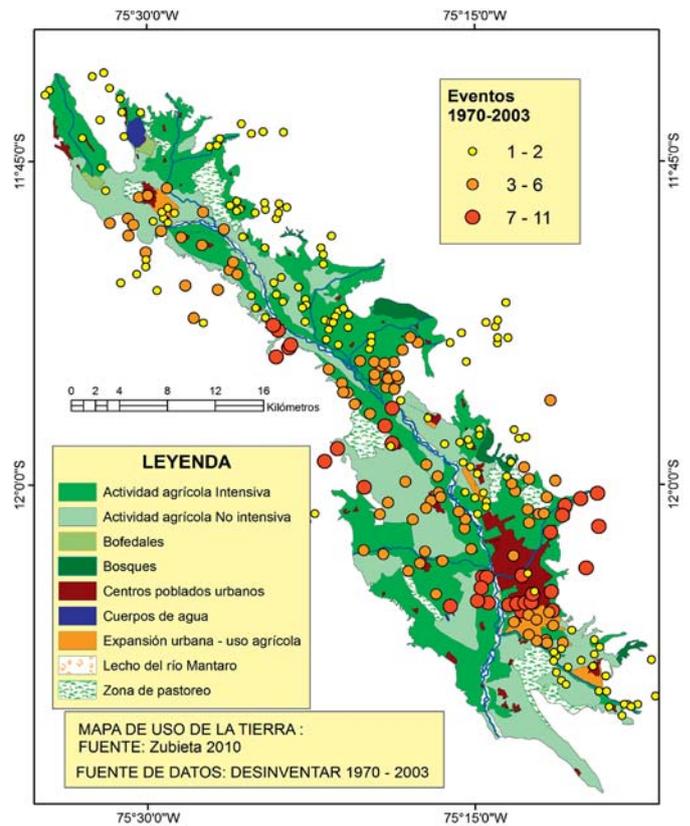


Figura 3.11 Ocurrencia de inundaciones en el valle del Mantaro.

Modelo digital del elevación (DEM)

El desarrollo del modelo digital de elevación (DEM) por estereoscopia muestra gran precisión en la mayoría de todo el valle del Mantaro con un error medio cuadrático de pixel de +/- 1,5 en la terraza 1 y +/- 2 en la terraza 2. Sin embargo, en algunas zonas —como centros urbanos— esta precisión disminuye debido al brillo y textura en el proceso de aerotriangulación digital, pues afectan la visión estereoscópica y por tal, la precisión final del DEM; siendo mejorado con la toma de datos de la geometría del cauce y la obtención final del MDT. Así también la precisión disminuye en zonas de alta pendiente (Figura 3.12).

Eventos históricos y consultas a la población

Se cartografiaron las zonas inundadas en el pasado empleando GPS; para ello se realizaron encuestas a los agricultores de la zona, los cuales —en muchos casos— fueron entrevistados en la misma llanura de inundación. Asimismo, se relacionó temporal y espacialmente los eventos registrados en noticias periodísticas locales y lo registrado por DESINVENTAR; del cual se desprende que los eventos extremos ocurridos en abril 1979, marzo 1981, enero 1991 y febrero 1997, afectaron el 70% de distritos ubicados en el valle.

Las principales causas de pérdidas por eventos extremos de inundaciones en el valle, identificadas en las encuestas son:

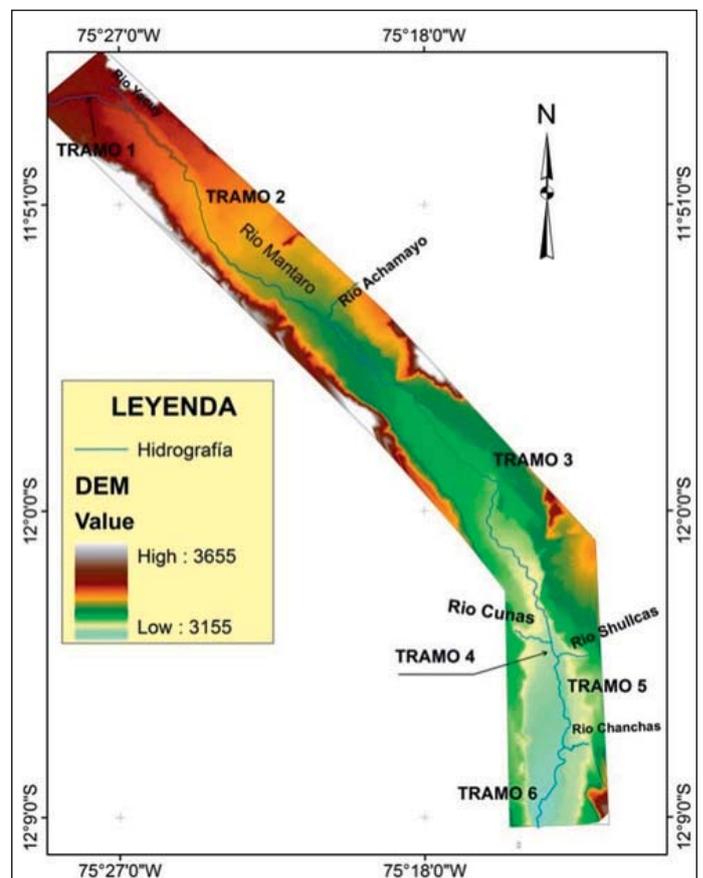


Figura 3.12 Modelo digital de elevación del valle del río Mantaro obtenido por técnicas de aerotriangulación digital.

- Los cultivos se encuentran ubicados espacialmente muy cerca o en la misma llanura de inundación
- Solo el 30 % del recorrido del río Mantaro cuenta con defensas ribereñas
- El aprovechamiento de la extracción de materiales que se lleva a cabo en los cauces y riberas no tiene control, ni es considerado bajo estrategias de gestión de riesgo local.
- El incremento de los caudales máximos estacionales en verano a menudo sobrepasan las expectativas de los agricultores, y las inundaciones de cultivos se presentan en forma anual o interanual en los distritos más expuestos.

Análisis de frecuencias

Se relacionó la magnitud de caudales extremos con su recurrencia, los cuales fueron empleados como datos de entrada en el modelado HECRAS. Se estableció la correlación de caudales máximos a diferente tiempo de retorno, tomando en cuenta el registro de cuatro estaciones de aforo ubicadas en los ríos Mantaro, Shullcas, Cunas y Achamayo, que varían desde 1963 a 2006. Con los datos tabulados se realizó el diseño hidrológico pretendiendo estimar los caudales para periodos de recurrencia de 1, 10, 25, 50 y 100 años. Para ello se utilizó el factor de frecuencia para una función de distribución Lognormal de Chow et al. 1995.

Modelado HECRAS y escenarios

El modelo HECRAS fue capaz de zonificar eventos de inundaciones con alta precisión. Cabe resaltar que la precisión es atribuible principalmente al modelo digital del terreno. Las simulaciones fueron corridas con descargas empleadas en la Tabla 3.9. Para caudales máximos con TR de un año, el mapa representa lo ocurrido recientemente en febrero de 2009, 2010 y 2011. Los escenarios con TR de 10, 25, 50, 100 obedecen a eventos históricos ocurridos en marzo 1981 y febrero 1997, que afectaron los distritos de Muqui, Sincos, Orcotuna, Matahuasi, Sicaya, Huamancaca Chico, y 3 de Diciembre ubicados en ambas márgenes del río Mantaro.

Tabla 3.9 Caudales máximos estimados—Distribución Log normal (m3/s).

TR	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3	Tramo 4	Tramo 5	Tramo 6
1	195	204	213	286	298	306
10	688	713	746	939	996	1011
25	884	929	971	1213	1287	1307
50	1032	1107	1157	1435	1523	1548
100	1180	1310	1367	1681	1783	1813

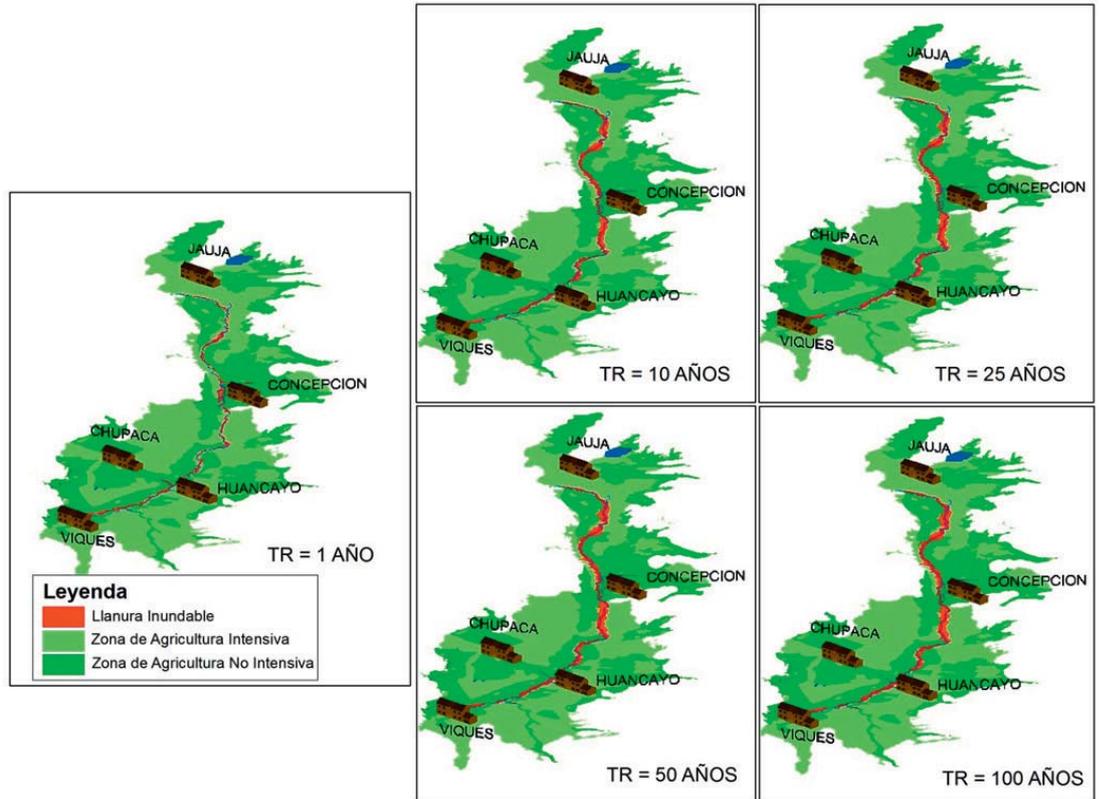


Figura 3.13 Simulaciones HECRAS del río Mantaro para tiempos de retorno de 1,10,25,50 y 100 años.

Conclusiones

Los resultados de las simulaciones HECRAS —a régimen permanente— permitieron evaluar, en el valle del río Mantaro, las llanuras inundables ante máximas descargas con alta precisión, atribuible principalmente al modelo digital del terreno obtenido por estereoscopia, pues al ser superpuestos con los resultados recogidos en el área de estudio (basado en encuestas acerca de zonas inundadas en los últimos 30 años, como también con registros históricos de desastres por inundaciones a través de noticias periodísticas de DESINVENTAR) se obtuvo buenos resultados en el mapeo, tal es el caso del cartografiado de zonas inundables de distritos, los cuales son principal e históricamente afectados como Sincos, Orcotuna, Matahuasi, Huamancaca Chico, y 3 de Diciembre.

Actualmente las pérdidas económicas pueden alcanzar los cientos de miles de dólares por inundaciones que afectan continuamente los cultivos de papa, maíz, trigo y alfalfa en todo el valle. En lo que respecta a centros urbanos, los centros poblados del distrito de Huamancaca Chico son los más propensos a ser afectados por desbordes, por estar ubicados a escasos metros del río Mantaro (Tramo 4).

Además, el aumento de la población de la ciudad de Huancayo, ha incrementado la vulnerabilidad debido a los cambios de uso de la tierra, de zonas agrícolas a zonas urbanas muy cerca a llanuras de inundación; esto se aprecia claramente en fotografías aéreas e imágenes satelitales entre 1997 a 2009.

Este artículo provee la base técnica para un sistema de alerta temprana en el valle del río Mantaro, mediante modelados HECRAS a régimen variable y con ello poder estimar el comportamiento dinámico de las descargas y zonas a ser inundadas, basándose en hidrograma de caudales, provenientes de modelos distribuidos de crecientes o precipitación - escorrentía.

Bibliografía Capítulo 3

Almaguer, Y. (2006). Evaluación de la susceptibilidad del terreno a la rotura por desarrollo de deslizamientos en el yacimiento Punta Gorda. Resumen de Tesis Doctoral. Revista de Ciencias de la Tierra, Minería & Geología, Vol. 22, N° 2. Cuba. 46 p.

Aristizábal E., H. Martínez & J. I. Vélez (2010): Una revisión sobre el estudio de movimientos en masa detonados por lluvias. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 34 (131): 209-227. ISSN 0370-3908.

Bedient P. y Huber W. (2002): "Hydrology and floodplain Analysis". Third edition. Prentice Hall. 763p

Calder, I.R., 2005. Blue Revolution, Integrated Land and Water Resource Management, second ed. Earthscan, London. 353pp.

Chow V., Maidment D., Mays L(1994): Hidrologia Aplicada 382 p. Mcgraw - Hill Interamericana.

Collier, C.G., 2007. Flash flood forecasting: what are the limits of predictability? Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society 133, 3e23.

Desinventar (2003): Sistema de inventario de desastres. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en America Latina.

Dollfus O. (1965). Les Andes Centrales du Pérou et leurs piémonts (entre Lima et le Péréné). Etude géomorphologique. Trav. de l'Institut français d'études andines, Tomo X.

Forsyth, T., 1998. Mountain myths revisited: integrating natural and social environmental science. Mt. Res. Dev. 18 (2), 107–116.

Hamilton, L.S., 1987. What are the impacts of Himalayan deforestation on the Ganges–Brahmaputra lowlands and delta? Assumptions and facts. Mt. Res. Dev. 7 (3), 256–263.

Instituto Geofísico del Perú (2005): Diagnóstico biofísico y socio-económico de la cuenca del Mantaro en el contexto del cambio climático Fondo Editorial del CONAM

Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI (2006a). Manual básico para la estimación del riesgo. Perú.

Khaliq, M.N., Ouarda, T.B.M.J., Ondo, J.-C., Gachon, P., Bobée, B., 2006. Frequency analysis of a sequence of dependent and/or non-stationary hydrometeorological observations: a review. Journal of Hydrology 329, 534–552.

Leica Geosystems (2005): Leica Photogrammetry Suite Automatic Terrain Extraction. Leica Geosystems Geospatial Imaging, LLC. USA 7-117P

National Weather Service (NWS), 2009. Definitions of flood and flash flood. <http://www.srh.noaa.gov/mrx/hydro/flooddef.php>.

Noticias Gobierno Regional Junín http://noticiasjunin.blogspot.com/2010_03_01_archive.html

Petrow, T., Merz B. Trends in flood magnitude, frequency and seasonality in Germany in the period 1951–2002 Journal of Hydrology 371 (2009) 129–141

- Pujadas, J.(2002): “Las inundaciones en España: impacto económico y gestión del riesgo”. En: Ayala-Carcedo, F.J; y Olcina, J.(Eds): Riesgos Naturales. Ariel Ciencia. Barcelona, 879-888.
- Santacana, N., Baeza, C., Corominas, J., Paz, A. and Marturia, J. (2002). A GIS-Based Multivariate Statistical Analysis for Shallow Landslide Susceptibility Mapping in La Pobla de Lillet Area. *Natural Hazards*, n° 30. España. Pág. 281-295.
- Seltzer G (1993). Late-Quaternary Glaciation as a Proxy for Climate Change in the Central Andes. *Mountain Research and Development*, Vol. 13, no. 12, pp. 129-138.
- Suárez (1998). Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales. Instituto de Investigaciones sobre Erosión y deslizamientos. Colombia.
- Svensson, C., Hannaford, J., Kundzewicz, Z., Marsh, T., 2006. Trends in river flows: why is there no clear signal in observations? In: *Frontiers in Flood Research*, IAHS Publ. 305, pp. 1–18.
- United Nations Population Fund UNFPA, State of World Population 2007: Unleashing the Potential of Urban Growth. Estado de la Población Mundial 2007.
- Westen, V. (2002). Introducción a los Deslizamientos. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC). Enschede, Holanda. 39 p.
- Wilches-Chaux, Gustavo. La Vulnerabilidad Global. En: Los desastres No son Naturales. Maskrey Andrew -Compilador- (1993). Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Zubieta, R. (2010):“Procesamiento digital de imágenes de satélite y elaboración del Mapa de uso de la tierra del valle del Mantaro”. Memoria del Subproyecto: Pronostico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del rio Mantaro para su aplicación en la agricultura –Instituto Geofísico del Perú. 14p.

Capítulo 4

Vulnerabilidad socioeconómica

Introducción Capítulo 4

La vulnerabilidad es entendida como el grado en que un sistema es susceptible a los efectos adversos del cambio climático, incluyendo la variabilidad climática y sus extremos (IPCC, 2007), y debe considerar la exposición, es decir la naturaleza y el grado al cual un sistema está expuesto a variaciones climáticas significativas; la sensibilidad o grado en el cual un sistema se ve afectado por los estímulos climáticos; y finalmente la capacidad adaptativa, entendida como la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático, moderar daños potenciales, aprovechar oportunidades y tolerar consecuencias.

En este contexto, el proyecto tuvo como objetivo inicial trabajar sobre la vulnerabilidad vinculada al sector agricultura; sin embargo, la realidad de la economía del valle del Mantaro motivó la inclusión del sector ganadero como actividad complementaria. Posteriormente, y gracias al apoyo de investigadores e instituciones interesadas en trabajar problemáticas similares, se fueron incluyendo los sectores forestal y acuícola.

El tema de salud, sobre todo vinculado a las heladas y la forma en que impactan la salud de la población infantil de las zonas más rurales del valle, orientó el estudio sobre este sector, del cual se cuenta con muy poca información estadística sistematizada.

El capítulo se inicia con el análisis del sector forestal, con los “Antecedentes generales sobre el sector forestal y su importancia frente al cambio climático”, a cargo de Fernando Medina y Claudia Zuleta del Solar, para continuar con el “Estudio de caso: Análisis de sistemas agroforestales desde la perspectiva de los pobladores locales en la subcuenca del Achamayo” a cargo de Claudia Zuleta del Solar, y el trabajo de “Monitoreo de los cambios en los usos y cobertura del suelo utilizando teledetección y SIG en las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas”, a cargo de Fernando Medina. Cabe indicar que estos trabajos fueron producto de las tesis de maestría de ambos investigadores, desarrollados en la Forst-, Geo und Hydrowissenschaften, de la Technische Universität Dresden (TUD) de Alemania.

Para el sector agricultura, se presentan los “Antecedentes generales del sector agricultura y los impactos de eventos meteorológicos extremos”, a cargo de Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte, para seguir con tres artículos sobre los impactos de las heladas, veranillos y lluvias intensas en el valle, respectivamente; y a cargo de Lucy Giráldez, Grace Trasmonte y Yamina Silva. Estos estudios se centraron en la provincia de Chupaca, y tuvieron como resultados mapas de vulnerabilidad ante estos eventos extremos para los cultivos de papa, zanahoria y maíz. Por su parte, la sección sobre Acuicultura se inicia con el artículo “Impacto del clima en los sistemas productivos acuícolas” a cargo de Jahir Anicama, Yamina Silva y Nieves Sandoval, quienes centran el estudio en el impacto de la variabilidad climática en la Acuicultura desde el enfoque de medios de vida. El artículo “Estudio de caso: Frecuencia de lesiones histopatológicas en truchas arcoíris sugerentes a una infección de *Yersinia ruckeri*”, a cargo de los mismos autores, concluyen que las lesiones observadas en las truchas arcoíris obedecen principalmente a una mala calidad del agua, la que se encuentra asociada con el inicio de lluvias intensas en la zona.

El artículo “Antecedentes generales de la ganadería en el valle del Mantaro”, a cargo de Enma Núñez, Raúl Yaranga y Ricardo Zubieta, abre la sección sobre Ganadería, y describe los sistemas mixtos de producción que se presentan en todos los valles interandinos, con énfasis en los procesos históricos de creación de las SAIS en la sierra central.

A continuación, el artículo “Impacto de los eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro” a cargo de Enma Núñez, discute los daños directos e indirectos que los eventos meteorológicos extremos causan en el sector, concluyendo de que a pesar de que los ganados son sensibles a estos eventos, la ganadería es una actividad resistente, y en general los ganados son utilizados como refugio para situaciones socioeconómicas difíciles o de riesgo; como una enfermedad en la familia. Un problema latente es la baja calidad de los pastos, que se vienen degradando por la sobreexplotación, pero también por la falta de buenas prácticas, tales como uso de cercos, rotación de campos, sembrado de pastos, escasa asistencia técnica, etc, considerando que el ganado se sustenta sobre el crecimiento y disponibilidad del pasto.

Y finalmente, el capítulo se cierra con la sección sobre salud, con el artículo a cargo de Fidel Villena sobre “Aspectos generales de los impactos de los eventos meteorológicos extremos en el sector Salud de Perú”, que nos brinda una visión amplia sobre la posición del Ministerio de Salud del país en torno a este tipo de eventos, así como algunos de los índices que utiliza para caracterizar sus impactos. El artículo “Bajas temperaturas y su impacto en la salud infantil en la subcuenca del río Achamayo”, a cargo de Lidia Enciso, cuyos resultados incluyen el mapa de riesgo ante heladas para la salud de la población infantil de la subcuenca de Achamayo, quien encuentra que un factor desencadenante —y pocas veces considerado— es la accesibilidad a centros de salud, que influye en el perfil de morbilidad por enfermedades respiratorias.

Sector Forestal

Antecedentes generales sobre el sector forestal y su importancia frente al cambio climático

Fernando Jakitsch Medina y Claudia Zuleta del Solar

Caracterización general del sector forestal en el Perú

La Estrategia Nacional Forestal 2002-2021 (2002) señala que el Perú posee 78,8 millones de hectáreas de bosques naturales, de las cuales la gran mayoría se encuentran en la selva, tal y como se muestra a continuación en la Figura 4.1.

Con esta superficie, el Perú se ubica en el segundo lugar en extensión de bosques naturales a nivel de Sudamérica y en el noveno lugar a nivel mundial (Schwartz, 2004). Es así que diversos estudios resaltan la importancia del sector forestal basados principalmente en la producción de maderas tropicales provenientes de los bosques en la selva. Pese a este potencial, la contribución del sector forestal a la economía es reducida, aproximadamente el 1% del PBI nacional y las importaciones de productos forestales, principalmente pulpa para papel, continúan excediendo las exportaciones (MINAG, 2008).

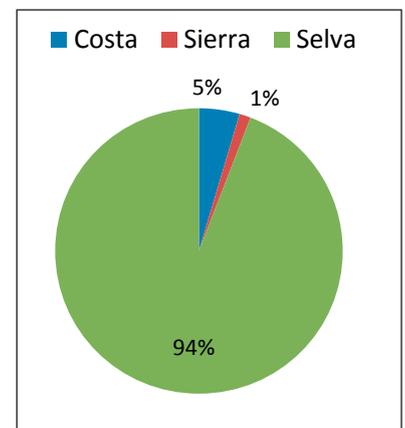


Figura 4.1 Distribución de los bosques naturales en el Perú. Fuente ENDF, 2002. Elaboración propia.

De acuerdo a datos oficiales, existen 10 millones de hectáreas de tierras aptas para la instalación de plantaciones forestales, de las cuales 7.5 millones se ubican en la sierra (Schwartz, 2004). Hasta el año 2009, la superficie de plantaciones instaladas ascendía a 899.149 ha, quedando más de 9.5 millones por reforestar a nivel nacional (MINAG, 2010). El sujeto principal de la reforestación en el Perú es el Eucalyptus globulus, que representa por sí sólo el 90% del área plantada. Entre las especies restantes, son importantes otros eucaliptos (E. viminalis, E. bicostata y E. camaldulensis) y el pino (Pinus radiata) (Dourojeanni, 2009). Como se observa en la Figura 4.2, más del 50% de plantaciones se encuentran concentradas en seis departamentos.

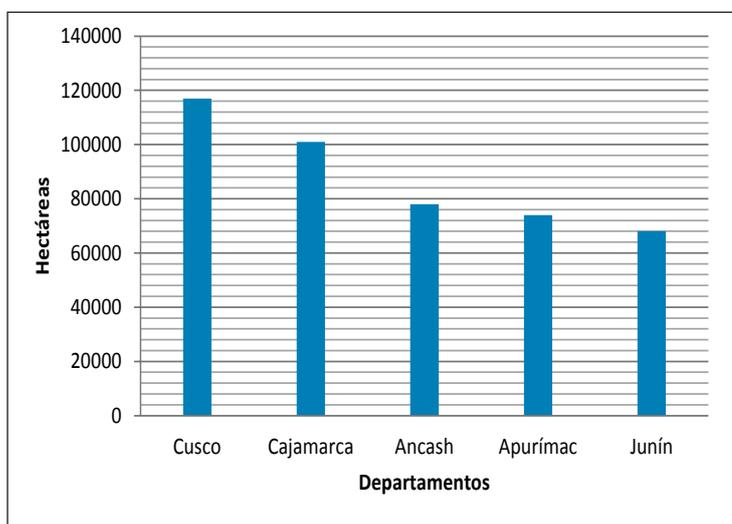


Figura 4.2 Superficie reforestada acumulada en los principales departamentos del Perú (2009). Fuente MINAG, 2010. Elaboración propia.

Entre las razones que explican el bajo desarrollo de las plantaciones a nivel nacional, Manuel Pulgar Vidal, Director Ejecutivo de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (SPDA), señala que debido a la falta de titulación de tierras, no existe seguridad jurídica para la inversión. Asimismo, expresa que es necesaria una zonificación ecológica económica, debido a que no se puede emprender una política de reforestación si no se sabe donde se encuentran las áreas deforestadas, y sobre las cuales hay pobladores asentados (Inforegión, 2009).

Similar opinión expresa Schwartz (2004), al referir que no existe en el país un plan programático ni incentivos atractivos que promuevan la reforestación, con excepción de algunos proyectos puntuales. De igual forma, la situación indefinida y en muchos casos conflictiva, respecto de la propiedad de la tierra de áreas potenciales para la reforestación, constituyen un serio obstáculo para el desarrollo de plantaciones.

Adicionalmente, existen zonas en las que éstas no son manejadas adecuadamente, en las que a pesar de tener una considerable superficie reforestada, cuentan con bajos volúmenes de producción (Schwartz, 2004).

Forestación en el valle del Mantaro

El Mantaro es uno de los valles más importantes dentro de los Andes centrales, principalmente orientado a la producción agrícola (Latínez, 2010), representando la principal fuente de alimentos para Lima (Martínez et al., 2006) y siendo a su vez la principal fuente generadora de empleo en la región (IGP, 2005b). Asimismo, está relacionada a la seguridad alimentaria de los hogares de la zona, ya sea por consumo directo o por la generación de ingresos por ventas. En ese contexto, los árboles juegan un importante rol, al encontrarse en los campos agrícolas como parte de sistemas agroforestales. Cumplen diversas funciones importantes como delimitación de linderos y reducción de efectos negativos de eventos climáticos extremos (Trasmonte 2009) (Foto 4.1).



Foto 4.1 Los árboles de eucalipto en linderos contribuyen a reducir efectos negativos de las heladas. Crédito C. Zuleta.

Es difícil llegar a conclusiones precisas acerca del inicio de actividades de forestación en el Mantaro. Algunos estudios hacen referencia a que en el pasado existió una gran cobertura boscosa en la zona andina en general; sin embargo, en el Mantaro prácticamente no existen bosques relictos debido a que la vegetación nativa fue probablemente modificada por las poblaciones asentadas; aunado al hecho que las condiciones ambientales limitan el desarrollo de los árboles (Jakitsch, 2011).

Según Padilla (1995), el plantar árboles era parte de las prácticas comunes desde las culturas pre-incaicas. Existe evidencia de que desde la época de los Incas, se plantaban especies forestales como el aliso (*Alnus acuminata*), chachacomo (*Escallonia* spp), quinal (*Polylepis* spp), quisuar (*Buddleja incana*) y molle (*Schinus molle*). Esto último puede explicar la razón por la cual al momento en que los españoles llegaron a los Andes, no existían grandes extensiones de bosques, sino sólo algunos árboles plantados para leña, madera de construcción y estabilización de laderas (Diez de San Miguel, 1964 citado por Chepstow-Lusty y Jonsson, 2000).

De acuerdo a Ellenberg (1979), la mayor parte de la región andina estaba cubierta en tiempos pasados por especies forestales nativas. Las razones para la remoción de la cobertura boscosa original están relacionadas con la necesidad de madera para autoconsumo y la obtención de áreas para agricultura y pastoreo. Chepstow-Lusty y Jonsson (2000) señalan que alrededor del año 1.100 a.C., las poblaciones ya experimentaban problemas causados por la reducida cobertura boscosa, entre los que destacan erosión de suelos y baja productividad de la producción agrícola.

Introducción de primeras especies exóticas

El valle del Mantaro es considerado el primer lugar en el Perú en donde se iniciaron actividades de reforestación durante el siglo XIX. La iniciativa partió de los frailes franciscanos del Convento de Ocopa al introducir el *Eucalyptus globulus* (Foto 4.2), la cual fue años después seguida por la empresa minera Cerro de Pasco Copper Corporation (Dourojeanni, 2009).

De igual manera, los campesinos del valle comenzaron a plantar el eucalipto, y se piensa que sin llegar a ser una superficie muy extensa, llegó a ser importante debido a que anteriormente no había tradición forestal en la zona (Schwartz y Párraga, 1982).



Foto 4.2 Laderas reforestadas con *E. globulus* en la subcuenca del río Shullcas. Crédito C. Zuleta.

Las primeras plantaciones promovidas por el Estado se iniciaron después de 1960, siendo el periodo más significativo entre 1964 y 1974. En algunos casos, se otorgaron plantones a los campesinos para que los colocaran alrededor de sus campos de cultivo (Schwartz y Párraga, 1982). Tradicionalmente, los campesinos usaban especies nativas asociadas con los cultivos agrícolas y pastos. Una vez iniciados los proyectos de reforestación, se tenía poco conocimiento sobre las especies exóticas que estaban siendo promovidas. Por esa razón, Padilla (1995) asocia el manejo silvicultural inadecuado, aunado a la competencia por agua y nutrientes con los cultivos agrícolas, como los principales motivos para los bajos niveles de productividad de los árboles.

De otro lado, para Dollfus (1982) no es tan simple explicar los bajos niveles de productividad en la zona. Como algunas posibilidades, menciona las limitaciones impuestas por la altitud para el crecimiento de los árboles, así como factores socio-económicos como falta de inversión y uso de tecnologías rudimentarias.

Producción forestal

Al no existir datos oficiales a nivel del valle del Mantaro, se utilizan los datos a nivel departamental de Junín para analizar la producción forestal en la zona. Según el MINAG (2010), el principal producto maderable en Junín es la madera rolliza, alcanzando durante el 2009 una producción de 164 872,64 m³. De ese volumen, la mayor parte está representado por el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), seguido en bastante menor importancia por especies como el tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*), manchinga (*Brosimum alicastrum*), entre otras (Figura 4.3).

De otro lado, la producción de madera aserrada es bastante inferior a la rolliza, alcanzando para el mismo año de referencia un volumen de 75.698,95 m³. A diferencia con el caso anterior, los volúmenes de eucalipto y tornillo son más similares, seguidos de cerca por la manchinga y otras especies menos representativas (Figura 4.4).

De los gráficos anteriores es posible recalcar la importancia que tiene el eucalipto, principalmente en madera rolliza destinada a postes, como parte de la producción forestal de Junín. Asimismo, entre los productos de transformación secundaria más importantes del departamento destacan los durmientes de madera de eucalipto.

Es importante agregar que dicha especie es la principal especie de madera rolliza comercializada a nivel nacional, (MINAG, 2010) lo cual ratifica una vez más su relevancia en el abastecimiento de la demanda de madera del mercado interno.

Perspectivas frente al cambio climático

De acuerdo a Seltzer y Hastorf (1990), los Andes centrales son considerados una de las áreas de mayor vulnerabilidad climática a nivel mundial. Debido a la gran importancia de la cuenca del río Mantaro para la producción de alimentos y generación de energía en el Perú, instituciones locales y nacionales vienen desarrollando de manera conjunta estudios con el objetivo de evaluar posibles efectos del cambio climático, y generar información para el planeamiento y manejo del área (Trasmonte et al., 2008; IGP, 2005a).

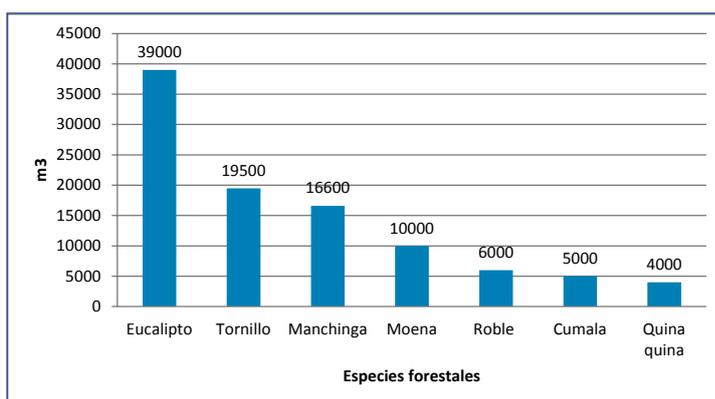


Figura 4.3 Volumen de producción de madera rolliza por especies en Junín (2009). Fuente MINAG, 2010. Elaboración propia.

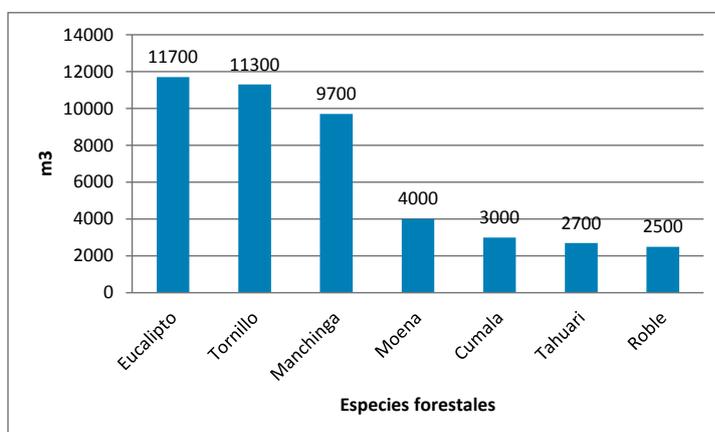


Figura 4.4 Volumen de producción de madera aserrada por especies en Junín (2009). Fuente MINAG, 2010. Elaboración propia.

Existe la posibilidad de que algunas zonas de dicha cuenca se vean afectadas negativamente por cambios en el clima. Algunas predicciones sugieren alteraciones en la intensidad y frecuencia de lluvias, así como en heladas y sequías, lo cual afectaría la producción de cultivos, y por ende reduciría las fuentes de ingresos de los campesinos. Deslizamientos y erosión pueden incrementar debido a mayor intensidad de precipitaciones, y aumentar la sedimentación de los ríos, afectando el caudal y calidad de sus aguas (IGP, 2005c). Asimismo, la falta de cobertura boscosa permanente y el uso inadecuado de suelos en las pendientes incrementan la susceptibilidad ante la erosión (Loayza, 1982).

Sin embargo, para la actividad agrícola y forestal se predicen también algunos impactos positivos. Es posible que la productividad agrícola, pecuaria y forestal se incremente debido a la aceleración de los ratios de maduración de las plantas provocado por mayor temperatura, aumento en el cultivo de frutas, entre otros. (MINAG, 2008).

Los retos, tanto para el valle del Mantaro, como para el resto del Perú deben ser abordados de manera integral. El proceso de calentamiento global genera cambios climáticos que vienen afectando a la agricultura y genera problemas económicos y sociales.

Frente a este escenario, se requiere mejorar las capacidades de gestión para el uso sostenible y eficiente del agua. Por otro lado las malas prácticas agrarias que afectan al recurso tierra, tales como el riego excesivo, sobrepastoreo, deforestación, están agravando este problema. Por lo tanto es necesario implementar políticas para un aprovechamiento sostenible de los recursos naturales (MINAG, 2008).



Foto 4.3 Los campesinos del valle del Mantaro enfrentarán nuevos retos con el cambio climático. Crédito C. Zuleta.

Las actividades de reforestación pueden contribuir a la adaptación y mitigación de efectos negativos del cambio climático. Para ello, se debe considerar el uso de especies forestales adecuadas según el objetivo deseado. Según Chepstow-Lusty y Winfield (2000), el eucalipto puede no ser apropiado para control de erosión, y en su lugar recomiendan especies nativas. Sin embargo, se deben considerar también las preferencias de las poblaciones locales. Este último factor es importante ya que la diversificación de ingresos contribuye al alivio de la pobreza y a la reducción de la vulnerabilidad de dichas poblaciones.

Estudio de caso: Análisis de sistemas agroforestales desde la perspectiva de los pobladores locales en la subcuenca del Achamayo

Claudia Zuleta del Solar

Introducción

El establecimiento de poblaciones en las zonas andinas marcó el inicio del proceso de aprendizaje sobre cómo adaptarse al ambiente natural en las montañas. El proceso de adaptación a los ecosistemas andinos se ha llevado a cabo durante generaciones, lo cual ha resultado en el desarrollo de diversos sistemas de producción agrícolas ampliamente extendidos en las zonas rurales del Perú.

Estos sistemas constituyen la base para la subsistencia de las comunidades campesinas y a su vez proveen los medios para recuperar, conservar e incrementar la biodiversidad. Sin embargo, es probable que el cambio climático incremente los riesgos para dichos sistemas e inclusive reduzca los niveles de producción deseados (Dixon y Gulliver, 2001).



Foto 4.4 Eucaliptos plantados en terrenos de baja fertilidad no apto para producción agrícola. Crédito Claudia Zuleta.

A pesar de que la toma de decisiones se realiza a nivel comunal e individual, el grado de control comunal ha ido disminuyendo a través del tiempo (Mayer, 1981). Adicionalmente, la fragmentación de los territorios comunales ha resultado en su disminución, con excepción de las tierras altas que son utilizadas para pastoreo (Mayer, 1981). Actualmente, las familias campesinas se caracterizan por manejar individualmente pequeñas chacras con un alto grado de diversificación y en condiciones naturales, políticas y socio-económicas altamente variadas (Pretzsch y Uibrig, 2003).

La mayoría de sistemas de producción agrícolas contemplan la incorporación de árboles de alguna u otra manera (Pretzsch y Uibrig, 2003). Los árboles cumplen importantes funciones dentro de los sistemas y son esenciales para la supervivencia de las familias.

En el pasado, las poblaciones que habitaban los Andes estaban distribuidas de tal manera que manejaban todas las zonas ecológicas. Después del proceso de colonización, éstas fueron obligadas a redistribuirse y cambiar sus patrones de ocupación y gradualmente se volvieron grupos independientes, restringidos y especializados en ciertas zonas (Mayer, 1981). En el futuro, se espera que se incremente la presión para el cambio acelerado del estilo de vida de la mayoría de poblaciones tradicionales (Schmink et al., 1992).

Considerando que la agricultura es la principal actividad para las poblaciones rurales, la disponibilidad de tierras destinadas a la forestación es usualmente limitada. En este contexto, el rol de los árboles dentro de los sistemas de producción agrícolas es una opción que debe ser analizada. Mayor conocimiento sobre el rol de los árboles dentro de estos sistemas de producción puede ser beneficioso para la elaboración de propuestas de desarrollo rural (Pretzsch y Uibrig, 2003).

Motivación del estudio

De acuerdo a De Shutter y Vanloqueren (2011), los efectos combinados del cambio climático y la escasez de energía y agua requieren que los sistemas agrícolas sean reorientados hacia modelos de producción que sean no sólo altamente productivos, sino altamente sostenibles. En ese sentido, el presente estudio pretende contribuir a la generación de mayor entendimiento sobre la situación de los sistemas agroforestales y su contribución para los medios de vida de los campesinos.

Considerando el potencial de los sistemas agroforestales de ser altamente productivos y sostenibles, es necesario entender las interacciones que ocurren entre los subsistemas (forestal, agrícola y pecuario) que forman parte de ellos. Como primer paso, analizar el rol de los árboles en los sistemas agroforestales, su contribución a los medios de vida y la percepción de las personas frente a ellos toma relevancia. Asimismo, la identificación de los determinantes externos que influyen la toma de decisiones es crítica para planear futuras intervenciones.

Los resultados y discusión del presente estudio esperan contribuir a la generación de información para desarrollar estrategias alternativas a los programas de reforestación a gran escala. Por medio de un estudio de caso en la subcuenca del Achamayo, se considera como principal fuente de información la perspectiva local de las familias con el fin de proveer entendimiento acerca de su forma de ver, manejar y planificar el componente forestal.

Metodología

Descripción e historia de la zona de estudio

Las comunidades seleccionadas para el estudio están localizadas en el distrito de Heroínas Toledo, provincia de Concepción. Heroínas Toledo presenta altitudes que varían de 3000 a 4500 msnm, precipitación anual entre los 800 y 1500 mm y una temperatura media entre -6° a 18° C (Vilcapoma, 2008).

La principal zona de vida en el área de estudio es el Bosque seco montano tropical (3000 – 3500 msnm). La vegetación natural aparece solo en áreas en donde no se realiza pastoreo o agricultura (Mayer, 1981). Los árboles están presentes, siendo el Eucalyptus el principal género, utilizados como cortinas rompevientos al borde de las chacras y en plantaciones en zonas de pendiente pronunciada. Son también comunes árboles nativos como el aliso (*Alnus jorullensis*) y arbustos como el maguey (*Agave americana*) y la retama (*Spartium junceum*).

La selección de las comunidades, en un sentido amplio, se realizó considerando los siguientes criterios:

- Presencia de árboles en las chacras, de plantaciones y/o bosques comunales;
- Adecuada accesibilidad a las comunidades;
- Habitantes locales que mantengan prácticas tradicionales;
- Interés en participar en el estudio.

Estudio de caso

Para el estudio de caso, se realizaron 15 entrevistas en profundidad con familias de las comunidades de San Antonio, San Pedro y La Florida, localizadas en el nivel intermedio de la subcuenca del Achamayo (3000 – 3500 msnm).

El rango de edades de los entrevistados varía entre 33 y 78 años. Se logró entrevistar a ambos esposos en seis entrevistas. En cinco oportunidades, las mujeres fueron las entrevistadas debido a que los esposos no se encontraron en el hogar. Las cuatro entrevistas restantes fueron realizadas a los esposos únicamente. Adicionalmente, se realizaron cinco entrevistas con campesinos que no plantaban árboles para conocer sus razones.

Tabla 4.1 Criterios e indicadores para la toma de datos de los factores físicos y naturales

Determinante	Criterio	Indicadores	Técnicas para recolección de datos
Factores físicos y biológicos	Chacras	Tamaño y ubicación Calidad del suelo y pendiente Tipo de riego Principales cultivos y rotación	Entrevista al hogar
	Sistemas agroforestales	Tipo de sistema agroforestal Descripción de componentes Funciones de los árboles Interacciones con otros subsistemas	Entrevista al hogar
	Usos de los árboles	Principales usos de los árboles y otros productos forestales	Entrevista al hogar
	Percepciones	Especies forestales nativas y exóticas Ventajas y desventajas de los árboles Preferencias de especies forestales	Entrevista al hogar, ranking de preferencias, entrevistas grupales

Durante las entrevistas, se analizaron factores socio-culturales y económicos; políticos e institucionales y físicos y biológicos. Sin embargo, se hace especial énfasis en los últimos factores, que están relacionados directamente con los recursos naturales que manejan los hogares. Los indicadores considerados para dichos factores en específico se detallan en la Tabla 4.1.

Los principales métodos para la colección de información primaria fueron la entrevista semi estructurada a los hogares y la observación directa. Asimismo, fue necesario entrevistar a informantes clave, como personal técnico del IGP, AgroRural y los jefes de las comunidades para proveer una visión general de la situación actual en la zona. Adicionalmente, se realizaron talleres participativos en las comunidades y entrevistas grupales.

Resultados

Sistemas agroforestales



De acuerdo a la mayoría de los entrevistados, el uso de los árboles fue introducido hace unas pocas generaciones atrás. Dos entrevistados de la tercera edad manifestaron que en el pasado no había muchos árboles en estado natural en la zona; que éstos fueron introducidos y promovidos por programas de reforestación del Estado. Por ello, antiguamente utilizaban estiércol de animales como fuente de energía.

Asimismo, durante las discusiones en los talleres, los campesinos manifestaron que sus abuelos empezaron a plantar eucaliptos gracias al PRONAMACHS (Programa Nacional de Cuencas Hidrográficas).

Actualmente, los campesinos desarrollan de manera individual dos tipos principales de sistemas agroforestales: plantaciones y cortinas rompevientos alrededor de los cultivos. La principal especie utilizada en las plantaciones es el eucalipto (*Eucalyptus globulus*) aunque es posible encontrar también plantaciones de pino (*Pinus radiata*).



En el caso de las cortinas rompevientos, éstas se encuentran compuestas por una o varias especies. Las más frecuentes son el eucalipto, quinal (*Polylepis* sp), pino, aliso (*Alnus jorullensis*), entre otras. La combinación de especies se justifica porque “Cada especie cumple una función diferente” – Entrevista en San Antonio, 23.05.2011.

La dominancia del eucalipto en los sistemas agroforestales es clara; especialmente en las plantaciones en las que el número de árboles varía de 250 a 800 árboles en promedio. El principal criterio para la selección de la ubicación de la plantación de eucalipto es el uso de zonas en las que el suelo no es apto para agricultura. Por ello, las plantaciones se encuentran frecuentemente ubicadas en zonas altas de pendiente pronunciada.



Sin embargo, para el pino se tienen en cuenta otros factores: “Las raíces del pino no son tan profundas como las del eucalipto, por eso no debe plantarse en las partes altas con vientos fuertes, porque el viento lo arranca del suelo” – Entrevista en San Antonio, 20.05.2011. En caso de no tener suficiente terreno libre para plantar árboles, los campesinos hacen un acuerdo con algún vecino o pariente. Uno de ellos provee el terreno y el otro los árboles. Al momento de la cosecha y venta, los ingresos son divididos entre ambos.

En el caso de las cortinas rompevientos, diferentes especies son utilizadas. Un campesino explica las razones para la combinación de varios árboles alrededor de su chacra “El aliso produce materia

De arriba hacia abajo: Foto 4.5 Los árboles son plantados en los bordes de los campos agrícolas. Foto 4.6 Campo preparado para la siembra de papa con Eucaliptos en los linderos. Foto 4.7 Plantación de un año de *Eucalyptus globulus* en suelo rocoso y pendiente pronunciada. Créditos C. Zuleta.

orgánica, el quinal y el eucalipto producen leña... – Entrevista en La Florida, 26.05.2011. Frecuentemente, el eucalipto no es deseado en los bordes de las chacras porque según el 70% de los entrevistados, reduce la producción de los cultivos.

Sin embargo, muchos de ellos continúan plantando eucalipto al borde los campos de papa. “(El eucalipto) No causa muchos problemas mientras está creciendo” – Entrevista en San Pedro, 22.05.2011. Dos entrevistados refirieron las estrategias que utilizan para minimizar los problemas del eucalipto: “Todo depende de la cantidad de fertilizante. El eucalipto consume fertilizante, entonces coloco más cantidad cerca a los árboles” – Entrevista en La Florida, 29.05.2011.

La contribución de los árboles a la supervivencia de las familias puede diferenciarse en dos categorías: generación de ingresos y uso para subsistencia. En la Tabla 4.2, se presentan los usos de acuerdo a especies forestales.

El eucalipto fue reconocido por el 100% de entrevistados como la principal fuente de ingresos económicos, debido a que tiene alta y constante demanda. Esperando obtener similar éxito, los campesinos han empezado a plantar pino siguiendo el ejemplo de Cajamarca. En contraste, de las especies forestales nativas, el quinal es el único con valor comercial, principalmente en diciembre para la elaboración de nacimientos para la celebración de la Navidad.

Tabla 4.2 Contribución de los árboles según especies a los medios de vida de los campesinos

Especie forestal	Contribución	Parte utilizada
Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	Generación de ingresos Leña Construcción Delimitación de linderos Muebles Medicinal	Tronco, ramas y hojas
Pino (<i>Pinus radiata</i>)	Generación de ingresos Construcción Delimitación de linderos	Tronco y ramas
Quinal (<i>Polylepis</i> sp.)	Leña Delimitación de linderos Construcción Corrales para animales	Tronco y ramas
Colle (<i>Buddleja coriacea</i>)	Leña Delimitación de linderos Construcción Corrales para animales	Tronco y ramas
Mutuy (<i>Cassia hookeriana</i>)	Leña Delimitación de linderos Construcción Corrales para animales	Tronco y ramas
Aliso (<i>Alnus jorullensis</i>)	Fertilizante Muebles Delimitación de linderos	Materia orgánica Tronco Árbol completo

Fuente: Entrevistas a los hogares, 2011

El uso de subsistencia más importante es la provisión de leña. Los campesinos utilizan cualquier especie forestal, incluyendo ramas, hojas y tronco. El eucalipto fue nuevamente señalado por todos los entrevistados como el mejor para este fin, debido a que provee fuego de mayor intensidad y durante más tiempo que las otras especies. El quinal también fue mencionado en segundo lugar de importancia para la provisión de leña.

En síntesis, los entrevistados manifestaron que a través de los diversos usos que obtienen de los árboles, pueden ahorrar dinero. Adicionalmente, debido a la alta demanda de eucalipto en el mercado local, es posible obtener dinero en caso de emergencias debido a pérdidas en la campaña agrícola o al inicio del año escolar en que se necesita mayor liquidez.

Percepciones respecto a los árboles

Para entender las percepciones positivas o negativas que los campesinos puedan tener sobre las especies forestales nativas y exóticas, se comparó y contrastó información de diversas fuentes. Las preferencias y percepciones sobre los árboles influyen en la toma de decisiones para plantar árboles. Los campesinos reconocen ventajas y desventajas para cada especie. Esto determinará que ciertas especies sean plantadas por separado y otras, en determinadas condiciones, en combinación con los cultivos.

De todos los métodos de colección de información, se obtuvo que la especie preferida por los campesinos es el eucalipto. La principal razón expresada se relaciona con la posibilidad de vender los árboles y obtener ingresos en un periodo de tiempo relativamente corto. Asimismo, es posible obtener buena calidad de leña y material de construcción. Aparentemente, el eucalipto permite diversidad de usos y satisface las necesidades inmediatas de los agricultores de manera adecuada. A pesar de la preocupación expresada por algunos profesionales sobre la proliferación de especies exóticas en la zona, la predilección de la población local por éstas sobre las nativas es clara.

Con respecto a las ventajas y desventajas de los árboles plantados en cortinas rompevientos, se encontraron algunas contradicciones entre los entrevistados. Aproximadamente el 30% reconoció que ofrecen cierta protección para los cultivos durante eventos climáticos extremos como las heladas; sin embargo, un 40% rechazó dicha afirmación. Una

respuesta frecuente fue la necesidad de proteger los cultivos de la intrusión de animales. A pesar de la controversia generada sobre las funciones de los árboles en los sistemas agroforestales, se observaron numerosas cortinas rompevientos de eucalipto y quinal en todas las comunidades. En la Tabla 4.3 se muestra un resumen de las percepciones de acuerdo a las especies que fueron más frecuentemente mencionadas por los campesinos.

En general, existe renuencia a combinar los cultivos con árboles en el mismo espacio. Por esta razón, los agricultores suelen seleccionar suelos rocosos y de baja fertilidad para establecer plantaciones por separado. En caso de no tener áreas disponibles, se plantan los árboles en los bordes de las chacras, a pesar de los efectos negativos mencionados. Al parecer, los problemas generados por competencia pueden ser manejados. Sin embargo, un tercio de los entrevistados manifestó que a veces alquilan los terrenos con los árboles ya plantados, sin tener opción a retirarlos.

En opinión de los agricultores que no plantan árboles, éstos representan demasiada competencia con los cultivos y mostraron poco interés en plantar árboles. Al parecer, mientras los agricultores están más orientados al mercado y se mudan a centros urbanos, su dependencia en los productos forestales también disminuye, en la medida que dejan de utilizar leña y no necesitan diversificar sus fuentes de ingresos.

Conclusiones

La conexión entre el componente forestal y otros subsistemas está demostrado por el flujo de productos que abastecen a los hogares campesinos: leña, material de construcción, material para elaborar herramientas, muebles, materia orgánica usada como fertilizante, entre otros. La dependencia de los agricultores en los sistemas agroforestales para su supervivencia es directa. Asimismo, los efectos negativos del cambio climático son percibidos con intensidad y reconocidos como una amenaza para sus medios de vida.



Foto 4.8 El quinal es la especie nativa más comúnmente encontrada en sistemas agroforestales. Crédito C. Zuleta.

Tabla 4.3 Percepciones de la población sobre las principales especies forestales.

Especie forestal	Ventajas	Desventajas
Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	Rápido crecimiento Rebrote Valor comercial Raíces profundas Durabilidad natural	Exigente en agua y nutrientes Compite con cultivos Ramifica en exceso Descomposición lenta
Pino (<i>Pinus radiata</i>)	Valor comercial Buena calidad de madera	Compite con cultivos Raíces superficiales Crecimiento más lento
Quinal (<i>Polylepis</i> sp.)	Rebrote Durabilidad natural Madera dura Rápida descomposición	Compite con cultivos Crecimiento lento Raíces interfieren con cultivos Poco valor comercial Seca y endurece el suelo
Aliso (<i>Alnus jorullensis</i>)	Rápida descomposición No compite con cultivos Buena calidad de madera	Preferido por animales como alimento Muy delicado, necesita cuidados Crecimiento lento

Fuente: Entrevistas a hogares, entrevistas a comités de conservación y talleres participativos 2011

La actividad forestal no es muy demandante en términos de mano de obra o tiempo y puede ser llevada a cabo por personas de la tercera edad. Los campesinos ven los ingresos generados por la venta de árboles como una manera de contribuir y apoyar a sus hijos y nietos.

Los sistemas agroforestales mostraron cierto grado de flexibilidad. Los agricultores son capaces de encontrar soluciones a los problemas asociados con los árboles dentro de sus campos de cultivo. La falta de tierras puede ser superada compartiendo el recurso con vecinos y/o parientes y dividiendo los ingresos generados por la venta de productos. Los sistemas agroforestales desarrollados en la zona tienen el potencial de contribuir a reducir los niveles de pobreza y manejar los riesgos ocasionados por eventos climáticos extremos u otros factores. Futuros estudios podrían evaluar la factibilidad técnica, viabilidad económica, aceptabilidad social y sostenibilidad ecológica de las soluciones que los campesinos han identificado. El rol de las mujeres es determinante para la sostenibilidad de los sistemas agroforestales. Ellas se encargan de las tareas domésticas y a su vez participan activamente en labores de campo como cuidado de animales, preparación del terreno, siembra y cosecha de cultivos casi al mismo nivel que los hombres.

Discusión

La contribución de los árboles a los medios de vida de los pequeños agricultores es crucial. La leña es ampliamente utilizada por las familias de las comunidades de la parte intermedia de la sub cuenca del Achamayo. Para ellos, la generación de ingresos por venta de árboles es una contribución importante a su economía. Los árboles les proporcionan un medio para superar situaciones de emergencia. En el largo plazo, se espera que la generación de ingresos de las plantaciones individuales contribuya a reducir la dependencia en los cultivos agrícolas como actividad económica principal.

Respecto a las percepciones sobre los árboles, las especies exóticas, especialmente el eucalipto, son preferidas sobre las nativas, lo cual fue a su vez confirmado por el personal técnico de AgroRural. Los principales efectos negativos que se perciben están relacionados con la competencia de los árboles con los cultivos agrícolas. Es interesante resaltar que a pesar de las percepciones negativas, ello no limita significativamente el interés en plantar árboles. Los árboles constituyen oportunidades para obtener ingresos futuros, debido a que muchos campesinos no tienen acceso a créditos formales. Sin embargo, agricultores orientados a la producción agrícola a nivel comercial están más interesados en obtener grandes volúmenes de producción y en muchos casos evitan plantar árboles.

Monitoreo de los cambios en los usos y cobertura del suelo utilizando teledetección y SIG en las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas

Fernando Jakitsch Medina

Introducción

La disponibilidad de tecnologías para teledetección y SIG (Sistemas de Información Geográfica) permiten el análisis avanzado de cobertura y uso del suelo (Rogan y Chen, 2004). La aplicación de estas técnicas es particularmente ventajosa para áreas inaccesibles, remotas y montañosas (Kintz et al., 2006). Además, la teledetección con el uso de imágenes satelitales para el monitoreo de grandes áreas es considerada económicamente ventajosa (Luneta et al., 2006).

Al examinar las imágenes de satélite pasadas y actuales, es posible determinar las tendencias y, por tanto, estimar la futura conversión de usos del suelo (Hall et al., 1995, Verburg et al., 2002b citado por Brandt and Townsend, 2006). Por lo tanto, la evaluación del uso y cobertura del suelo y de sus cambios proporciona una mejor comprensión del paisaje, siendo una herramienta importante para las evaluaciones del estado presente, pasado y futuro de los recursos naturales. Además, estos estudios también pueden dar ideas sobre una mejor gestión de los recursos naturales, ayudando en el desarrollo de planes de manejo y políticas para impedir la degradación futura de los recursos naturales (Lu et al., 2004; Rogan y Chen, 2004; Brandt y Townsend, 2006; FAO, 1976) y para optimizar los usos del suelo. La comprensión de esta dinámica y sus causas subyacentes es importante para la toma de decisiones frente a la ordenación del territorio (Müller y Zeller, 2002).



Foto 4.9 Plantaciones en las zonas altas y agricultura en la parte baja. Crédito F. Medina.

Por lo tanto, estos estudios son muy importantes en zonas donde la dinámica de los cambios se relaciona con los impactos en el ecosistema y la población humana, especialmente al tomar en cuenta las áreas con importancia para la conservación como los Andes en Sudamérica. Los ecosistemas andinos son muy diversos y están amenazados. Las poblaciones han estado viviendo en la región desde hace más de cinco siglos y han transformando el paisaje de acuerdo a sus necesidades (Etter y Villa, 2000). De acuerdo con Seltzer y Hastorf (1990), los Andes Centrales del Perú están considerados como una zona con gran vulnerabilidad climática.

Algunas zonas de la cuenca del río Mantaro, probablemente se verán afectadas negativamente por el cambio climático. De acuerdo con los cambios previstos, la intensidad y la frecuencia de las precipitaciones, heladas y sequías serán alteradas. Esto puede tener graves consecuencias para el ambiente y la población de la región. Por ejemplo, la producción de los cultivos puede ser afectada por las heladas y por lo tanto, los ingresos de los agricultores pueden reducirse. Los deslizamientos de tierra y erosión del suelo pueden ocurrir debido a la intensificación de las precipitaciones y un aumento de la sedimentación en los ríos puede afectar el flujo y la calidad del agua (IGP, 2005a). Además, la falta de cubierta vegetal permanente y el mal uso del suelo en las laderas aumenta la susceptibilidad a erosión (Loayaza, 1982).

El sector agrícola de la cuenca tiene una gran importancia para la región, la cual es una zona importante de producción en el centro de Perú (Latínez, 2010), que representa la principal fuente de alimentos para Lima (Martínez et al., 2006) y es el sector que emplea a más personas en la región (IGP, 2005b). La actividad está directamente relacionada con la seguridad alimentaria de las familias por medio de la producción o los ingresos por ventas.

Por lo tanto, teniendo en cuenta la gran importancia de la agricultura de la zona, los árboles también tienen una relevancia notable. Se encuentran dentro de los campos agrícolas integrando los sistemas agroforestales. Ellos tienen múltiples funciones y, en general, se encuentran alrededor de los campos agrícolas, marcando la frontera de las propiedades y reduciendo los efectos de eventos climáticos extremos (Trasmonte, 2009). Además de los árboles en los sistemas agroforestales, también se puede encontrarlos en plantaciones que se componen principalmente de especies exóticas que se han originado a partir de los proyectos y los proyectos de reforestación en los últimos 100 años en los Andes centrales (Schwartz y Parraga, 1982).

La degradación del suelo por prácticas no sostenibles y la deforestación son evidentes en los Andes bolivianos (Ayala Bluske, 1998 citado por Brandt y Townsend, 2006). Cambios en las poblaciones también podrían ser una causa para que esto suceda. El mismo estudio mostró que las zonas densamente pobladas y con baja disponibilidad de tierras para la conversión ha experimentado una intensificación del uso del suelo en lugar de una conversión. Si esto se lleva a cabo, la intensificación de la desertificación en una forma no sostenible podría ocurrir a través de la pérdida de la vegetación y la capa superior del suelo (Brandt y Townsend, 2006). Existe alguna evidencia en la literatura sobre el abandono de algunos campos de cultivo en la región andina (Wernke, 2010) y también de la degradación de las tierras de pastoreo (Yaranga, comunicación personal).

En el Perú, la región andina ha sido poco estudiada teniendo en cuenta el uso del suelo/cambio de la cubierta cuando se compara, por ejemplo, con la región amazónica (Kintz et al., 2006). También hay un desconocimiento acerca de la extensión y el impacto de los cambios en el paisaje que afectan los ecosistemas (Etter y Villa, 2000). Por lo tanto, este artículo ofrece una descripción y análisis de uso y cobertura del suelo en la región de los ríos Achamayo y Shullcas.

Área de estudio

El área de estudio incluye el área total de las subcuencas de los ríos Achamayo y Shullcas, y la parte del valle del Mantaro ubicada entre estas dos subcuencas al margen izquierdo del río Mantaro. En total, son 709 km² de la parte central de la cuenca del río Mantaro, en tres provincias: Huancayo, Concepción y Jauja, siendo el relieve bastante complejo y con una topografía abrupta con pendientes muy fuertes (43% del área tiene pendiente mayor al 25%).

Las características climáticas están relacionadas con la altitud. Para la temperatura, un aumento de 0,5° C es registrado hasta los 4.000 m. En altitudes mayores, la disminución puede ser más grande (Mayer, 1981; Seltzer y Hastorf, 1990). En relación a precipitación, los resultados son controversiales. Mayer (1981) presenta datos medios anuales de precipitación para diferentes rangos de altitud, siendo tan alta como 1000 mm/año en todo el nivel del mar (4800 m) y alrededor de 735 mm / año al nivel del valle (3500 m). Sin embargo, Seltzer y Hastorf (1990) no encontraron ninguna relación significativa entre precipitación y altitud.

Metodología

Las imágenes seleccionadas para el estudio fueron del satélite Landsat TM 5 (path/row – 6/68), con resolución espacial de 30 m y adquiridas del US Geological Service. Para el análisis y selección de fechas se priorizó la estación seca, cuando la cobertura de nubes es menor. De acuerdo con las imágenes disponibles y con los años seleccionados (1985 y 2010), el mes de junio fue seleccionado.

En el pre procesamiento de las imágenes, algunos procedimientos fueron aplicados para acercarlas a la realidad del campo. De esta manera, efectos de la atmósfera o desplazamientos en relación al sistema de coordenadas pueden ser minimizados. En este estudio, después de seleccionar la parte de interés de la imagen, se aplicó el método FLAASH (Fast Line-of-sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) para corregir los efectos atmosféricos. Después de aplicado el modelo, los valores de cada pixel son transformados de radiancia a reflectividad.

La corrección geométrica fue hecha con base en 11 puntos colectados durante la visita de campo e identificados en la imagen del 2010. Con el fin de incrementar la confiabilidad de la corrección geográfica, también fueron colectados 25 puntos derivados del SRTM MDT. A partir de esta imagen corregida, la de 1985 fue co registrada. El modelo utilizado fue el de primer orden polinomial.

Para la clasificación de las imágenes fueron utilizados los métodos de clasificación no supervisada y supervisada. La primera clasificación fue realizada a través del método ISODATA, y la imagen clasificada ayudó a la producción de impresiones —para el trabajo de campo y para la recolección de datos acerca de puntos de entrenamiento— con las cuales se realizó la clasificación supervisada con el algoritmo máxima probabilidad (maximum likelihood). Para las dos etapas de la clasificación fueron utilizadas las bandas 1-5, 7 de Landsat TM 5 y el NDVI. Un método de post-clasificación fue aplicado para suavizar la clasificación mejorando la precisión del mapa.

Resultados

Los mapas producidos presentan 13 clases de uso y cobertura de la tierra. La Tabla 4.4 presenta los cambios en cada una de las clases en los 25 años analizados. Se detectó que el paisaje es bastante dinámico. Un área de 306,7 km² —un poco más de la mitad de la superficie total— presentó cambios durante el período de análisis.

Debido a la gran cantidad de clases consideradas en este estudio, y la complejidad de los posibles cambios, algunos cambios relevantes fueron seleccionados para ser mostrados en mapa de cambios y presentados en los párrafos siguientes y presentados en el Mapa 4.1.

El cambio más importante detectado durante el período de análisis ocurrió dentro de la clase de "pastizales de alta densidad". Se observó una disminución de 52,94 km² (21,26%

de la superficie original), lo que podría ser un indicio de la degradación de los pastizales, confirmando la información reportada por Yaranga (comunicación personal). Los cambios fueron más representativos para dos clases de cobertura de la tierra, "pastizales de baja densidad" y "suelo con rocas", y cada cambio puede haber sido causado por diferentes procesos. Tomando en cuenta las áreas que se cambiaron a "pastizales de baja densidad", es posible especular que el sobrepastoreo y los cambios en la disponibilidad de agua conducen a la reducción de la biomasa (Loayza, 1982).

Asimismo, el sobrepastoreo, la menor disponibilidad de agua y la erosión del suelo podrían ser causas de la conversión a "suelo con rocas", ya que elimina la capa superior del suelo y por lo tanto dificulta el desarrollo de la vegetación. Dado que la principal actividad relacionada con esta cobertura del suelo es el pastoreo de ganado, su reducción puede



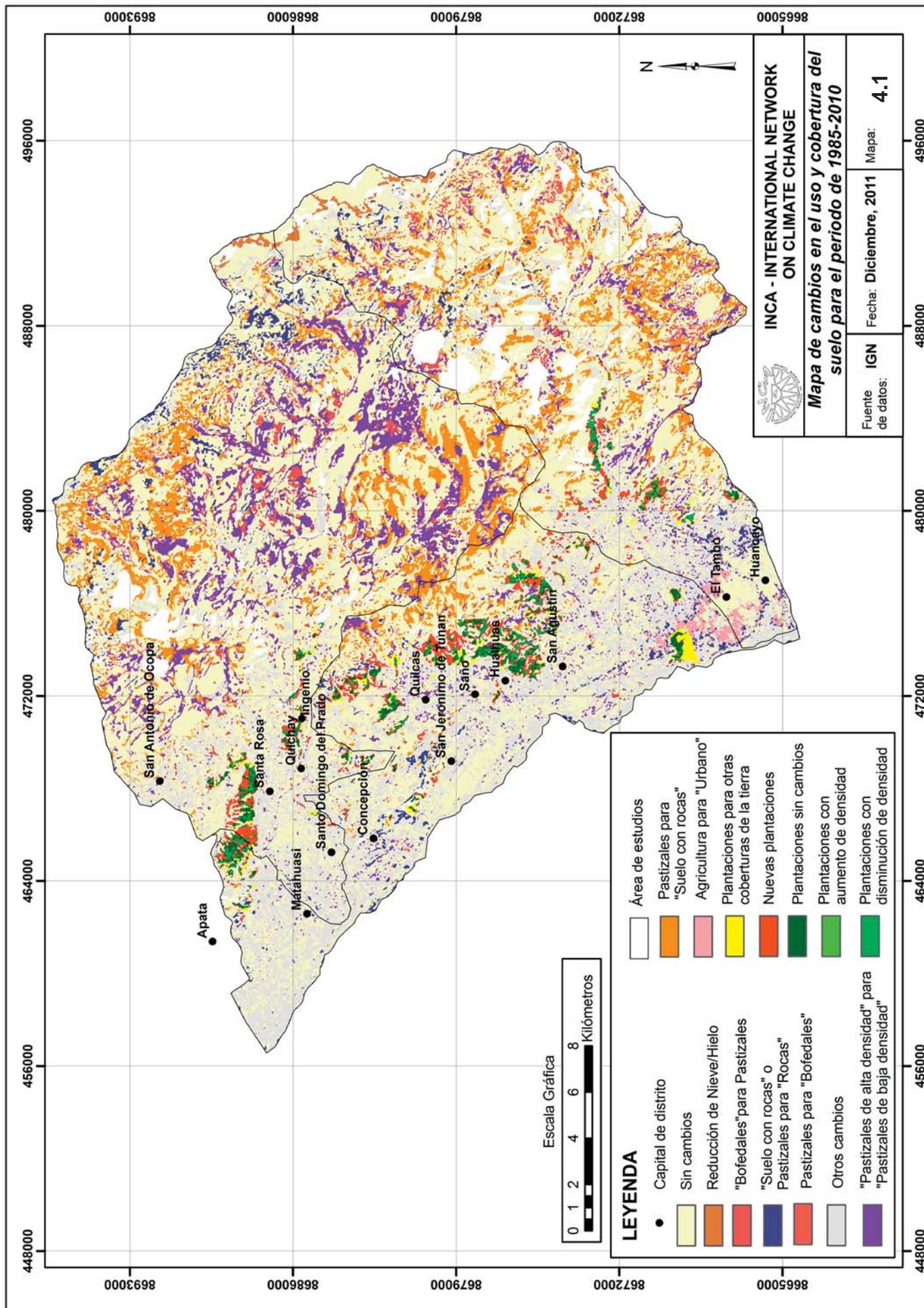
Foto 4.10 Ejemplo de área de pastizal de alta densidad. Crédito F. Medina.

representar un problema para los pastores. Con esta reducción de la superficie, los agricultores deben llevar a los animales a zonas más remotas, lo que aumenta la cantidad de tiempo dedicado a la actividad.

El sobrepastoreo es una posible causa de esta degradación (Yaranga, comunicación personal), por lo tanto, una mejor gestión de la zona puede estar dirigida a reducir o poner fin a esta conversión. El aumento del pastoreo y el pisoteo de los animales en el suelo dificulta la regeneración de la vegetación, que crea condiciones más favorables para la erosión del suelo (Harden, 1996). Las actividades pueden ser desarrolladas con los pastores para promover la regeneración de algunas zonas o incluso de rehabilitación.

Tabla 4.4 Dinámica de los cambios en el uso y en la cobertura del suelo de 1985 a 2010 (los valores positivos indican aumento y los negativos disminución).

Clases	Area 1985 (km ²)	Area 2010 (km ²)	Cambio en 2010 – 1985 (km ²)	Porcentaje (en relación al área de 1985)
Agricultura - campos verdes	45.19	23.84	-21.35	-47.24%
Bofedales	15.12	13.83	-1.3	-8.58%
Pastizales - alta densidad	249	196.06	-52.94	-21.26%
Pastizales - baja densidad	207.43	219.7	12.27	5.92%
Plantaciones - alta densidad	1.76	4.21	2.45	139.08%
Plantaciones - baja densidad	5.66	3.41	-2.25	-39.72%
Plantaciones - densidad mediana	7.4	13.1	5.7	76.95%
Rocas	21.73	35.74	14.01	64.45%
Nieve/hielo	5.8	4.56	-1.24	-21.46%
Suelo desnudo	13.58	22.46	8.88	65.36%
Suelo con rocas	82.6	117.22	34.62	41.91%
Urbano	9.46	11.15	1.68	17.81%
Água	4.4	3.87	-0.53	-11.95%
TOTAL	669.15	669.15	-	-



De acuerdo con Yaranga (comunicación personal), el mejor enfoque para mejorar las condiciones de los pastizales —en las zonas degradadas— es la exclusión de los animales en las mismas, favoreciendo la regeneración natural. También se menciona que la plantación de algunas especies en las zonas degradadas puede ser eficaz en la restauración de pastizales. *Festuca dolichophylla*, *Dactylis glomerata* y *Phalaris tuberoarundinacea* fueron citados como algunas que pueden ser utilizadas ya que son muy palatables a los animales. Por otra parte, la necesidad del establecimiento de esquemas de rotación es importante para que no haya sobrepastoreo. Estas prácticas ya fueron mencionadas por Dollfus (1982) y él aún destaca la necesidad de una mejor selección de razas mejor adaptadas a las condiciones locales.

En cuanto a los "bofedales", una reducción de su superficie total ha sido detectada. En 1985, esta clase presentaba 15,12 km², 8,58% mayor que en el 2010. La mayoría de las áreas de cambio son ahora en su mayoría pastizales (4,75 km² son pastizales de alta densidad y 3,02 km² son pastizales de baja densidad). Sin embargo, los cambios de pastizales a "bofedales" detectados fueron 6,22 km² y 0,32 km², correspondiendo a pastizales de alta y baja densidad respectivamente.

Las explicaciones para estos resultados pueden estar relacionadas con: (i) errores de clasificación debido a la complejidad estructural de estas áreas y la transición entre bofedales y zonas de pastizales; o también a (ii) cambios en los flujos de agua en la cuenca, la disminución de la cantidad de agua en algunas zonas (lo que puede explicar



la disminución en las áreas de bofedales) o el aumento de la acumulación de agua en otros sitios (lo que puede explicar las zonas de el aumento de bofedales) .

La limitada disponibilidad de datos de campo de estas áreas (debido a dificultades de acceso) determina que la primera causa sea una explicación más probable para estos resultados. Mayores estudios deben llevarse a cabo específicamente para bofedales, debido a su complejidad e importancia, llenando los vacíos de información sobre su evolución en el tiempo y sus interacciones con los flujos de agua.

En cuanto a las plantaciones, la superficie forestal total (considerando las tres subclases) ha pasado de 14,82 a 20,72 km², lo que representa un incremento del 39,76% del área existente en 1985. Durante estos 25 años, 6,18 km² se han mantenido como la misma clase. Nuevas áreas de

Foto 4.11 Área de bofedales en el valle del Mantaro. Crédito F. Medina.

plantaciones representaron el 10,23 km², es decir, el cambio de otras clases de cobertura a plantaciones. Además, también se detectó que algunas áreas identificadas como plantaciones en 1985 ya presentaron cubierta arbórea en el 2010. Esta disminución de plantaciones representó el 4,36 km².

El aumento de la superficie forestada podría estar relacionado con las actividades, como resultado de los programas de reforestación llevadas a cabo en el área de estudio. No existe información oficial sobre el área forestal ni de los proyectos desarrollados para el área de estudio, pero los resultados más generales están disponibles para todo el departamento de Junín. De acuerdo a lo reportado por el PRONAMACHS, entre 1981 y 1998, se registró un incremento de 176,43 km² de la superficie plantada por el establecimiento de plantaciones (Ministerio de Agricultura, 2000). Este resultado también es confirmado por la información presentada en PRONAMACHS (1998) que indica la existencia de un gran programa de reforestación entre 1978 y 1998.

La mayor parte del aumento de las plantaciones se encontraba en zonas anteriormente ocupadas por pastizales de alta densidad. Las áreas utilizadas para la actividad forestal son generalmente las de productividad marginal para agricultura, por lo tanto, algunos de estos datos podrían reflejar lo anterior, ya que estas zonas pueden también ser áreas agrícolas. Además, algunas de las zonas clasificadas como pastizales en el año 1985 podrían presentar plantaciones jóvenes y este aumento de la superficie en realidad podría corresponder deberse a un envejecimiento de las plantaciones.

La variación relativa más representativa detectada en el estudio también se relaciona con el aumento de la densidad de la vegetación. Tomando en cuenta todas las clases de densidad de árboles, 3,73 km² presentaron un aumento de la densidad. La clase "plantación de alta densidad" representó 1,76 km², 11,87% de la superficie forestal en 1985 y se incrementó en un 139,08% a 4,21 km² en 2010 (20,31% de las áreas boscosas de 2010). La mayor parte de este aumento se dio a través de la modificación de cobertura del suelo de las "plantaciones de mediana densidad".

En general, las "plantaciones de alta densidad", más específicamente en las áreas que han permanecido dentro de esta clase en los 25 años evaluados, podría indicar la necesidad de algún tipo de intervención (raleo o cosecha). Con el fin de tomar esta decisión, una evaluación de la gestión más adecuada para cada área debe llevarse a cabo. Además, otras razones para que estas áreas se mantuviesen con alta densidad pueden ser: (i) estas áreas son inestables, por lo tanto, se mantiene con una cubierta forestal para proteger el suelo contra la erosión y deslizamientos de tierra, (ii) que son zonas donde el acceso es difícil y por eso no han sido cosechados a lo largo de estos años, o (iii) algunas de estas áreas están influenciadas por la sombra que afectan a la reflexión de estos píxeles que tienen tanto un valor más oscuro.



Foto 4.12 Plantaciones de eucalipto en el valle del Mantaro. Crédito F. Medina.

Sin embargo, es probable que la explicación de este resultado sea una combinación de las tres posibilidades mencionadas anteriormente. La mayoría de las zonas boscosas, donde la sombra estuvo presente, son las que tienen difícil acceso ya que el relieve favorece la creación de sombras. Además, la falta de acceso podría ser causado por la inclinación de la pendiente lo que puede hacer que estas áreas vulnerables a la erosión. Por lo tanto, esa cubierta forestal desempeña un importante papel en la interceptación de la precipitación y la reducción de la escorrentía de agua (como se informa como objetivo de los proyectos de reforestación) (Loayza, 1982; Ministerio de Agricultura, 2000).

El área urbana también presentó cambios significativos, especialmente alrededor de las ciudades de Huancayo y Concepción. Tomando en cuenta la diferencia de la clase urbana total de 1985 y 2010, un incremento de 1,68 km² ha sido detectado.

Si se considera sólo las conversiones de "agricultura - campos verdes", "suelo desnudo" y de las dos clases de pastizales a "urbano", un área de 3,96 km² ha sido detectado. La diferencia de estos dos valores es causada principalmente por la similitud en las firmas espectrales de la clase "urbano" y "rocas", que generan errores de clasificación. Un análisis cuidadoso indica que el último valor presentado (3,96 km²) debe ser entendido como el incremento de la zona urbana debido al crecimiento de las ciudades.



Foto 4.13 Vista de la ciudad de Huancayo. El área urbana también ha presentado cambios significativos. Crédito A. Martínez.

Además, es importante tener en cuenta que la clase "urbano" no es la única que representa los espacios urbanos ya que algunas partes de las zonas urbanas presentan "huertos familiares" en torno a las casas y calles sin pavimentar, con lo que se clasifica como "suelo desnudo", "agricultura - campos verdes" o "pastizales". Es importante destacar que este cambio refleja la expansión de las ciudades y está teniendo lugar en zonas donde la agricultura y la agroforestería son practicadas. Estas áreas se encuentran en la parte más baja del área de estudio, en la llanura del valle del río Mantaro, y son muy productivas para la agricultura. Por lo tanto, es importante considerar que la futura expansión de las ciudades debería darse en áreas de menor potencial agrícola.

Otro de los cambios verificados en estos 25 años se refiere a la zona identificada como " agricultura - campos verdes". La reducción verificada total de " agricultura - campos verdes " fue de 21,35 km². Una proporción de esta clase se convirtió en pastizales (41,69% a "las pastizales de alta densidad" y 21,02% en " pastizales de baja densidad "). Es más probable que estos resultados reflejen la variabilidad en las cubiertas de la tierra relacionadas al ciclo agrícola ("cosechas verdes", "suelo desnudo" o cosechas senescentes, identificadas como "pastizales"). Con el fin de detectar este tipo de cambios, más imágenes deben ser evaluadas durante un período de tiempo para la captura de todo un ciclo agrícola. Por último, se detectó una reducción de 1,24 km² en la clase "nieve" en el área de estudio. Esto sucedió por el derretimiento de la capa de hielo en la cordillera de Huaytapallana, revelando las rocas por debajo de ella, lo que también explica el hecho de que la clase de roca es 64,45% mayor que su área en 1985.

Discusión

Las actividades dominantes en el área son la agricultura y el pastoreo de ganado que confirma la declaración de Padilla (1995): las comunidades andinas son agrocéntricas. Los pastizales son la cobertura del suelo predominante en el área de estudio. Sin embargo, esta cobertura no se identifica en las zonas donde el pastoreo es el único uso, sino también en las zonas agrícolas. Lo anterior dificultó la identificación de las áreas de cultivo y pastoreo. Pastizales de alta densidad es también la clase para la cual se registró la mayor variación. Se presentó una disminución de 52,94 km² en 25 años. El sobrepastoreo y la erosión del suelo pueden ser considerados como posibles razones para esta reducción.



Foto 4.14 Laderas reforestadas en el valle del Mantaro. Crédito C. Zuleta.

Además de la agricultura y el pastoreo, los árboles también son un componente importante del paisaje. El eucalipto fue el árbol dominante y su introducción en la zona coincide con la introducción de la especie en el Perú, a finales del siglo XIX. Así, la zona considerada en este estudio es notable por ser la primera zona donde se establecieron plantaciones de eucalipto en el Perú. Además de las plantaciones, los árboles también se encuentran en asociación con cultivos, principalmente como protección contra el viento que rodea los campos agrícolas en sistemas agroforestales.

A pesar de esta importancia histórica de la zona, las plantaciones no son un uso predominante del suelo. Los resultados presentados en este estudio sobre las plantaciones son útiles para una visión general del área de estudio. Sin embargo, para indicaciones directas sobre manejo, un inventario de campo es necesario.

Una corrección topográfica es altamente recomendada para el análisis de imágenes en las zonas con las características del área de estudio. Por lo tanto, una visita más amplia sobre estas áreas debe mejorar la calidad de los mapas y proporcionar una mejor información, sobre todo en relación con los pastizales y bofedales. El uso de imágenes con mayor resolución aumentaría los costos del proyecto, pero produciría mapas más detallados. Si una evaluación de las prácticas agrícolas de la zona es el objetivo de un estudio (por ejemplo, especies de cultivos, el tamaño de los campos o monitoreo de árboles en sistemas agroforestales), la adquisición de este tipo de imágenes con mayor resolución espacial y espectral debe ser considerada.

Los problemas relacionados con la correspondencia de la clase de cobertura a los usos de la tierra verificados sobre la interpretación de los resultados pueden ser minimizados con la evaluación de las imágenes intermedias en el período de un año. Por ejemplo, la evaluación anual de cambios en un área puede indicar si se cultiva en la zona de que sólo se utiliza para el pastoreo. Además, esto también eliminaría los efectos de la estacionalidad de los pastizales y bofedales. Según Hill (2004), considerando una secuencia de tiempo hidrológico, un estudio puede asignar más de un paisaje, ya que también puede detectar: la regeneración de la semilla o las coronas latentes, la muerte de las plantas inactivas, los efectos de la herbivoría y el movimiento de los animales y los procesos biogeoquímicos, tales como el consumo de microorganismos e invertebrados (reacciones químicas orgánicas e inorgánicas). Sin embargo, podría minimizar la posibilidad de analizar los datos de años con condiciones climáticas inusuales.

Bibliografía Capítulo 4 Sector Forestal

Brandt, J.S.; Townsend, P.A. (2006). Land use–land cover conversion, regeneration and degradation in the high elevation Bolivian Andes, *Landsc Ecol* 21, pp. 607–623.

Chepstow-Lusty, A.; Jonsson, M. (2000). Inca agroforestry: lessons from the past. *Ambio: A Journal of the Human Environment*, 29 (6): 322-328

De Schutter, O.; Vanloqueren, G. (2011). The new green revolution: how twenty-first-century can feed the world. En: *Solutions – For a sustainable and desirable future*. 33-44. Ciudad no disponible. Disponible en: <http://www.thesolutionsjournal.com/node/971>.

Dixon, J.; Gulliver, A. (2001). Farming systems and poverty – Improving farmers' livelihoods in a changing world. FAO y World Bank. Roma y Washington D.C.

Dollfus, O. (1982). Development of land use patterns in the central Andes. *Mountain Research and Development* 2, 39-48.

Dourojeanni, M. J. (2009). *Crónica forestal del Perú*. Lima, Perú.

Ellenberg, F. L. (1979). Man's influence on tropical mountain ecosystems of South America: The Second Tansley Lecture. *J. Ecol.* 67:40

Etter, A.; Villa, L.A. (2000). Andean forests and farming systems in part of the Eastern Cordillera (Colombia), *Mountain Research and Development* 20, pp. 236–245.

FAO (1976). *A Framework for Land Evaluation*. FAO, Rome.

FAO. (2002). *Estrategia Nacional Forestal, Perú 2002-2021*. Lima, Perú.

Harden, C. (1996). Interrelationships between land abandonment and land degradation: a case from the Ecuadorian Andes. *Mountain Research and Development*, 16 3, pp. 274–280.

Hill, M.J. (2004). Grazing agriculture: Managed pasture, grassland, and rangeland, Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring, vol. 4 ,in: S.L. Ustin, Editor, *Manual of Remote Sensing*, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, pp. 449–530.

Instituto Geofísico del Perú. (2005a). Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro. *Cambio Climático / Evaluación Local Integrada de Cambio Climático para la Cuenca del Río Mantaro, Volumen 3*. Lima, Perú: Fondo Editorial del Consejo Nacional del Medio Ambiente [CONAM].

Instituto Geofísico del Perú. (2005b). Diagnóstico de la cuenca del río Mantaro bajo la visión de cambio climático. *Cambio Climático / Evaluación Local Integrada de Cambio Climático para la Cuenca del Río Mantaro, Volumen 2*. Lima, Perú: Fondo Editorial del Consejo Nacional del Medio Ambiente [CONAM].

Instituto Geofísico del Perú. (2005c). Vulnerabilidad actual y futura ante el cambio climático y medidas de adaptación en la cuenca del río Mantaro. *Cambio Climático / Evaluación Local Integrada de Cambio Climático para la Cuenca del Río Mantaro, Volumen 3*. Lima, Perú: Fondo Editorial del Consejo Nacional del Medio Ambiente [CONAM].

- Inforegión. (2009). La titulación, la zonificación y la institucionalidad son requisitos para el desarrollo amazónico. Entrevista a Manuel Pulgar-Vidal de la SPDA. Disponible en: <http://www.spda.org.pe/ver-noticias.php?id=655>
- Jakitsch, F. (2011). Monitoring and analyzing land use/land cover and their changes using Remote Sensing and GIS in the Achamayo and Shullcas region, Peruvian Andes. Tesis para optar por el grado de M. Sc en "Tropical Forestry and Management". Technische Universität Dresden. Dresden, Alemania. 117 pp.
- Kintz, D.B.; Young, K.R.; Crews-Meyer, K.A. (2006). Implications of land-use/land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. *Environmental Management*, 38, 238–252
- Kintz, D.B.; Young, K.R.; Crews-Meyer, K.A. (2006). Implications of land-use/land cover change in the buffer zone of a national park in the tropical Andes. *Environmental Management*, 38, 238–252
- Latínez, K. (2010). Prognóstico estacional a tres meses de lluvias y temperaturas en el valle del río Mantaro utilizando la técnica no paramétrica: regresión multivariada adaptativa splines (MARS). In: Memoria del Subproyecto "Prognóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura" 2007-2010. Instituto Geofísico del Perú. Lima, Perú.
- Loayza, M. V. (1982). La contribución forestal al desarrollo rural en el Perú. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002 Fortalecimiento de los Programas de Desarrollo Forestal en Selva Central in Lima, Perú. 47pp.
- Lu, D.; Mausel, P.; E. Brondizio, E.; Moran, E. (2004). Change detection techniques, *International Journal of Remote Sensing* 20. 12 pp. 2365–2407.
- Lunetta, R. S., Knight, J. F., Ediriwickrema, J., Lyon, J. G., Worthy, L. D. (2006). Land-cover change detection using multi-temporal MODIS NDVI data. *Remote Sensing of Environment*, 105, 142–154.
- Martínez, A. G., Núñez, E., Silva, Y., Takahashi, K., Trasmonte, G., Mosquera, K. and Lagos, P. (2006). Vulnerability and adaptation to climate change in the peruvian central Andes: results of a pilot study. *Proceedings of 8 ICSHMO*, Foz do Iguaçu, Brazil, April 24-28, 2006, INPE, p. 297-305.
- Mayer, E. (1981). Uso de la tierra en los Andes. *Ecología y Agricultura en el Valle del Mantaro del Perú con Referencia Especial a la Papa*. Dentro Internacional de la Papa. Departamento de Ciencias Sociales. Lima- Perú. 127 pp.
- Ministerio de Agricultura (2000). 18 Años en la lucha contra la desertificación y la pobreza rural. Compendio Estadístico 1981-1998. PRONAMCHS-Proyecto Nacional de Manejo de Cuencas Hidrográficas y Conservación de Suelos. Lima.
- MINAG. (2008). Plan Estratégico Sectorial Multianual de Agricultura 2007-2011. Lima. Disponible en: http://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/bnsf/plan_estrategico.pdf
- MINAG. (2010). Perú Forestal en Números – Año 2009. Lima, Perú. Disponible en: <http://sinia.minam.gob.pe/index.php?idElementoInformacion=1076&idformula=&idTipoElemento=>
- Müller, D.; Zeller, M. (2002). Land use dynamics in the central highlands of Vietnam: a spatial model combining village survey data with satellite imagery interpretation, *Agric. Econ.* 27, pp. 333–354.
- Padilla, S. (1995). Manejo agroforestal andino, Quito, Ecuador, Proyecto FAO/Holanda/DFPA, 262
- Pretzsch, J.; Uibrig, H. (2003). Farming Systems Approach and its application to small scale farm forestry. Documento sin publicar.
- PRONAMACHS (1998). Evaluación de ensayos de introducción de especies forestales en la sierra peruana con fines de aplicación extensiva. Programa Nacional de Conservación de Suelos y Aguas en Cuencas Hidrográficas. Lima. 88p.
- Rogan, J.; Chen, D. M. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Progress in Planning* 61:301–325.
- Schmink, M; Redford, K.; Padoch, C. (1992). Traditional peoples and the Biosphere: Framing the issues and defining the terms. En: *Conservation of neotropical forests: Working from traditional resource use*. Nueva York.
- A Reduced Landscape: Toward a Multi-Causal Understanding of Historic Period Agricultural Deintensification in Highland Peru. *Journal of Latin American Geography*, Volume 9, Number 3, pp. 51-83.

Schwartz, E. (2004). Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina Documento de Trabajo - Informe Nacional Perú. INRENA y FAO. Roma, Italia. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/j4024s/j4024s00.htm#TopOfPage>

Schwartz, E.; Parraga, R. (1982). Las plantaciones de eucalipto en el departamento de Junín. Proyecto PNUD/FAO/PER/81/002. Fortalecimiento de los Programas de Desarrollo Forestal en Selva Central. M. A., PNUD, FAO. 56 p.

Seltzer, G.; Hastorf, C. (1990). Climatic change and its effect on Prehispanic agriculture in the central Peruvian Andes. *Journal of Field Archaeol* 17:397–414.

Trasmonte, G, Chávez, R., Segura, B. and Rosales, J. L. (2008). Frost risks in the Mantaro river basin. *Advances in Geosciences*. 14: 265–270.

Trasmonte, G. L. S. (2009). Propuesta de Gestión de Riesgo de Heladas que Afectan a la Agricultura del Valle Ddel Mantaro (Andes Centrales del Perú). Universidad Ricardo Palma, Escuela de Posgrado. Maestría en Ecología y Gestión Ambiental. Lima, Perú.

Vilcapoma, J.F. (2008). Plan de desarrollo del distrito de Heroínas Toledo 2008-2015. Concepción. Documento sin publicar.

Wernke, S. A. (2010). A Reduced Landscape: Toward a Multi-Causal Understanding of Historic Period Agricultural Deintensification in Highland Peru. *Journal of Latin American Geography*, Volume 9, Number 3, pp. 51-83.

Sector Agricultura

Antecedentes generales del sector agricultura y los impactos de eventos meteorológicos extremos

Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte

Introducción

La agricultura es el principal sustento de vida para la población rural nacional, y según cifras del último Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO (1994), la superficie agrícola cubre aproximadamente 5'476.997 hectáreas, lo que equivale al 15% del total de la superficie total.

Los impactos de los eventos meteorológicos adversos más documentados y conocidos corresponden a los episodios de El Niño 1982/83 y 1997/98, debido a la magnitud de los efectos socioeconómicos relacionados tanto con la intensidad del fenómeno como con la vulnerabilidad de la población del sector afectado. Al comparar las pérdidas asociadas con El Niño 1997/98 con el evento 1982/1983, la CAF concluye que en Perú —aunque las cifras absolutas fueron del mismo orden— los daños del evento de 1982/1983 representaron cerca del 7% del PIB, mientras que en 1997/1998 fueron del 5% (CAF, 2000).

Esta reducción de los daños correspondió principalmente a los sectores productivos (Bayal, 2009). Después del evento 1982/83, cada vez que las agencias internacionales encargadas del seguimiento del fenómeno El Niño manifestaban la posibilidad de la ocurrencia de un nuevo evento, los precios de los alimentos básicos comenzaban a subir y los préstamos para la agricultura disminuían, principalmente en la costa norte (Mendoza, 2009).



Foto 4.15 Vista del valle del Mantaro desde Chupaca (San Juan de Ninanya). Crédito L. Giráldez



Foto 4.16 Agricultura tradicional sobre laderas en el valle del Mantaro. Crédito L. Giráldez.

Los problemas generados en el sector agrario del Perú, debido a la variabilidad y el cambio climático, están estrechamente relacionados con modificaciones en los patrones de los valores medios y extremos, de temperatura, precipitación y otras variables meteorológicas, que sumado a la alta vulnerabilidad de los agricultores, falta de políticas y acciones de prevención, e insuficiente apoyo gubernamental, configuran un escenario de alto riesgo.

El valle del Mantaro es una de las principales zonas de cultivo de la sierra, donde se desarrolla principalmente agricultura tradicional (papa, maíz amiláceo, cebada y alfalfa), sobre todo sobre laderas, y es en la sierra donde se concentra las mayores siembras y cosechas de los principales cultivos transitorios. Los agricultores de esta zona rural andina, manejan por lo general los riesgos climáticos en base a conocimientos saberes tradicionales, ya que los esfuerzos del gobierno se concentran mayormente en atender los efectos ex post; es decir, cuando ya ocurrieron.

Situación de la agricultura nacional

La agricultura nacional se desarrolla en condiciones complejas de vulnerabilidad y de alto riesgo (MINAG, SEGMA - 2011). En los últimos años el Perú, ha sufrido desastres ocasionados por inundaciones, sequías, heladas, granizadas, terremotos, deslizamientos de tierras, fenómenos “El Niño” y “La Niña”, etc., que han ocasionado daños e impactos en la seguridad alimentaria del sector agricultura. Los eventos climáticos ocurridos en el país, afectan las estructuras económicas y la competitividad del sector, reduciendo las oportunidades para mantener un desarrollo sostenible, a pesar de que actualmente se encuentra en pleno crecimiento (MINAG, SEGMA - 2011).

Según cálculos del MINAG (Mendoza, 2009), por los efectos de la variabilidad climática (inundaciones, sequías, heladas, granizo, entre otros) se pierde y/o afecta en promedio cada año, la producción de más de 23 mil hectáreas de cultivos. En la Figura 4.5, se presenta el total de superficie agrícola pérdida y afectada en el territorio nacional debido a eventos adversos ocurridos durante el periodo 1996/97 al 2009/10. Las campañas agrícolas más afectadas fueron 1997/98, 2003/04 y 2006/07; con 201.098, 181.445 y 199.200 hectáreas afectadas, respectivamente.

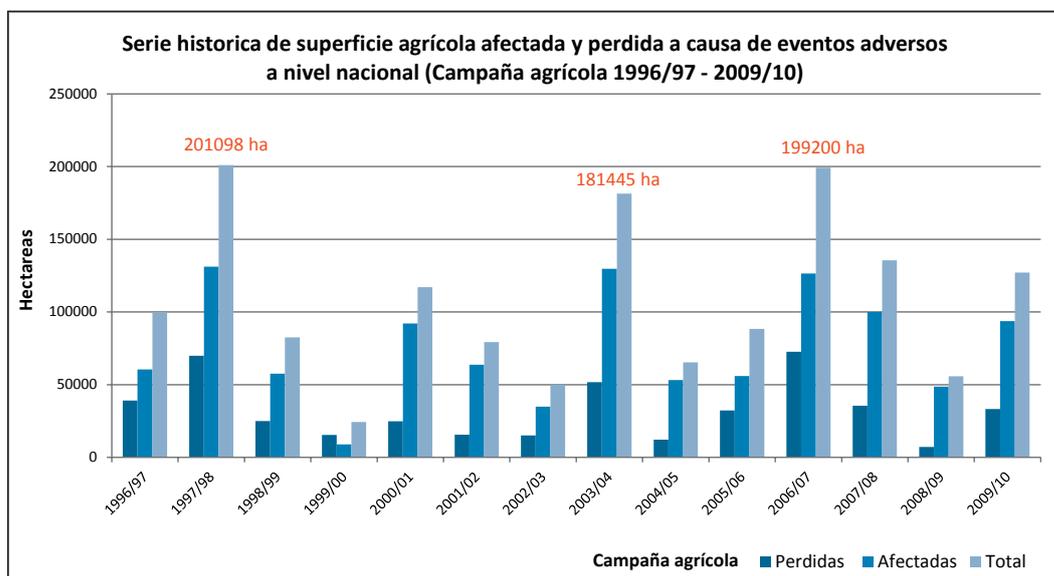


Figura 4.5 Serie histórica de superficie agrícola afectada y perdida a causa de eventos adversos a nivel nacional (Campaña agrícola 1996/97—2009/10). Elaboración L. Giráldez. Fuente de datos MINAG-SEGMA, 2011.

Sub sector agricultura en la región Junín

Uno de los principales sectores económicos de la región Junín es agricultura, el que en 2010 participó con el 5,9 % en la actividad económica regional (BCR, 2010).

La agricultura en Junín se desarrolla en dos zonas bien definidas, por un lado la zona sierra, donde la producción se destina al mercado central del país y para autoconsumo (Foto 4.17), destacando la producción de papa, maíz (choclo y amiláceo), zanahoria, arveja, habas, cebolla serrana y olluco, donde la región es la tercera principal productora nacional de papa, atendiendo de manera especial los requerimientos de consumo nacional (MINAG – Junín, 2011).

Por otro lado, está la zona de ceja de selva y selva (Foto 4.18), con producción destinada al consumo de la región centro y para la industria, predominando la naranja, piña, tangelo, plátano, yuca y mandarina tangerina para consumo humano; así como café, maíz amarillo duro y cacao para la industria, siendo el café el principal producto de exportación agrícola tradicional.



De izquierda a derecha: Foto 4.17 Agricultura en zona sierra, cosecha de papa en Chupaca. Crédito L. Giráldez. Foto 4.18 Agricultura en zona de selva, La Merced. Crédito M. Remax.

El manejo hídrico en la zona está compuesto por tierras bajo sistema de riego (normalmente por inundación) y seco, por lo que existe una fuerte dependencia de los agricultores a las lluvias, quienes deben esperar la lluvia para poder sembrar, y entre el 70 - 75% de la agricultura se hace bajo el sistema de secano en la sierra de la región (Tabla 4.5).

Esta situación se suma a la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, así como al predominio del minifundio como sistema de tenencia de tierra; siendo éstos los principales factores limitantes para el desarrollo de una agricultura competitiva (MINAG – Junín, 2011).

Tabla 4.5 Junín, porcentaje de tierra agrícola bajo riego según región natural.

Región Natural	Bajo riego (%)	Secano (%)
Sierra	25,1	74,9
Selva	0,5	99,5
Total superficie agrícola	11,6	88,4

Elaboración L. Giráldez. Fuente INEI-III Censo Nacional Agropecuario 1994.

Impacto de los Eventos Meteorológicos Extremos (EME) en el agro de la región Junín

El dinamismo de la actividad productiva en el campo está sujeto al comportamiento agroclimático de cada campaña agrícola, y a la idiosincrasia del agricultor, que planifica su cultivo de acuerdo a la oferta y demanda de la campaña anterior. A estos factores, sobre todo en el caso de selva, se suman la presencia de plagas y enfermedades (MINAG – Junín).

La agricultura intensiva en la región de Junín es afectada por eventos adversos recurrentes, que son la principal causa de la pérdida de superficie agrícola. Como se muestra en la Figura 4.6, durante las campañas agrícolas 1995/96 - 2010/11 se registraron eventos meteorológicos extremos como heladas, veranillos y lluvias intensas. Estas últimas contribuyen indirectamente a la ocurrencia de inundaciones, desbordos, deslizamientos, enfermedades fungosas como la rancha, etc., los cuales perjudican grandes extensiones agrícolas, y en las últimas campañas agrícolas las pérdidas de superficie agrícolas por este tipo de evento se han venido incrementando.

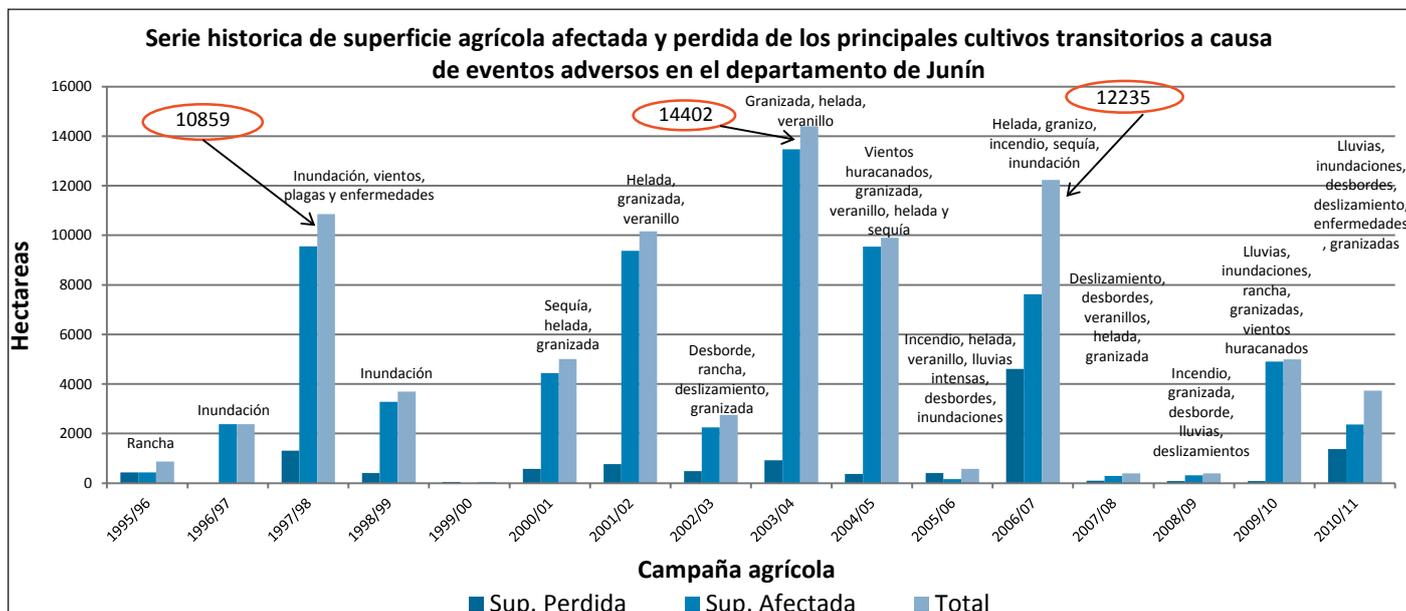


Figura 4.6 Serie histórica de superficie agrícola afectada y perdida de los principales cultivos transitorios a causa de eventos adversos en el departamento de Junín (1995/96-2010/11 Campaña incompleta agosto 2010—mayo 2011). Elaboración por L. Giráldez. Fuente MINAG-SEGMA, DRAJ, OIA.

En la Figura 4.7 puede apreciarse que las campañas agrícolas más afectadas por eventos extremos fueron 1997/98 (principalmente lluvias intensas), 2003/04 (principalmente veranillos) y 2006/07 (principalmente heladas), y se afectaron alrededor de 10.859, 14.402 y 12.235 hectáreas respectivamente. La mayor pérdida económica se tuvo durante la campaña agrícola 2006/07, perdiéndose alrededor de 26,85 millones a causa de heladas en el valle del Mantaro, incendio y lluvias intensas en la selva central. A ésta campaña la siguen la del año 2009/10 con 16,8 millones de nuevos soles, y la del año 2010/2011 con 10,23 millones de nuevos soles.

Algunos otros eventos recurrentes que provocaron daños en el sector fueron granizadas, vientos huracanados e incendios, que también afectan los cultivos, aunque de una forma más localizada.

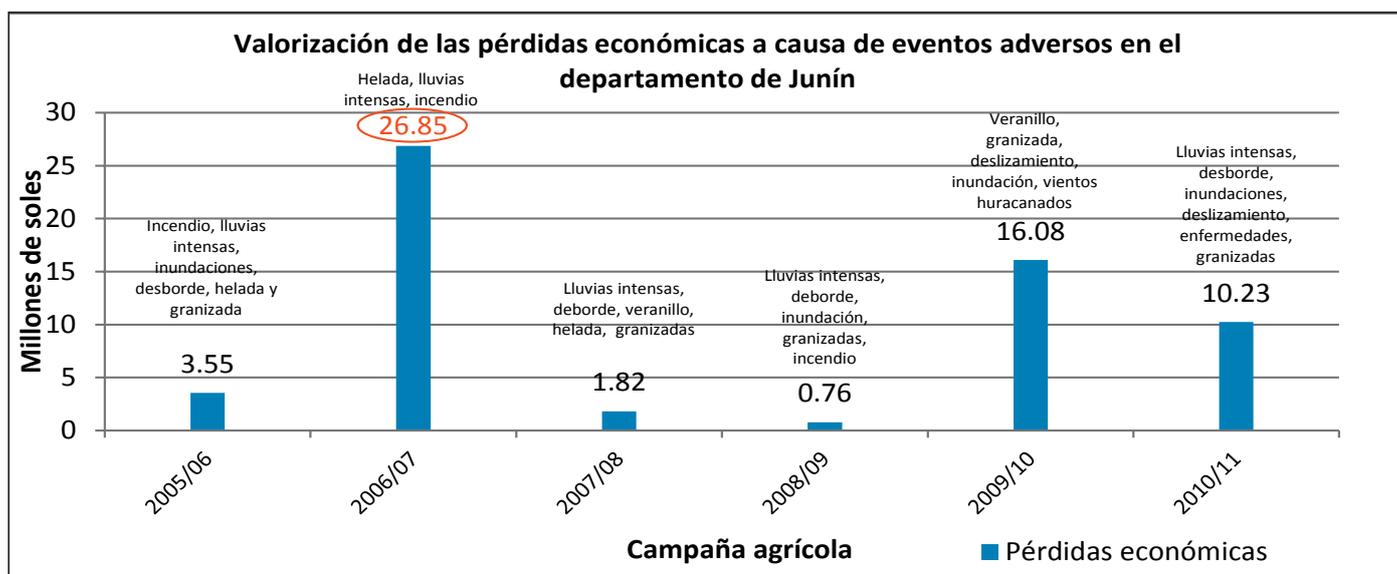


Figura 4.7 Valorización de las pérdidas económicas a causa de eventos adversos en el departamento de Junín (2005/06—2010/11) Elaboración L. Giráldez. Fuente: DRAJ, OIA.

Agricultura en el valle del Mantaro

De las tres provincias estudiadas, Huancayo es la que cuenta con mayor área agrícola en comparación a la superficie agrícola de Concepción y Chupaca (DRAJ, OIA). La superficie sembrada varía año tras año debido a que el agricultor considera factores como la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, y la aparición de plagas y enfermedades que en gran medida son también dependientes del clima. Por ejemplo, cuando hay lluvias muy intensas se presenta la rancha en papa (*Rhizoctonia solani*), que es una enfermedad fungosa; y si hay sequía se presentan plagas como el epitrix (*Epitrix* sp), esto es decisivo para que un agricultor decida disminuir sus áreas de siembra o en muchos casos dejar de sembrar.

Así, una de las causas para la decisión de que sembrar campaña tras campaña en la zona de estudio —Chupaca, Concepción y Huancayo— se rige directamente por los eventos adversos que se presentan en la campaña agrícola anterior; es decir, cuando hay ocurrencia de algún evento adverso fuerte en una campaña agrícola, en la siguiente campaña —por regla general— la superficie sembrada disminuirá. Por ejemplo, ante la ocurrencia de helada y granizada en la campaña agrícola 2006/07, la superficie sembrada de la campaña siguiente 2007/08 bajó considerablemente. En forma similar ocurrió durante las campañas de 1999/00, 2003/04, 2004/05, 2005/06, 2007/08, 2008/09 y 2009/10; observándose que las áreas sembradas tienden a ser cada vez menores. En la provincia de Huancayo, en la campaña 1996/97 había 36.480 hectáreas, y disminuyó para la campaña de 2009/10 a 26.860 hectáreas.

En forma general, los cultivos más representativos del valle son la papa, el maíz y la zanahoria. La producción de estos cultivos varía en cada provincia, hay mayor producción de papa en la provincia de Concepción, y la producción de maíz es mayor en la provincia de Huancayo mientras que, la producción del cultivo de zanahoria es mayor en la provincia de Chupaca (Fuente DRAJ, OIA).

Impacto de los EME en la agricultura del valle del Mantaro

Los impactos de los eventos meteorológicos extremos afectan especialmente aquellos campesinos que practican la agricultura de autoconsumo, quienes generalmente ubican sus cultivos en las laderas más altas del valle.

Las heladas, granizada, veranillo, vientos huracanados y lluvias intensas, fueron las principales causas de las pérdidas de superficie agrícola, registrada durante las últimas campañas agrícolas (2005/06 – 2010/11). De todos estos fenómenos, las heladas fueron los eventos que provocaron mayores pérdidas de superficie agrícola, con casi 6.000 hectáreas afectadas, y ocasionando más de 10 millones de soles en pérdidas en las provincias de Chupaca, Huancayo y Concepción en conjunto (DRAJ, OIA 2011).



Foto 4.19 Agricultura de autoconsumo en la zona alta del valle del Mantaro. Crédito L. Giráldez.

Por ejemplo, para el caso de la fuerte helada del 17 de febrero de 2007, los impactos en el valle representan un 46% del total departamental.

Haciendo un balance respecto a la producción perdida y afectada durante las últimas campañas agrícolas, la provincia que registra mayores pérdidas (campañas 2005/06 – 2010/11) fue Concepción, con 26.541 toneladas de producción de varios cultivos perdidos, lo que representa aproximadamente 10,5 millones de nuevos soles perdidos, mientras que Chupaca perdió 0,62 millones de soles y Huancayo 3,27 millones de soles. En la Tabla 4.6 se puede ver la valorización económica de las pérdidas de las últimas seis campañas agrícolas en el valle. La campaña agrícola con mayor pérdida fue la del 2006/07, con alrededor de 10,77 millones de nuevos soles.

Tabla 4.6 Valorización económica de las pérdidas de las campañas agrícolas en el valle del Mantaro.

Campaña agrícola	Millones de Nuevos Soles en pérdidas			Causas
	Departamento de Junín	Valle del Mantaro (Concepción, Chupaca y Huancayo)	Soles perdidos en el Valle (%), respecto al departamental	
2005/06	3.55	0.08	2.3	Granizadas
2006/07	26.85	10.77	40.1	Heladas
2007/08	1.82	0.02	1.1	Veranillo, granizada
2008/09	0.76	0.19	25.3	Exceso de lluvias, granizada
2009/10	16.08	2.45	15.3	Exceso de lluvias, rancho, inundación, desborde, granizada
2010/11	10.23	2.11	20.6	Exceso de lluvias, inundación, desborde, enfermedades, granizada

Elaboración L. Giráldez. Fuente: DRAJ, OIA.

Por otro lado, el cultivo más afectado por los impactos de los eventos meteorológicos extremos fue el maíz, tal como muestran las cifras estimadas por el MINAG – Junín, que documentan que durante las campañas agrícolas 2005/06 – 2010/11, se vieron afectadas cerca de 3.800 hectáreas de maíz, lo que representó pérdidas económicas por 6,46 millones de nuevos soles; mientras que se vieron afectadas cerca de 2.250 hectáreas de papa, representando 8,05 millones de nuevos soles; mientras que solo se vieron afectados aproximadamente 50 hectáreas de zanahoria, lo que representó 0,10 millones de nuevos soles.

Impactos de las heladas en la agricultura del valle del Mantaro

Lucy Giráldez y Grace Trasmonte

Introducción

Las heladas afectan de manera recurrente a las poblaciones de la sierra del Perú —como es el caso del valle del Mantaro— y sus efectos son sentidos principalmente por aquellos campesinos que presentan altos índices de pobreza y que por lo general subsisten de la agricultura para el autoconsumo, y representan una preocupación pues ocasionan pérdidas de superficie agrícola sembrada.

Para que se produzca una helada, se deben dar determinadas condiciones ambientales locales, como la ausencia o debilitación de los vientos, cielo despejado, sequedad atmosférica e inversión de la temperatura del aire cerca al suelo. Cuando la temperatura del aire baja significativamente por la noche, tendiendo a los cero grados centígrados, se dice que va caer una helada, indicando que las bajas temperaturas podrían quemar o dañar los cultivos.



Foto 4.20 Cultivo de maíz afectado por la helada del 09 de diciembre de 2011. Crédito L. Giráldez

El daño que las heladas produce a los cultivos depende de varios factores, tanto de amenaza como de vulnerabilidad, así como la intensidad de las bajas temperaturas (que no necesariamente tiene que ser 0°C). También influyen otros factores, como el tiempo de duración de las bajas temperaturas, y la etapa fenológica en la cual se encuentra el cultivo.

Estudios realizados sobre las heladas en la agricultura del valle del Mantaro

Según Jacobsen y Sherwoog (2002), los daños que ocasionan las bajas temperaturas en las plantas debido a heladas, varía de acuerdo a la susceptibilidad que presentan las especies vegetales en los diferentes ciclos vegetativos. En experimentos agrícolas —realizados en condiciones de secano durante los años 2007 y 2008 en el valle del Mantaro (Silva et. al, 2010)— se obtuvo un bajo rendimiento del maíz en la variedad Blanco Urubamba, asociado principalmente al déficit hídrico, altas temperaturas en el día y noches frías presentadas durante la etapa de espiga. La temperatura, junto con las precipitaciones y el fotoperiodo explicaron el 78,4% de lo que ocurre con el peso de la papa, siendo las temperaturas el principal factor (Giráldez, 2009).

También en el estudio de Trasmonte (2009), se analizó una serie de heladas agronómicas ocurridas entre setiembre y abril, verificándose que han ocasionado daño parcial y/o total a los cultivos más importantes de la región, reflejándose en la disminución de la producción y rendimiento agrícola e importantes pérdidas económicas a los agricultores, en parte o todo el valle, siendo la época de mayor impacto a los cultivos los periodos de floración y/o inicio de llenado de granos ó tuberización, los cuales se dan entre enero y marzo.

Para este estudio se recopiló información de reportes periodísticos, tesis y los formatos “F5” que utilizan las Agencias Agrarias de la zona para levantar información de los impactos de los evento climáticos adversos. Con ellos se identificaron las fechas en las que ocurrieron heladas en la campaña agrícola grande (Setiembre – Abril), y que tuvieron

impacto en la agricultura del valle (Tabla 4.7). Esas fechas fueron comparadas con datos de temperatura mínima de la estación de Huayao; observándose que son necesarias temperaturas mínimas por debajo de los 0°C para causar daños a los cultivos.

Impacto de las heladas en los principales cultivos del valle

La susceptibilidad de los cultivos agrícolas a las bajas temperaturas varía mucho de acuerdo a la especie, variedad y el estadio de desarrollo fenológico (Pereyra et. al. 2002). Los daños por bajas temperaturas pueden producirse en todas las plantas, pero los mecanismos y la tipología del daño varían considerablemente.

Las plantas se agrupan en cuatro categorías de sensibilidad a la congelación: (1) frágiles; (2) ligeramente resistentes; (3) moderadamente resistentes; y (4) muy resistentes (Levitt, 1980). Las especies o las variedades de cultivos exhiben distintos daños debido a heladas considerando una misma temperatura y un mismo estadio fenológico, dependiendo además de las condiciones meteorológicas previas.

Las heladas pueden dañar diversos órganos de los cultivos; tales como, la raíz, los tubérculos y hojas, siendo el área foliar la más expuesta. Dependiendo del estado fenológico de los cultivos, los principales daños son los siguientes:

- Muerte de las plántulas recién emergidas.
- Quemadura de follaje, que es la sintomatología más visible y puede ir desde un daño parcial en las hojas más expuesta hasta la muerte total del cultivo.
- Muerte total o parcial de los frutos en formación.
- Alteración de la calidad del producto cosechado.

Por ejemplo, en el maíz los daños usuales son deshidratación, posterior a esto ennegrecimiento y secado de las hojas dañadas. Para el caso de la papa es la aparición de manchas grisáceas o gris azuláceas debajo de la piel, y los tubérculos descongelados se vuelven blandos. Finalmente, para el caso de la zanahoria, hay apariencia de hinchazón, grietas dentadas a modo longitudinal; y tras la descongelación oscurecimiento. Los daños severos desencadenan en pérdida por muerte de los cultivos

Tabla 4.7 Fechas reportadas con ocurrencia de heladas en el valle del Mantaro.

Campaña agrícola	Fecha	°C	Fuente
1965/66	11/03/1966	-1	Diario correo
1965/66	12/03/1966	-1,2	Diario correo
1971/72	25/02/1971	7,4	Wissar (1972)
1971/72	11/02/1972	-0,9	Diario correo
1980/81	20/12/1980	0,2	Rosas (1991) Villegas (1991)
1984/85	07/11/1984	-1,7	Diario correo
1986/87	28/11/1986	-0,6	Diario correo
1991/92	10/12/1991	-0,7	Chipana (1995)
1991/92	11/12/1991	-0,4	Chipana (1995)
1991/92	20/04/1992	-1,2	Chipana (1995)
1991/92	21/04/1992	-1,9	Chipana (1995)
1998/99	02/12/1998	-0,5	DRAJ. OIA. F5
2004/05	17/01/2005	0,9	MINAG (2005)
2005/06	23/11/2005	0,1	DRAJ. OIA. F5
2006/07	15/10/2006	-0,2	DRAJ. OIA. F5
2006/07	17/02/2007	-0,4	DRAJ. OIA. F5
2007/08	01/10/2007	-0,6	DRAJ. OIA. F5

Fuentes: DRAJ, OIA, Diario Correo, Trasmonte (2009).



De izquierda a derecha: Foto 4.21 Daño por helada en el cultivo de maíz. Crédito Juan Osorio. Foto 4.22 Daño por helada en el cultivo de papa. Crédito ANDINA (Agencia Peruana de Noticias).

Según la DRA-Junín, las heladas ocurridas en el valle en la campaña 2006/07 provocaron pérdidas de 10,77 millones de nuevos soles (Figura 4.8). Analizando la producción por cultivos, mientras que por cultivos, considerando el cultivo de papa y del maíz, las heladas ocurridas durante las campañas agrícolas del 2005/06 - 2010/11 afectaron alrededor de 1.574 hectáreas de papa y 2.243 hectáreas de maíz; siendo este último más susceptible a este tipo de eventos.



(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011). Fuente: DRAJ, OIA.

Figura 4.8 Valorización de las pérdidas a causa de los eventos extremos en el valle del Mantaro (provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo).

Estudio de caso: Vulnerabilidad agrícola a las heladas en la provincia de Chupaca

Para este estudio de caso se delimitó la provincia de Chupaca, localizada en la subcuenca del río Cunas y que cuenta con 9 distritos dedicados a la agricultura (Ahuac, Huachac, Chupaca, San Juan de Iscos, Yanacancha, Tres de Diciembre, Huamancaca Chico, Chongos Bajo y San Juan de Jarpa). El análisis se realizó en 3 cultivos representativos de esta zona (papa, maíz choclo y zanahoria), y los meses de estudio considerados fueron los más críticos para los cultivos ante la ocurrencia de heladas en la campaña agrícola: diciembre, enero y febrero.

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de la agricultura en la provincia de Chupaca, se analizaron 18 factores de vulnerabilidad, presentados en la Tabla 4.8 y agrupados por tipo de vulnerabilidad, tales como: vulnerabilidad física, tecnológica, social, socioeconómica, educativa y cultural. Los datos tanto de las estadísticas agrícolas y socioeconómicas evaluados, se obtuvieron a una resolución distrital. Debido a la falta de información estadística no se pudieron considerar otros factores que podrían ser importantes como la participación de las instituciones de apoyo ex-ante y ex-post al evento.

Tabla 4.8 Factores de vulnerabilidad ante heladas evaluadas para la provincia de Chupaca.

Las categorías del nivel de vulnerabilidades utilizadas fueron: Muy alto, alto, medio y bajo, según la metodología de estimación de la vulnerabilidad que recomienda el INDECI (2006). Cada factor fue valorado con una puntuación dependiendo si una zona evaluada en ese factor es más vulnerable (4) o menos vulnerable (1) ante la posible ocurrencia de una helada. Finalmente, estos puntajes de valorización se relacionan con rangos de probabilidades (0 – 100%).

Tipo de vulnerabilidad	N°	Factores de vulnerabilidad ante heladas
Vulnerabilidad física	1	Etapa fenológica en que se encuentra el cultivo
	2	Superficie verde expuesta del cultivo en la zona (distrito)
	3	Porcentaje de superficie sembrada con el cultivo
	4	Susceptibilidad entre cultivos a temperaturas mínimas.
	5	Susceptibilidad de las variedades a heladas
	6	Zona agroecológica (altitud)
	7	Pendiente (Porcentaje de superficie agrícola en laderas)
	8	Tipo de suelo (por textura y contenido de Materia orgánica)
	9	Ubicación de zonas heladizas
Vulnerabilidad tecnológica	10	Nivel tecnológico de manejo agronómico de la zona (distrito)
	11	Porcentaje de superficie con riego en la zona
Vulnerabilidad social	12	Dependencia de la población por la agricultura
	13	Nivel de organización de agricultores (según comités de regantes)
	14	Población rural
Vulnerabilidad socioeconómica	15	Nivel Socioeconómico
	16	Acceso al crédito agrícola (Gestionó y Obtuvo)
Vulnerabilidad educativa	17	Nivel educativo (superior)
Vulnerabilidad cultural	18	Conocimiento local (según la dinámica de producción de la zona)

Como ejemplo se explica a continuación la valoración para el caso del factor “Porcentaje de superficie agrícola bajo riego”: El riego es uno de los factores más importantes para la calidad y cantidad de producción, y es relevante para atenuar el impacto que podría traer una helada, ya que un área agrícola regada será menos perjudicada en comparación a un terreno en seco. Asimismo, el riego es importante en la capacidad de recuperación de los cultivos afectados por heladas.

Tabla 4.9 Valoración del factor de vulnerabilidad de “Porcentaje de superficie agrícola bajo riego” para nueve distritos de la provincia de Chupaca

MATRIZ DE VULNERABILIDAD DISTRITAL DEL CULTIVO DE PAPA (Dic - Feb)																			
TIPO DE VULNERABILIDAD	PONDERACION	FACTORES	Rango / Fase	V BAJA	V MEDIA	V ALTA	V MUY ALTA	AHUAC	TRES DE DICIEMBRE	CHONGOS BAJO	CHUPACA	HUACHAC	HUAMANCACA CHICO	JARPA	S. J. ISCOS	YANACANCHA			
			Puntaje	1	2	3	4												
VULNERABILIDAD	vulnerabilidad Tecnológica	4	Porcentaje de superficie agrícola con riego en la zona	Menos del 25% de la superficie agrícola del distrito tiene riego				4							4		4		
				Entre el 25% y el 50% de la superficie del distrito tiene riego			3		3								3		
				Entre el 50% y el 75% de la superficie del distrito tiene riego		2					2	2			2	2			
				Más del 75% de la superficie del distrito tiene riego	1									1					
								3	2	2	1	2	2	4	3	4			

La superficie agrícola de la provincia de Chupaca en seco consta de 5.647,73 has (49 %), siendo estos terrenos más vulnerables ante la ocurrencia de una helada en comparación a las áreas bajo riego. Según el porcentaje de superficie agrícola presentada en cada distrito, se valoró cada distrito, tal como se muestra en la Tabla 4.9.

El resto de factores se trabajaron en forma similar, para elaborar mapas de vulnerabilidad ante heladas por cada uno de los cultivos en estudio. Adicionalmente, se realizó un taller de validación, donde agricultores de la zona ayudaron a ajustar la ponderación de los factores evaluados, además de identificar algunas características particulares de vulnerabilidad, tales como zonas específicas especialmente heladizas.

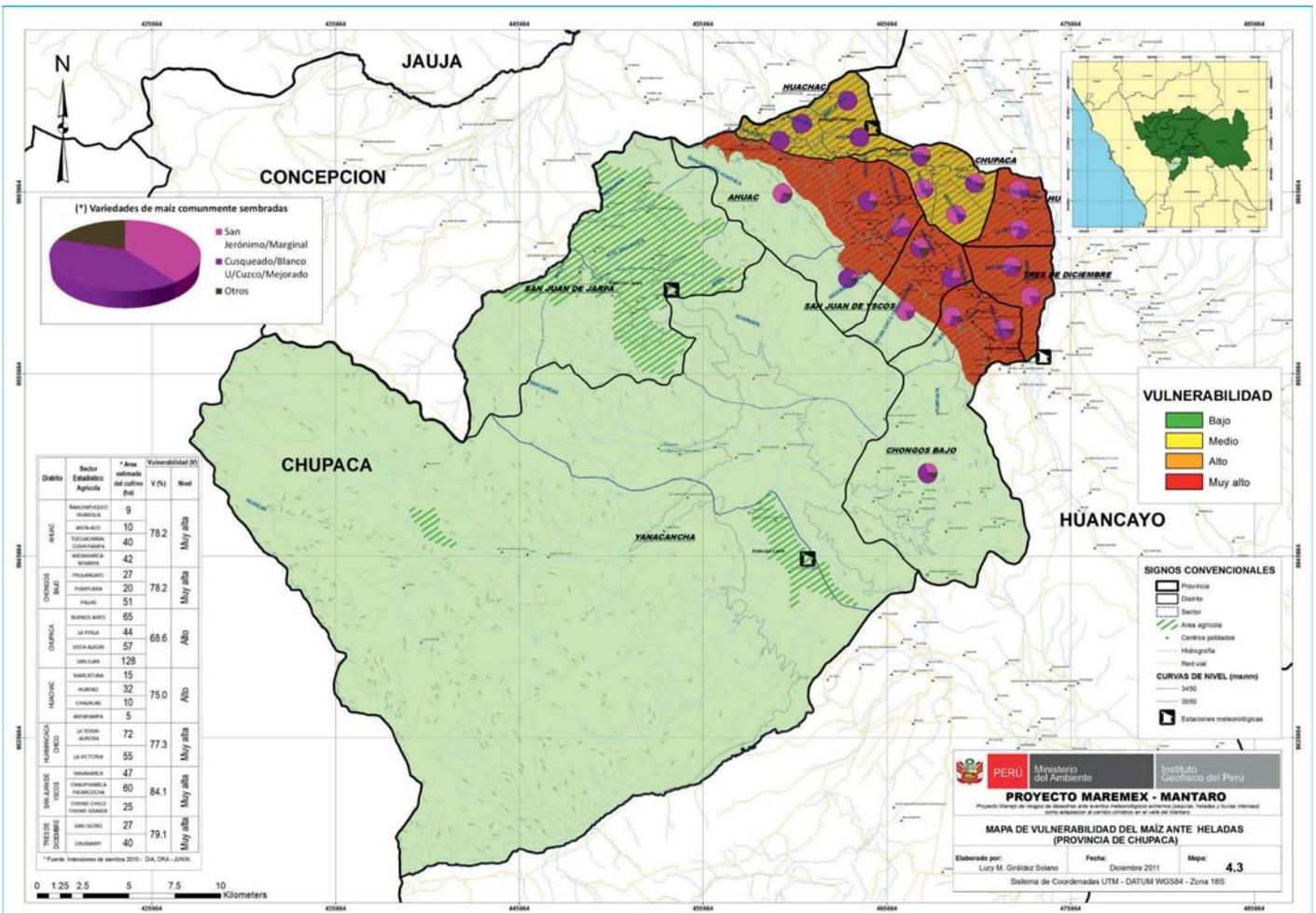
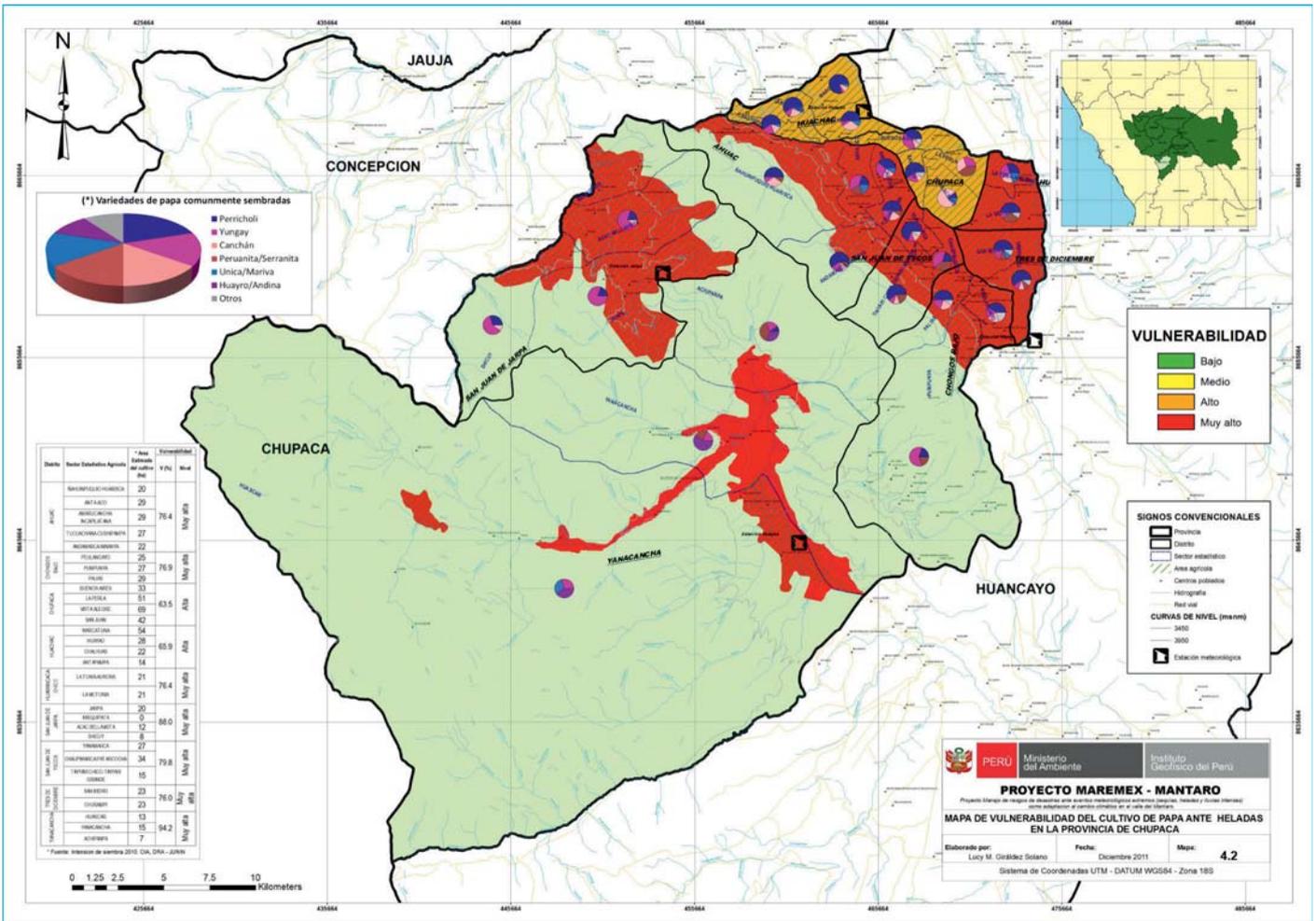
Tabla 4.10 Vulnerabilidad ante heladas por cultivos y distritos.

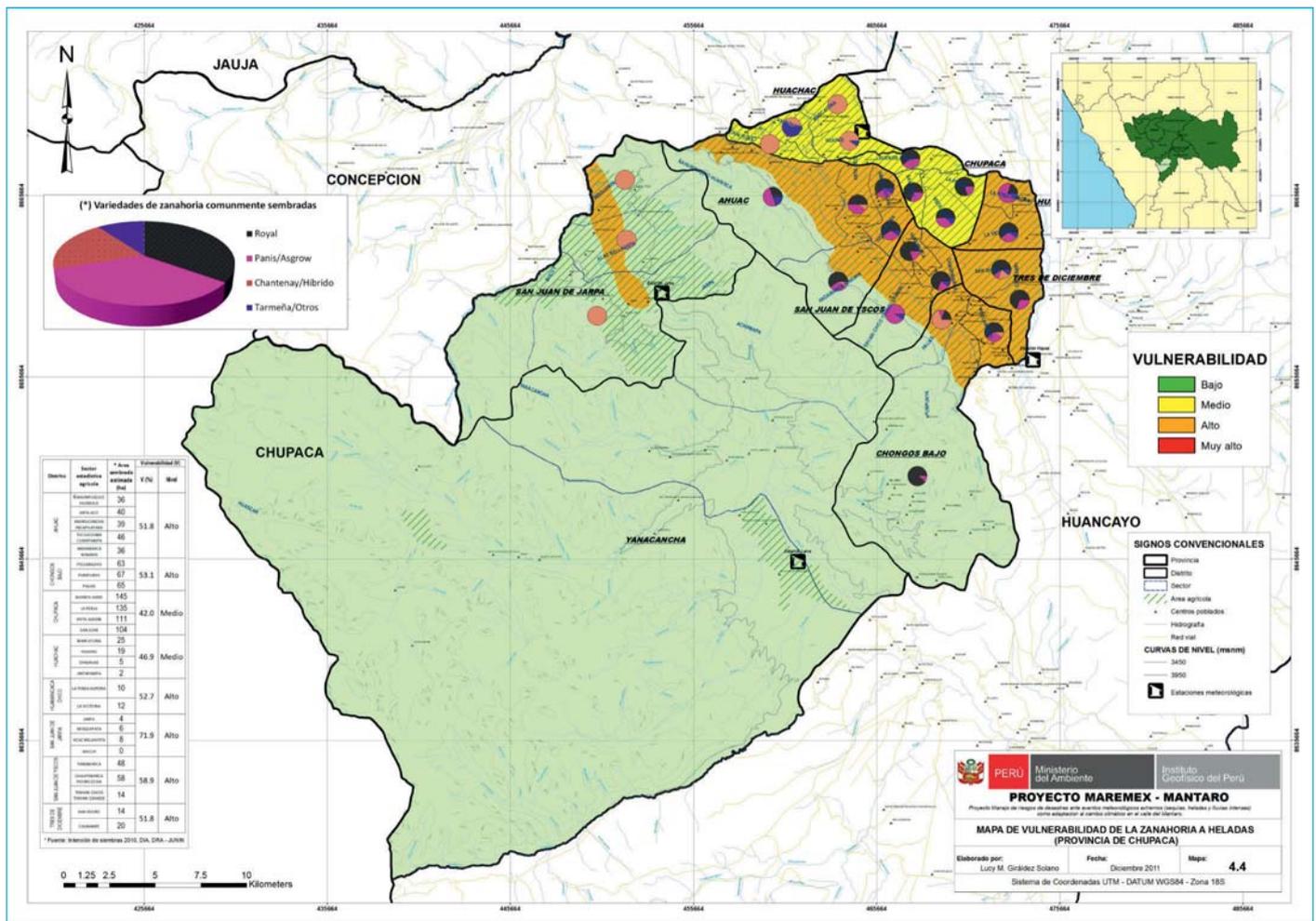
Resultados

Los resultados del porcentaje de vulnerabilidad de los cultivos por distritos en la provincia de Chupaca se muestran en la Tabla 4.10, los mismos que han sido plasmados en los mapas 4.2 (Vulnerabilidad del cultivo de papa ante heladas), 4.3 (Vulnerabilidad del cultivo de maíz ante heladas), y 4.4 (Vulnerabilidad del cultivo de zanahoria ante heladas).

Para todos los casos el color verde es nivel de vulnerabilidad bajo, amarillo indica nivel de vulnerabilidad medio, naranja nivel de vulnerabilidad alto, y rojo nivel de vulnerabilidad muy alto.

Distrito	Vulnerabilidad de los Cultivos								
	Papa			Maíz			Zanahoria		
	Pje.	%	Calificación	Pje.	%	Calificación	Pje.	%	Calificación
Ahuac	2.9	76.4	Muy alta	3.1	78.2	Muy alta	2.07	51.8	Alto
Tres de Diciembre	3.0	76.0	Muy alta	3.2	79.1	Muy alta	2.1	51.8	Alto
Chongos Bajo	3.1	76.9	Muy alta	3.1	78.2	Muy alta	2.1	53.1	Alto
Chupaca	2.4	63.5	Alta	2.7	68.6	Alto	1.7	42.0	Medio
Huachac	2.4	65.9	Alta	3.0	75.0	Alto	1.9	46.9	Medio
Huamancaca Chico	3.0	76.4	Muy alta	3.1	77.3	Muy alta	2.1	52.7	Alto
Jarpa	3.5	88.0	Muy alta				2.9	71.9	Alto
S. J. Iscos	3.2	79.8	Muy alta	3.4	84.1	Muy alta	2.4	58.9	Alto
Yanacancha	3.8	94.2	Muy alta						





Conclusiones

Para el caso del cultivo papa, todos los distritos analizados presentan vulnerabilidad alta a muy alta a las heladas, debido principalmente a factores como: etapa fenológica del cultivo (el efecto de daño producido por las heladas es mayor en la floración y tuberización, justamente durante la mayor ocurrencia de heladas), superficie expuesta del cultivo (entre diciembre y febrero, más del 75 % de la superficie sembrada aún permanece en el campo), nivel tecnológico de manejo agronómico (la mayor parte de los distritos presenta nivel tecnológico de medio a bajo), escaso porcentaje de superficie agrícola bajo riego, las zonas agroecológicas (los distritos que se ubican en zonas media a altas son más vulnerables a las heladas), nivel socioeconómico (la mayoría de los distritos son de nivel pobre y pobre extremo según cifras del INEI), etc.

En forma similar al caso de papa, el caso del cultivo de maíz también presenta vulnerabilidad muy alta y alta, con la diferencia que para el maíz los porcentajes de vulnerabilidad en los distritos son mayores, considerando que el factor de tolerancia del maíz es menor ante las temperaturas mínimas. A esto se suma que las variedades comúnmente sembradas esta zona: San Jerónimo y Blanco Urubamba, son muy susceptibles a las heladas. Mientras que para el cultivo de zanahoria, se presentan vulnerabilidades alta y media.

De manera general, se puede observar que la vulnerabilidad es mayor para el caso del cultivo del maíz, en comparación a los cultivos de papa y zanahoria. De ello, el cultivo de zanahoria es el menos vulnerable, debido a que las variedades utilizadas en la zona de estudio tienen cierto grado de tolerancia a las heladas.

Impactos de los veranillos en la agricultura del valle del Mantaro

Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte

Introducción

Los veranillos en el valle del Mantaro —a diferencia de otros eventos como heladas o inundaciones— siguen teniendo un riesgo menos visible, es difícil delimitar las pérdidas que causan, pero sin duda su impacto reside mayormente en la población rural, cuya principal actividad es la agricultura de subsistencia, que depende de las aguas de las lluvias y carecen de tecnologías que les ayuden a conservar agua para poder producir. En el departamento de Junín, entre el 70 y 75% de la agricultura se desarrolla bajo el sistema de secano, es decir, dependiente de las lluvias según el INEI (1994). En el valle, solo algunos productores medianos cuentan con riego por gravedad y la tecnología que utilizan es por inundación, siendo éste una opción suplementaria y poco eficiente, a diferencia de otras, que generalmente son caras y requieren mayores conocimientos.



Foto 4.23 Cultivo de papa en el valle con síntomas de marchitez foliar causado por veranillo, campaña agrícola 2007/08. Crédito L. Giráldez

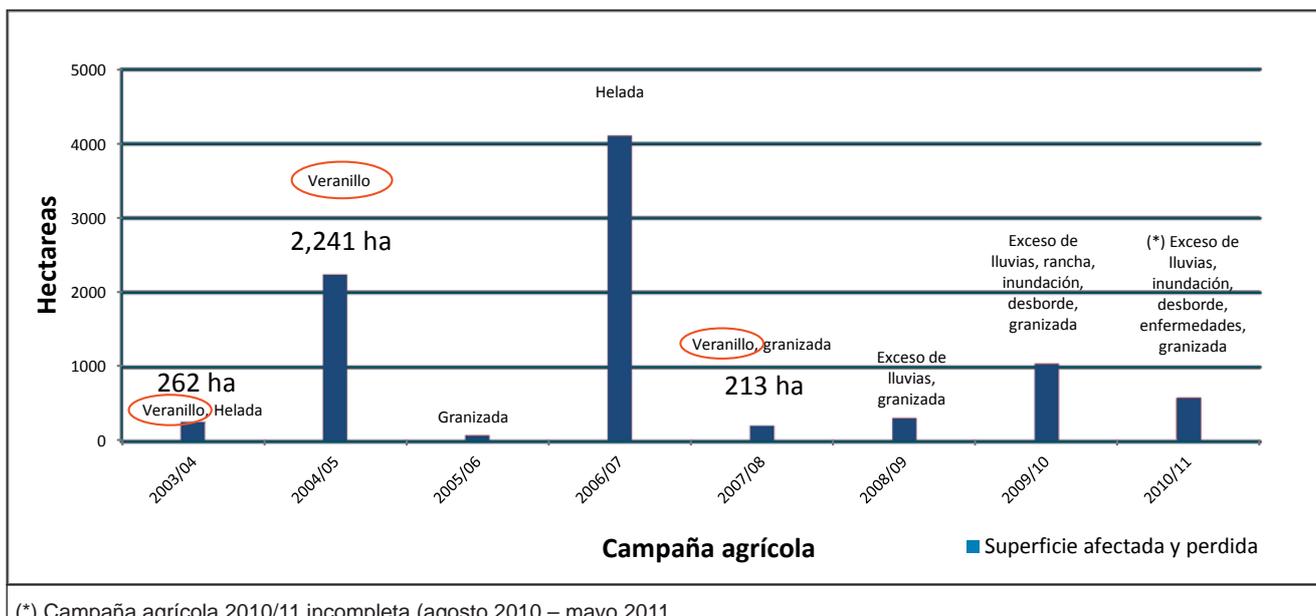
Si los veranillos se presentasen en los periodos más críticos para el desarrollo de los cultivos; es decir, en los que se requiere mayor cantidad de agua, habrá estancamiento en su crecimiento, marchitez del área foliar de los cultivos (Foto 4.23) y falta de fructificación o tuberización en el caso de papa, los cuales finalmente ocasionan disminución de los rendimientos y producción de los cultivos, y por ende dejan pérdidas económicas. El incremento de plagas, es un impacto directo de los veranillos, los cuales dañan a los cultivos, incrementan los costos de producción de los agricultores, debido a que requerirán algunos plaguicidas para combatirlas.

Campañas agrícolas afectadas por veranillos en el valle del Mantaro

Las campañas agrícolas donde se identificaron la presencia de veranillos fueron las campañas del 2003/04, 2004/05 y 2007/08 (Figura 4.9), en las dos últimas los veranillos afectaron las áreas de cultivos, pero no se registraron áreas perdidas a causa de este evento según el formato de evaluación de daños que realizan las agencias agrarias de Junín. Es difícil delimitar el daño causado solamente por este evento, ya que en estas campañas agrícolas también se presentaron heladas y granizadas y muchas veces los veranillos vienen acompañados de heladas.

Los veranillos muchas veces no producen muerte de los cultivos, pero si marchitez en alguna etapa vegetativa; lo cual, afecta el rendimiento final de los cultivos.

En el estudio realizado por Trivelli y Boucher (2005) sobre la “sequía” de la campaña agrícola 2003/04; se indica que el departamento de Junín fue el segundo con mayores pérdidas (3.627 hectáreas perdidas entre los meses de agosto y diciembre del 2003). Durante esta campaña, las precipitaciones en el departamento de Junín estuvieron por debajo de sus promedios normales, retrasando la instalación de cultivos, y poniendo en peligro la campaña de ese año, debido a que en enero del 2004 hubo un retiro de las precipitaciones sumamente peligroso para el período vegetativo de los cultivos instalados, además de este evento, se presentaron heladas, siendo éstas consecuencias de los veranillos.



(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).

Figura 4.9 Superficie agrícola afectada o perdida a causa de los eventos extremos en el valle del Mantaro (provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo, se destacan los veranillos).

Haciendo una comparación con otros eventos presentados en el valle, durante las últimas campañas agrícolas (2005/06 – 2010/11), el veranillo ocupa el cuarto lugar como causa de reducción de la productividad, afectando 7,8 toneladas de producción de los cultivos, causando en total 12.825,6 nuevos soles en pérdidas por este evento.

En comparación a campañas anteriores, en las últimas campañas agrícolas las siembras de papa se retrasaron hasta el mes de noviembre (cuando usualmente ocurrían en octubre). En el maíz, cuya campaña usualmente comienza en el mes de setiembre, se retrasó la siembra hasta el mes de diciembre (MINAG – Junín, 2004). El resultado fue una disminución de 30% en la producción total de papa, y una caída de rendimientos en el maíz producto de la reducción de su período vegetativo.

Durante las campañas agrícolas 1999/00 al 2010/11, en la provincia de Chupaca, las mayores áreas de cultivo están cubiertas por papa, cuya siembra se realiza mayormente en el mes de noviembre, como se puede ver en la Figura 4.10.

Distribución del impacto por provincia

Realizando un balance con la información de la OIA- Junín, se encontró que Huancayo fue la provincia más afectada por veranillos, estimándose las pérdidas en S/. 9.422,4, seguido por Chupaca con S/. 3.403,2 mientras que en la provincia de Concepción no se delimitaron las pérdidas causadas por este evento.

Los reportes indican, que el cultivo de maíz, haba y arveja fueron los más afectados por veranillos. No se registraron áreas perdidas, por lo que las pérdidas económicas estimadas se produjeron por la afectación de los cultivos. Desde el momento de la siembra hasta la madurez, el cultivo de maíz requiere de 500 a 800 mm de lluvias, dependiendo de la variedad. Cuando las condiciones de evaporación corresponden de 5 a 6 mm/día, el agotamiento del agua del suelo es hasta un 55% del agua disponible, el cual tiene un efecto sobre el rendimiento.

Durante el periodo de maduración puede llegarse a un agotamiento de hasta el 80% o más (Doorenbos y Kassam, 1979). Así, un veranillo ocasiona importantes efectos negativos en un cultivo dado, especialmente en las etapas fenológicas más críticas. La etapa más susceptible en un cultivo es la floración, pues puede ocurrir que los granos no llenen, perjudicando la producción.

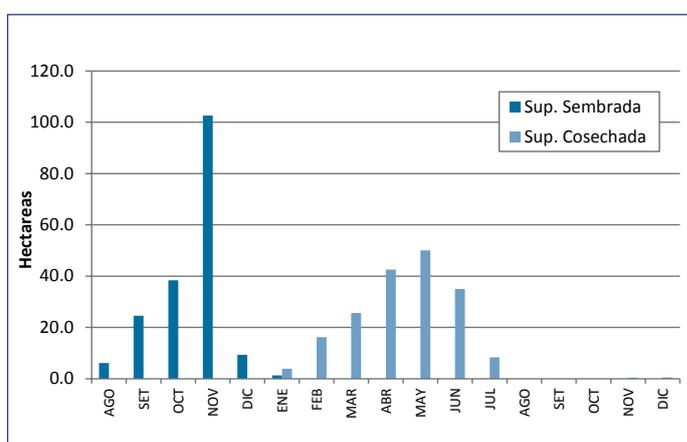
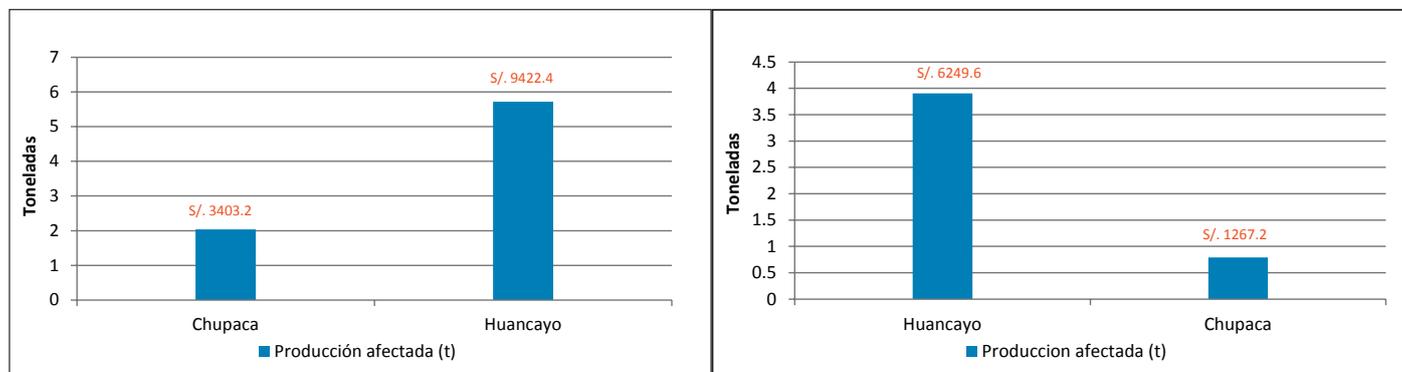


Figura 4.10 Superficie sembrada y cosechada de papa promedio para la provincia de Chupaca, durante las campañas agrícolas del 1999/00 – 2009/10. Fuente de datos: DRAJ, OIA.

El impacto por veranillos en el cultivo de papa en las campañas agrícolas de 2005/06 al 2010/11 no fue significativo para el valle, puesto que no se reportan superficies afectadas; sin embargo, el maíz es el cultivo más susceptible, de hecho sólo para la provincia de Huancayo se estimaron pérdidas de 6.249,6 soles y en Chupaca 1.267,2 por este evento. La papa es muy sensible a los cambios bruscos de humedad, y es afectada por el déficit o exceso de humedad del suelo, en ciertas etapas fenológicas. Este cultivo no tolera la sequía y no debe faltarle agua en el período que abarca desde la formación de los tubérculos hasta la floración, en caso contrario, el rendimiento será afectado. A su vez, ciertas variedades como la Canchán, Revolución y Única son también muy susceptibles a los veranillos.



(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).

Figura 4.11 Producción total afectada por los veranillos en las provincias de estudio en el valle del Mantaro (2005/06—2010/11). Fuente: DRAJ, OIA.

Figura 4.12 Producción de maíz afectada por los veranillos en las provincias de Huancayo y Chupaca (2005/06—2010/11). Fuente: DRAJ, OIA.

Estudio de caso: Vulnerabilidad agrícola a los veranillos en la provincia de Chupaca

Un veranillo intenso o una serie de ellos puede producir problemas económicos y sociales. La mayor severidad del fenómeno se puede observar cuando prácticamente toda la población depende directa o indirectamente de la agricultura (FAO, 2003). El análisis de la vulnerabilidad busca entender el contexto particular que define un grado de susceptibilidad al daño.

Las condiciones analizadas para este evento son las mismas que para el análisis realizado sobre vulnerabilidades a lluvias intensas, descrito en el capítulo anterior, los meses de estudio fueron diciembre, enero, febrero y marzo, los más críticos de la campaña agrícola ante la presencia de veranillos. Se han considerado 17 tipos de vulnerabilidades, que abarca Vulnerabilidad física, tecnológica, social, socioeconómica, educativa y cultural (Tabla 4.11).

Tabla 4.11 Factores de vulnerabilidad de los cultivos a los veranillos

Tipo de Vulnerabilidad	N°	Factor es de vulnerabilidad
Vulnerabilidad física	1	Etapas fenológicas en que se encuentra el cultivo
	2	Superficie verde expuesta del cultivo en la zona (distrito)
	3	Porcentaje de superficie sembrada con el cultivo
	4	Susceptibilidad de los cultivos a los veranillos
	5	Susceptibilidad entre cultivo al impacto de las lluvias intensas
	6	Zonas agroecológicas (altitud)
	7	Pendiente (Porcentaje de superficie agrícola en laderas)
	8	Tipo de suelo (por textura y contenido de Materia orgánica)
Vulnerabilidad tecnológica	9	Porcentaje de superficie con riego en la zona
	10	Nivel tecnológico de manejo agronómico de la zona (distrito)
Vulnerabilidad social	11	Dependencia de la población por la agricultura
	12	Nivel de organización de agricultores (según comités de regantes)
	13	Población rural
Vulnerabilidad económica	14	Nivel socioeconómico
	15	Acceso al crédito agrícola
Vulnerabilidad educativa	16	Nivel educativo (superior)
Vulnerabilidad cultural	17	Conocimiento local (según la dinámica de producción de la zona)

Los resultados del análisis de vulnerabilidad a los veranillos de los cultivos se muestran en la Tabla 4.12; donde se observa que los cultivos estudiados en la provincia de Chupaca, en todos los distritos, presentan vulnerabilidad alta o muy alta. Los valores de vulnerabilidad (porcentajes) más altos son para el cultivo de zanahoria; debido a la mayor susceptibilidad de este cultivo y de sus variedades a los veranillos; es decir, por tener mayor requerimiento hídrico en comparación a otros cultivos estudiados.

Tabla 4.12 Puntaje, porcentaje y calificación de vulnerabilidad estimados ante veranillos en Chupaca.

Distrito	Vulnerabilidad de los Cultivos								
	Papa			Maíz			Zanahoria		
	Pje.	%	Calificación	Pje.	%	Calificación	Pje.	%	Calificación
Ahuac	2,5	61,3	Alta	2,6	65,9	Alta	2,8	71,0	Alta
Tres de Diciembre	2,4	60,1	Alta	2,9	71,3	Alta	2,8	69,9	Alta
Chongos Bajo	2,5	61,9	Alta	2,7	67,7	Alta	3,0	75,6	Muy alta
Chupaca	2,0	50,3	Alta	2,1	53,7	Alta	2,3	58,0	Alta
Huachac	2,3	56,4	Alta	2,5	61,6	Alta	2,6	64,8	Alta
Huamancaca Chico	2,4	59,5	Alta	2,7	67,7	Alta	2,7	68,2	Alta
Jarpa	3,2	79,0	Muy alta				3,6	89,8	Muy alta
S. J. Iscos	2,7	67,4	Alta	2,9	72,6	Alta	3,0	76,1	Muy alta
Yanacancha	3,2	80,8	Muy alta						

El nivel de vulnerabilidades (alta y muy alta) que se presentan para los cultivos de papa, maíz y zanahoria, se debe principalmente a la fenología del cultivo. Durante ciertas etapas fenológicas de los cultivos, se presentan períodos críticos, que son intervalos breves durante el cual la planta presenta la máxima sensibilidad ante un evento meteorológico extremo como es el veranillo.

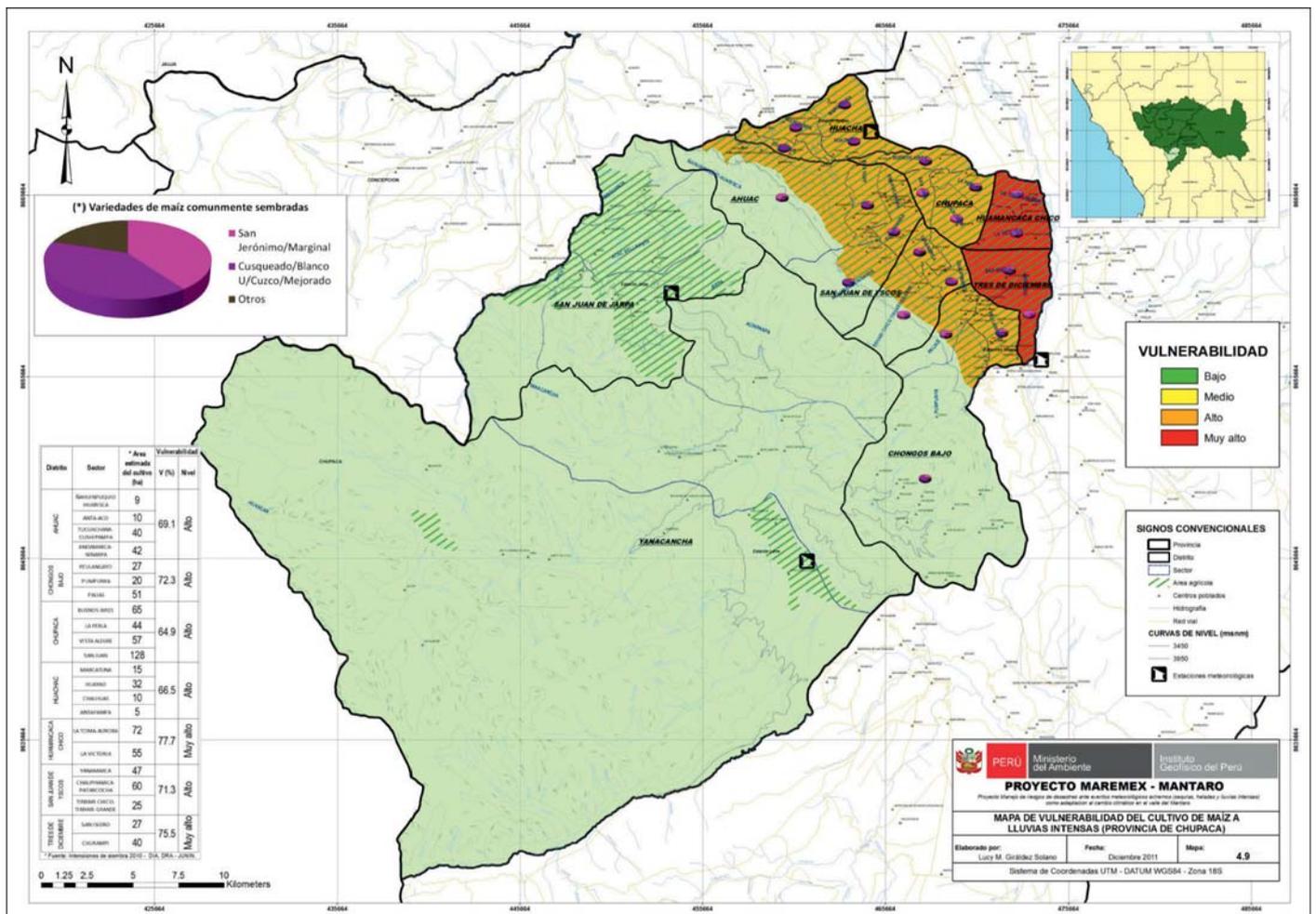
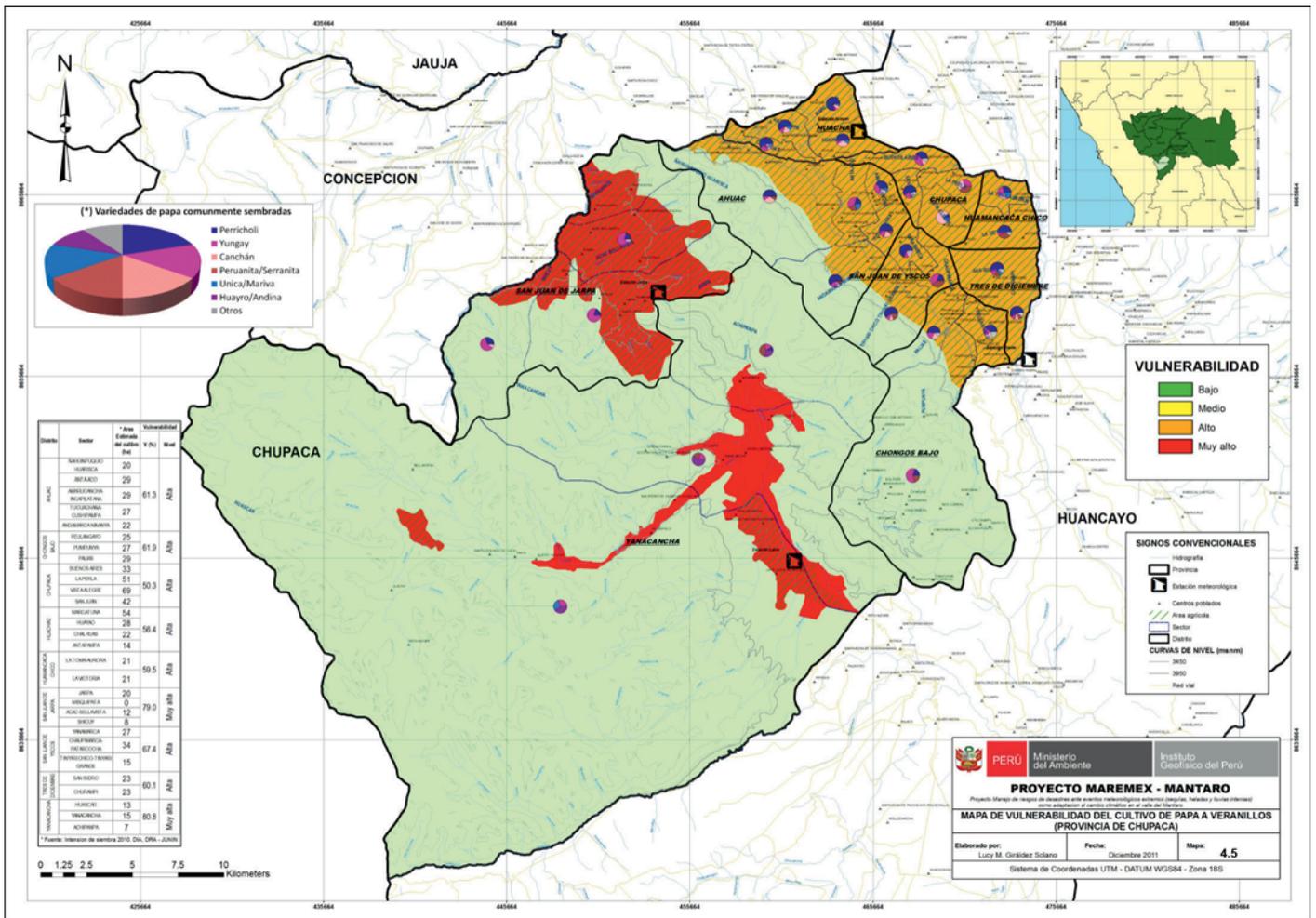
Estos periodo críticos, son por ejemplo la floración – tuberización en papa, floración y fecundación en maíz y en el caso de la zanahoria para la etapa de engrosamiento de la raíz. Otros factores importantes aparte de la etapa fenológica del cultivo son: la superficie verde expuesta del cultivo (en la mayoría de los distritos, los cultivos se encuentran más del 75 % aún en el campo expuestas al aire libre, donde pueden ser impactados por algún evento meteorológico adverso). El porcentaje de superficie agrícola bajo riego, en el distrito de Jarpa es de solo de 5,3 %, en Yanacancha el 16,1 %, en San Juan de Iscos menos del 35,5 % y en Ahuac el 38,8 %.

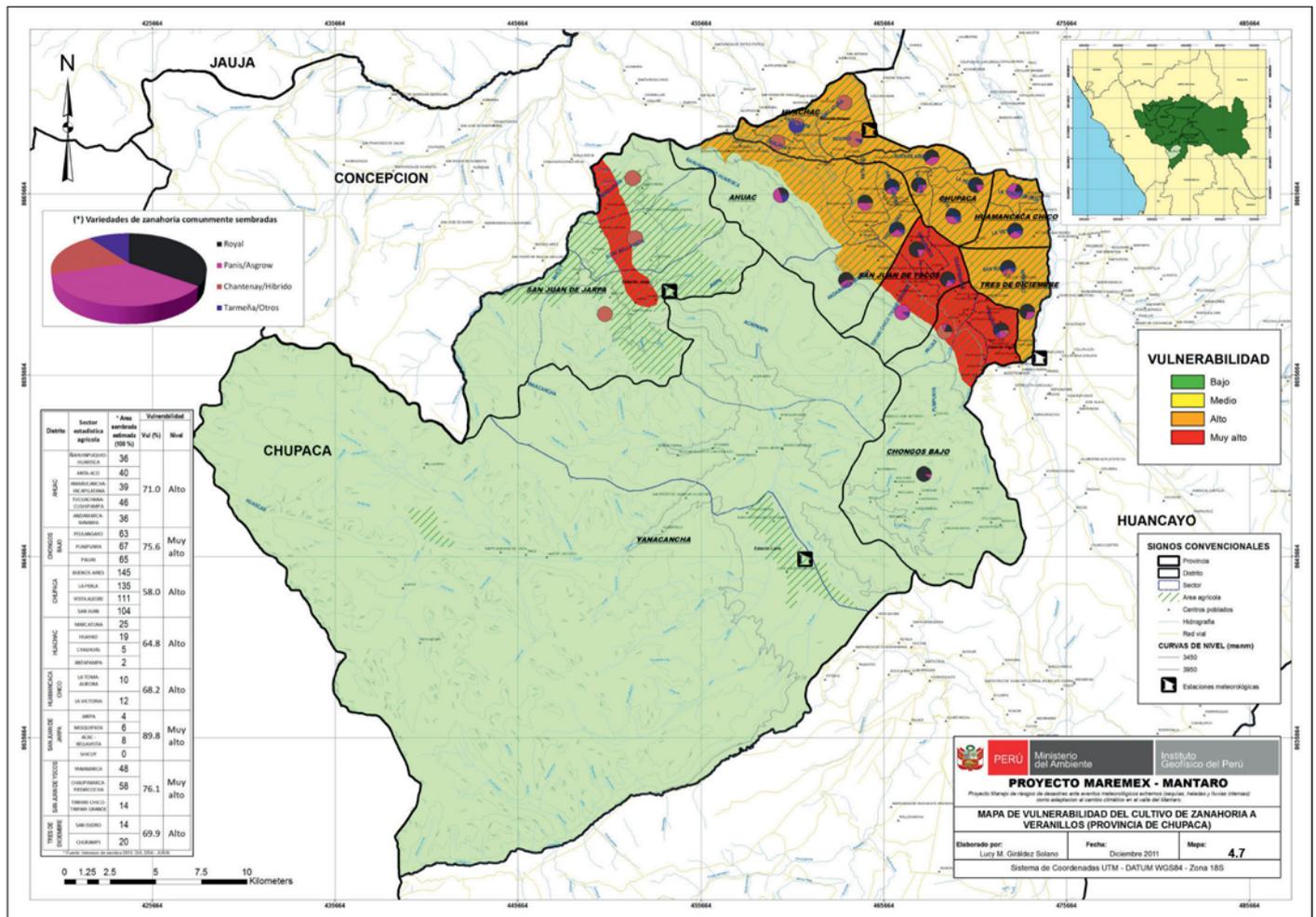
Resultados

El cultivo de papa presenta vulnerabilidad alta en los distritos de Ahuac, 3 de Diciembre, Chongos Bajo, Chupaca, Huachac, Huamancaca Chico y San Juan de Iscos, y vulnerabilidad muy alta en los distritos de San Juan de Jarpa y Yanacancha, como se muestra en el Mapa 4.5, esto debido a que en el periodo de estudio (marzo—diciembre), donde la mayor cantidad de áreas agrícolas de este cultivo se encuentran en etapas fenológicas críticas a la falta de agua, lo que se agrava aún mas porque en este periodo el mayor porcentaje de superficie verde permanece en campo expuesta al daño por los efectos de los veranillos (más del 75 % del área sembrada de papa aún se encuentran en el campo).

La superficie agrícola bajo riego en varios de estos distritos es muy poca, como en el distrito de Jarpa que solo el 5,3 % de áreas agrícolas está bajo riego, en Yanacancha solo el 16,1 %, en San Juan de Iscos hay menos del 35,5 % y en Ahuac hay en promedio de 38,8 % superficie agrícola bajo riego. El nivel tecnológico es bajo en los distritos de Ahuac, Chongos Bajo, San Juan de Jarpa y Yanacancha; así como también el factor social de los distritos influye en el nivel de vulnerabilidad presentado, varios distritos dependen entre el 25 al 75 % de la agricultura, la mayoría de los distritos tienen altos porcentajes de la población en zonas rurales. A esto se suma el factor socioeconómico de los distritos, cinco de estos son considerados pobres (3 de Diciembre, Chongos bajo, Huamancaca Chico, San Juan de Jarpa y San Juan de Iscos) y uno es de condición de pobre extremo (Yanacancha). El acceso al nivel educativo es también un factor importante, menos del 5 % de la población de los distritos de San Juan de Jarpa y Yanacancha acceden a la educación superior.

Para el caso del cultivo de maíz (Mapa 4.6), en todos los distritos de la provincia de Chupaca, donde se siembra este cultivo (Ahuac, Huachac, Chupaca, Huamancaca Chico, 3 de Diciembre, San Juan de Iscos y Chongos bajo), la vulnerabilidad a los veranillos es alta, debido en su mayoría a las mismas razones expuestas para el cultivo de papa, como la etapa fenológica en la que se encuentran, la necesidad de agua en este periodo (diciembre a marzo) es máxima, los porcentajes de vulnerabilidad del maíz son mayores que al de papa, debido principalmente a la fisiología de cada cultivo y dependiendo de las variedades que se siembran esta zona (San Jerónimo y Blanco Urubamba).





Se presenta vulnerabilidad alta en los distritos de Chupaca, Huachac, Ahuac, 3 de Diciembre y Huamancaca Chico; mientras que, en los distritos de San Juan de Iscos, Chongos Bajo y San Juan de Jarpa la vulnerabilidad es muy alta debido a la disponibilidad de riego, a los distritos de San Juan de Iscos tiene solo 35,1% y Chongos bajo aunque tiene canales de riego que abarcan alrededor del 66,8%, los agricultores afirmaron que el agua para el riego no abastece; mientras que en San Juan de Jarpa cuenta con tan solo el 5,3 % de áreas agrícolas bajo riego.

Conclusiones

Los niveles de vulnerabilidad de los cultivos a los veranillos en Chupaca son de alta a muy alta. Para el cultivo de papa, los distritos de mayor vulnerabilidad (muy alta) son San Juan de Jarpa y Yanacancha; mientras que para el cultivo de zanahoria, los distritos de mayor vulnerabilidad (muy alta) son Chongos Bajo, San Juan de Iscos y San Juan de Jarpa. En los demás distritos de Chupaca, la vulnerabilidad es de nivel alto para cualquiera de los tres cultivos analizado (papa, maíz y zanahoria). Estos porcentajes altos de vulnerabilidad de los cultivos en los distritos estudiados se deben a la susceptibilidad de la etapa fenológica en que se encuentran los cultivos en el periodo estudiado (diciembre—marzo), meses en los cuales estos cultivos son muy susceptibles a la falta de agua; además de ello, se suman otros factores como altos porcentajes de superficie verde en campo expuesta al daño por los efectos de los veranillos, bajos porcentajes de superficie agrícola con riego en varios de estos distritos, nivel tecnológico bajo en varios de los distritos en estudio, dependencia de la población (entre el 25 al 75 %) de la agricultura, nivel socioeconómicos pobre y pobre extremo, población con porcentajes bajos de nivel educativos en algunos distritos.

Entre cultivos hay una ligera diferencia entre los porcentajes de vulnerabilidad presentados, el cultivo de zanahoria es el más vulnerable a los veranillos, seguido por el cultivo de maíz; esto debido, principalmente a la fisiología de cada cultivo, el cultivo más demandante de agua y a la vez más susceptible a los veranillos es la zanahoria.

Este artículo puede ser citado como: Giráldez, L.; Silva. Y. y G. Trasmonte (2012): "Impacto de los veranillos en la agricultura del valle del Mantaro" en Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro, Instituto Geofísico del Perú.

Impactos de las lluvias intensas en la agricultura del valle del Mantaro

Lucy Giráldez, Yamina Silva y Grace Trasmonte

Introducción

La lluvia en el valle del río Mantaro, es una de las variables meteorológicas con mayor importancia para los pobladores, por la dependencia directa de sus actividades productivas. Si las lluvias se presentan en forma irregular, ya sea muy escasa o muy intensa, pueden causar grandes pérdidas. En el caso de las lluvias intensas, éstas han ocasionado pérdidas ya sea por enfermedades (debido a las inundaciones de los campos, Foto 4.24), desborde de ríos y arrasamiento de los campos de cultivos, deslizamientos de tierra, entre otros.

Según la percepción de los agricultores, en las entrevistas que se les realizó, afirman que la intensidad de las lluvias ha cambiado. Ellos manifiestan que anteriormente las lluvias no causaban daños, eran recurrentes y de baja intensidad, salvo en casos excepcionales, y que actualmente su intensidad se ha incrementado, pasando a ser eventos destructivos que originan deslizamientos, derrumbes, huaycos e inundaciones. Según la información de OIA, DRA – Junín, de los formatos F5 (formato en la las agencias agrarias levantan información sobre los daños ocurridos debido a eventos climáticos), en las tres últimas campañas se han visto impactos en los cultivos.



Foto 4.24 Cosecha de zanahoria en un campo inundado, campaña agrícola 2010/11. Crédito L. Giráldez.

Lluvias intensas en el valle del Mantaro

Los meses de máximas lluvias en el valle del Mantaro se dan entre diciembre y marzo (Silva y Trasmonte, 2012), es en esta época donde se desarrollan muchos cultivos importantes en el valle, como la papa y el maíz. En esta temporada las precipitaciones están bien establecidas; sin embargo, su variabilidad temporal es impredecible, pudiendo presentarse algunas días con nula, escasa o alta lluvia que superan sus valores más extremos. Por otro lado, las lluvias pueden durar cinco minutos o prolongarse por horas o días, la cual resulta preocupante para el agricultor del valle, ya que podrían aumentar sus costos de producción y en el peor de los casos, perder gran parte de su cosecha. En cuanto al acumulado mensual, también se encuentra gran variabilidad, principalmente en los meses mencionados.

El comportamiento de la precipitación mensual en el valle del Mantaro, es bastante similar al comportamiento en la cuenca. Tal como se describe en IGP (2005), las precipitaciones tienen gran variabilidad estacional, estando marcado por una estación seca entre mayo y agosto, y una estación lluviosa entre setiembre y abril (Silva Y., et al. 2010).

Los cultivos en el valle del Mantaro, en general se establecen desde el mes de setiembre, en su mayoría son cultivos anuales en secano que culminan —en promedio a nivel del valle— en abril, por tanto necesitan del agua de lluvia para completar su desarrollo; sin embargo, el exceso de lluvias puede causar daños devastadores.

Durante las últimas campañas agrícolas (2005/06 al 2010/11), según datos de la DIA, DRA – Junín, se observa que la segunda causa de pérdidas en producción de los cultivos que se registró en esta zona fueron debido a las lluvias intensas, perdiéndose aproximadamente 5.081 toneladas, afectando un total de 1.025,5 hectáreas aproximadamente.

Durante los años 2005 al 2010, se han presentado en promedio 11 eventos de lluvias intensas (es decir con valores superiores al percentil 95) por año, siendo el año 2006 donde se presentaron la mayor cantidad de eventos (15) y el 2008 solo siete eventos (Silva, 2011). Para el caso del valle del Mantaro, el exceso de lluvias ocasionaron inundaciones, desbordes de ríos y lagunas, deslizamiento de tierras y enfermedades en los cultivos, siendo esta última, el mayor efecto, durante las últimas campañas agrícolas, afectando 580 hectáreas aproximadamente (Figura 4.13).

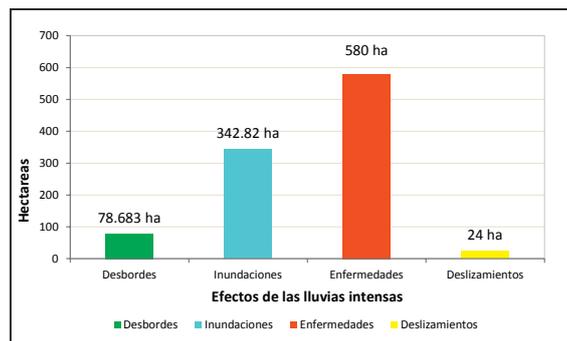
Impacto de las Lluvias Intensas en la agricultura

En el valle del Mantaro (considerando solo las provincias de Concepción, Chupaca y Huancayo), en las últimas 3 campañas agrícolas, se han presentado exceso de lluvias sobre todo en las campañas 2009/10 y 2010/11), afectando 1.041 y 682 hectáreas respectivamente (Figura 4.14). Las superficies agrícolas afectadas y perdidas de estas dos últimas campañas representan un 18 y 19% de las pérdidas totales de superficie agrícola departamental por campaña respectivamente.

Los principales daños que las lluvias intensas dejan en los cultivos son:

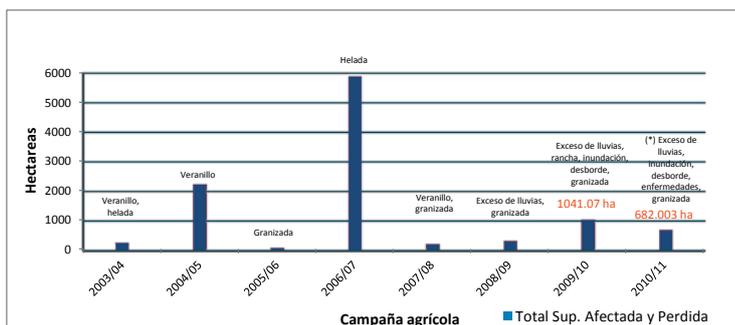
Disminución de áreas sembradas. Muchas veces las lluvias intensas, perjudican las actividades de siembras programadas, no se puede sembrar en plena lluvia debido a que las parcelas están inundadas y enlodadas.

Pérdida de las superficies agrícolas instaladas. Durante las últimas campañas agrícolas, en el valle del Mantaro, las lluvias intensas afectaron las superficies agrícolas sembradas con diversos cultivos; de los cuales, se afectaron y perdieron en total 491,91 hectáreas de papa, 208.133 hectáreas de maíz y 18 hectáreas de zanahoria (Figura 4.15).

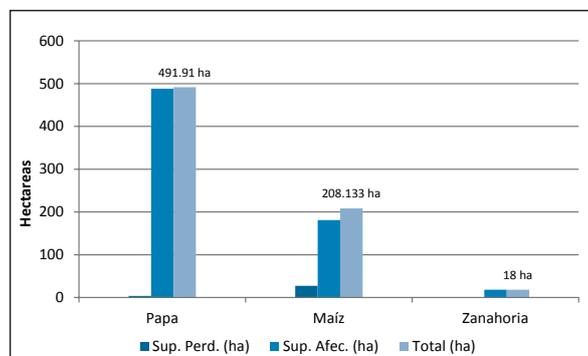


(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).

Figura 4.13 Efectos de las lluvias intensas en el valle del Mantaro. Fuente de datos: OIA - DRAJ.



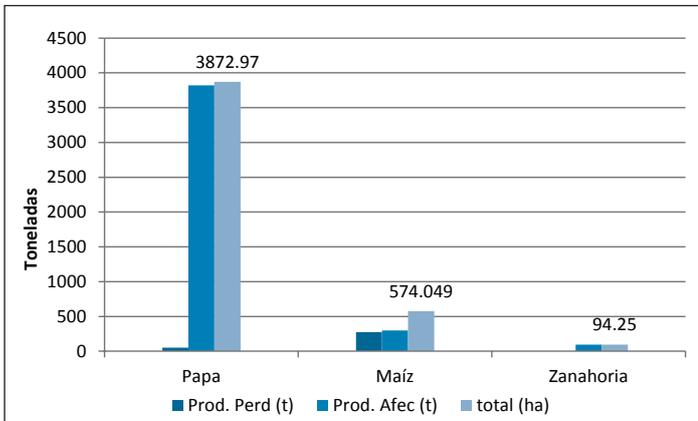
(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).
Figura 4.14 Campañas agrícolas afectadas por diversos eventos meteorológicos en el valle. Fuente de datos: OIA, DRA - Junín.



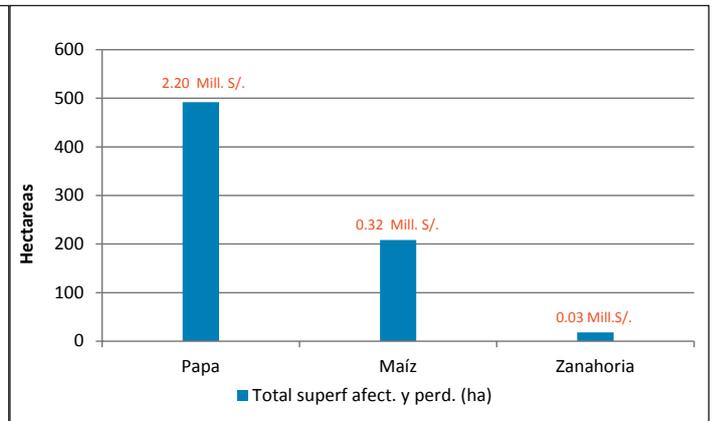
(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).

Figura 4.15 Superficie perdida y afectada por lluvias intensas, por tipo de cultivo. Fuente: OIA, DRA - Junín.

Pérdida de producción de los cultivos. Las inundaciones, enfermedades, desbordes de ríos y lagunas y deslizamientos de tierras son efectos de las lluvias intensas; los cuales traen como consecuencia la pérdida de las cosechas de cultivos que ya estaban instalados. Entre los cultivos más representativos de esta zona (papa y maíz), el cultivo de papa tuvo más pérdidas y afectación durante las últimas campañas agrícolas, sumando en total 3.872,97 toneladas perdidas a causa de este evento (Figura 4.16).



(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).
Figura 4.16 Producción perdida y afectada por lluvias intensas, por tipo de cultivo. Fuente: OIA - DRAJ.



(*) Campaña agrícola 2010/11 incompleta (agosto 2010 – mayo 2011).
Figura 4.17 Total de superficie afectada por las lluvias intensas en los principales cultivos del valle. Fuente: OIA – DRAJ.

Pérdidas económicas. Las pérdidas económicas en el cultivo de papa por lluvias extremas en las últimas campañas agrícolas (2005/06 – 2010/11) ascendieron a 2,20 millones de soles, siendo la papa el cultivo con mayor superficie afectada por este evento, seguido por el maíz con 0,32 millones de soles y la zanahoria con 0,03 millones de soles de pérdidas (Figura 4.17).

Aparición de enfermedades. Muchas veces, las enfermedades son una consecuencia directa de algunos factores ambientales como las lluvias intensas; porque encuentran condiciones óptimas para su desarrollo y se propagan e inciden en la cosecha inmediata y futura, incrementando las pérdidas en la producción.

En el valle las pérdidas de producción registradas por lluvias intensas se deben casi en su totalidad al tizón tardío (**Phytophthora infestans**), conocido como la rancha, que es una enfermedad fungosa, el cual se propaga fácilmente en condiciones de altas precipitaciones y en horas del día (Foto 4.25), hay otras enfermedades fungosas (**Rhizoctonia sp**, **Phytium sp**, **Erwinia carotovora**) que ocasionan pudrición del tubérculo (Foto 4.26) y pudrición de los tallos del cultivo (Foto 4.27), entre otros síntomas, afectando su rendimiento.



De izquierda a derecha: Síntomas de enfermedades fungosas en el cultivo de papa. Foto 4.25 Síntomas de rancha en el follaje de papa. Foto 4.26 Pudrición de tubérculos de papa. Foto 4.27 Síntomas de pudrición en tallos de papa. Créditos L. Giráldez.

Deterioro en calidad del producto cosechado. Otro impacto puede ser que el producto cosechado baja en calidad (Foto 4.28), originado tanto por las dificultades para cosechar los productos como por las enfermedades presentadas en los cultivos durante su permanencia en el campo y post cosecha. La papa por ejemplo presenta manchas ocasionado por el hongo **Rhizoctonia solani**, que es una enfermedad producida por el exceso de humedad en el suelo (Agrios, 1995).



Foto 4.28. Tubérculos de papa de mala calidad, con manchas ocasionado por *Rhizoctonia solani*. Crédito L. Giráldez.

Pérdidas en productos post cosecha. Ocurre por el almacenamiento de productos en precarias condiciones por no contar con infraestructura de almacenamiento adecuado para hacer frente a los fenómenos climáticos.

Arrasamiento de áreas agrícolas y disminución de áreas cultivables por erosión de cauces de ríos. Las lluvias ocasionan erosión en los terrenos de cultivos, las inundaciones y desbordes, que ocasionan la desnivelación de los mismos, otros terrenos prácticamente se han perdido debido a la acción de estos fenómenos.

Estudio de caso: Vulnerabilidad agrícola a lluvias intensas en la provincia de Chupaca

Se estimó el nivel de vulnerabilidad de los cultivos para los 9 distritos de la provincia de Chupaca, en base a información estadística agraria de cada uno de los distritos, información estadística socioeconómica, encuestas, entrevistas a especialistas y finalmente se realizó una validación de los mapas que resultaron del proceso. El taller de validación se realizó en la Agencia Agraria de Chupaca, con participación de los informantes calificados de cada distrito (designados con este nombre por el Ministerio de Agricultura, y que corresponden a agricultores que conocen muy bien su zona, poseen algún grado de instrucción y generalmente son autoridades en sus zonas).

Para determinar el nivel de vulnerabilidad, todos los análisis se realizaron para un escenario crítico para los cultivos; es decir, para los meses de diciembre, enero, febrero y marzo, donde los cultivos se encuentran aún en los terrenos, expuestos a la ocurrencia de este evento, dichos meses coinciden con la época de mayor intensidad de precipitación en la zona. De igual manera, se analizó la vulnerabilidad para los tres cultivos representativos de la zona (papa, maíz y zanahoria).

Un total de 18 factores de vulnerabilidad ante lluvias intensas (Tabla 4.13) fueron analizados, algunos factores son distintos a los analizados para los otros eventos (heladas y veranillos); como por ejemplo, calidad de semilla usada, susceptibilidad entre cultivos al impacto de las lluvias intensas, susceptibilidad de las variedades de los cultivos a enfermedades (rancho, rhizoctonia, fusarium entre otros) y zonas críticas a inundaciones, hubo otros factores que se obviaron debido a que no son importantes para la evaluación de la vulnerabilidad de este evento; como el caso, del porcentaje de superficie agrícola bajo riego.

Tabla 4.13 Factores de vulnerabilidad de los cultivos a las lluvias intensas.

Tipo de vulnerabilidad	N°	Factores de vulnerabilidad ante heladas
Vulnerabilidad física.	1	Etapa fenológica en que se encuentra el cultivo
	2	Superficie verde expuesta del cultivo en la zona (distrito)
	3	Porcentaje de superficie sembrada
	4	Calidad de semilla usada
	5	Susceptibilidad entre cultivos al impacto de las lluvias intensas
	6	Susceptibilidad de las variedades a enfermedades (Rancho)
	7	Zonas agroecológicas (altitud)
	8	Pendiente (Porcentaje de superficie agrícola en laderas)
	9	Tipo de suelo (por textura y contenido de Materia orgánica)
	10	Zonas críticas a inundaciones
Vulnerabilidad tecnológica	11	Nivel de tecnología de manejo agronómico en la zona (distrito)
Vulnerabilidad social	12	Dependencia de la población por la agricultura
	13	Nivel de organización de agricultores (Según comites de regantes)
	14	Población rural
Vulnerabilidad socioeconómica	15	Nivel Socioeconómico
	16	Acceso al crédito agrícola (Gestionó y Obtuvo)
Vulnerabilidad educativa	17	Nivel educativo (Superior)
Vulnerabilidad cultural	18	Conocimiento local (según la dinámica comercial de la zona)

Resultados

Los resultados de los análisis se plasmaron en los mapas elaborados por cada cultivo. En el caso del cultivo de papa (Mapa 4.8) los niveles de vulnerabilidad que se presentan en los distritos son críticos, se muestran vulnerabilidad alta para los distritos de Ahuac (71,8 %), Chongos Bajo (75%), Chupaca (68,6%), Huachac (68,1%) y San Juan de Iscos (73,9%) y se muestra vulnerabilidad muy alta en los distritos de 3 de diciembre (79,3%), Huamancaca Chico (80,3%), San Juan de Yanacancha (85,6%) y San Juan Jarpa (80,9%), donde en el taller de validación se identificó a la zona baja de muy alta vulnerabilidad, y el resto del distrito de vulnerabilidad alta.

Los valores altos encontrados se deben principalmente a los siguientes factores: etapa fenológica del cultivo, donde en general el cultivo se encuentra en la etapa más crítica (floración y maduración) para ser afectados por las lluvias intensas, superficie expuesta del cultivo (en todos los distritos más del 75 % del cultivo aún permanecen en campo, expuestos a inundaciones, etc.), calidad de las semillas usadas (generalmente se siembran con semillas de baja calidad, solo los agricultores grandes tienen acceso a semillas de regular calidad), susceptibilidad del cultivo en comparación a otras (la papa es el cultivo más susceptible a las inundaciones en comparación a la zanahoria y al maíz), susceptibilidad de las variedades a enfermedades (en estos distritos, se utilizan variedades muy susceptibles como la Canchán y la Tomasa y variedades susceptibles a las lluvias intensas como son la Yungay y Perricholi). En los distritos 3 de Diciembre y Huamancaca Chico, se agrava aún más la vulnerabilidad por ser zonas inundables y cercanas al río Mantaro.

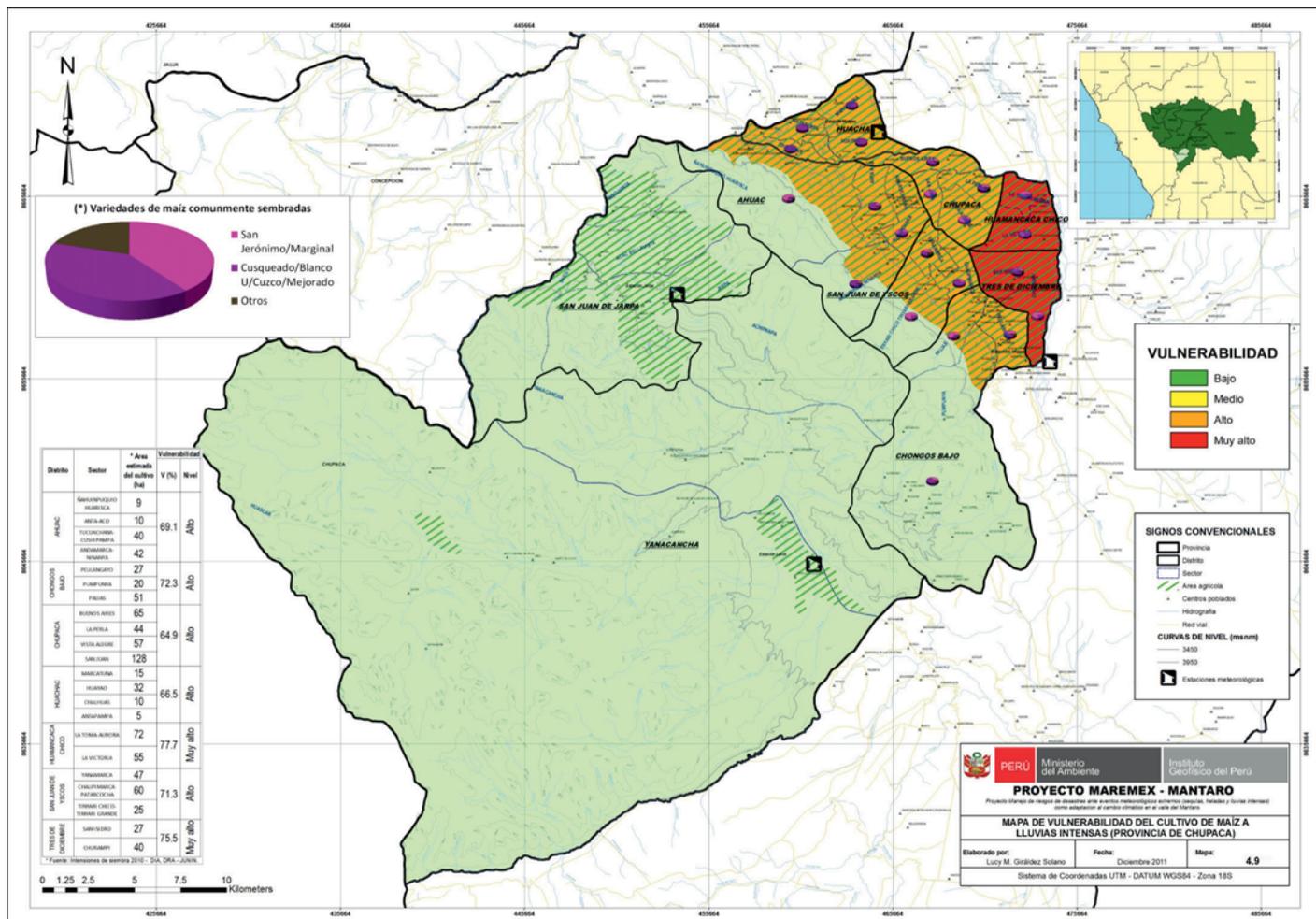
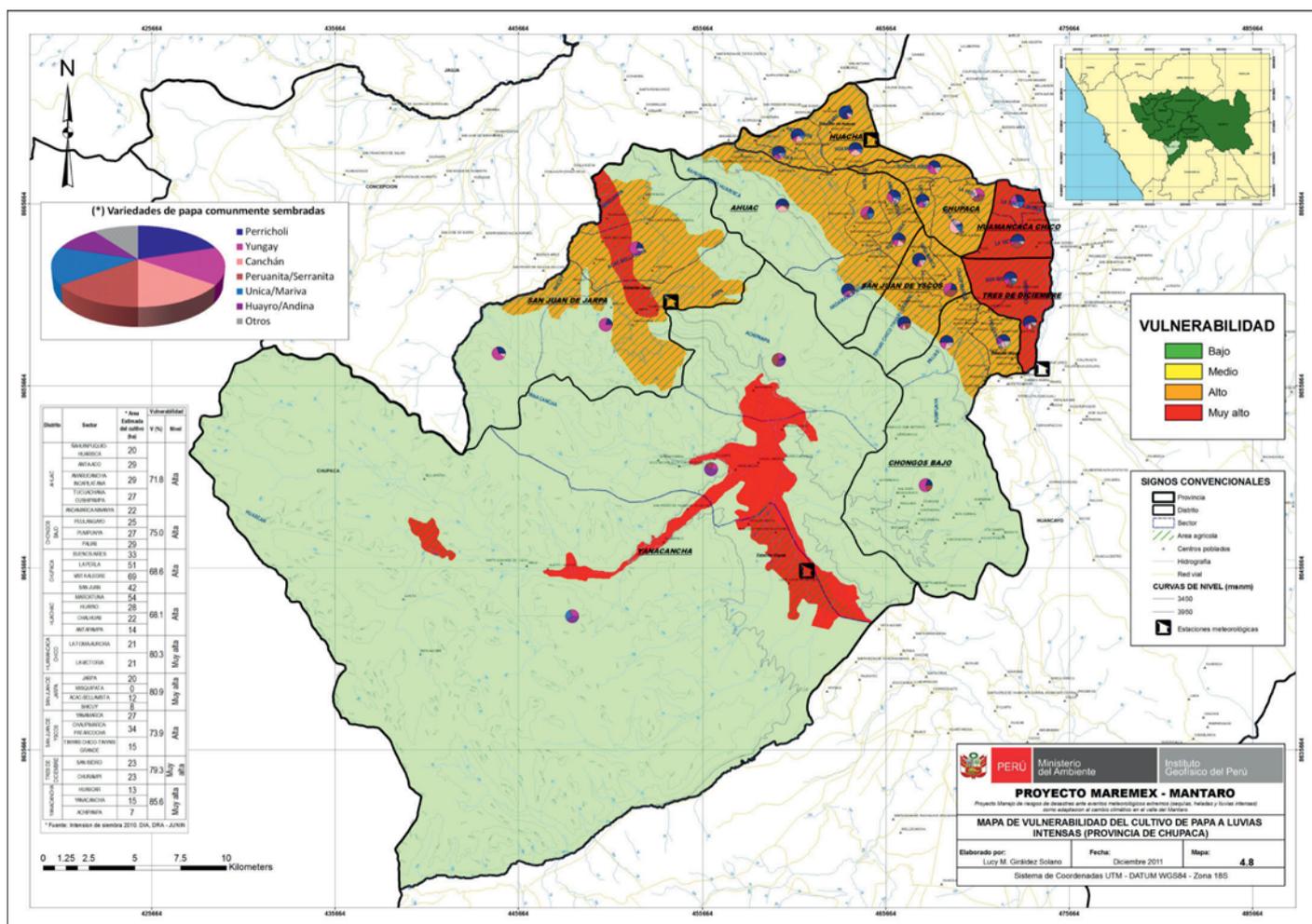
Para el cultivo de maíz (Mapa 4.9), al igual que en el cultivo de papa, la mayoría de los distritos presenta vulnerabilidad alta, Ahuac (69,1%), Chongos Bajo (72,2%), Chupaca (64,9%), Huachac (66,5%) y San Juan de Iscos (71,3%); mientras que, la vulnerabilidad es muy alta para los distritos de 3 de Diciembre (75,5%) y Huamancaca Chico (77,7%); comparativamente el porcentaje de vulnerabilidad de los distritos para este cultivo son menores al del cultivo de papa, esto debido principalmente a la menor susceptibilidad de este cultivo a las lluvias intensas; sin embargo, los niveles de vulnerabilidad presentados son igual de críticos (alto y muy alto).

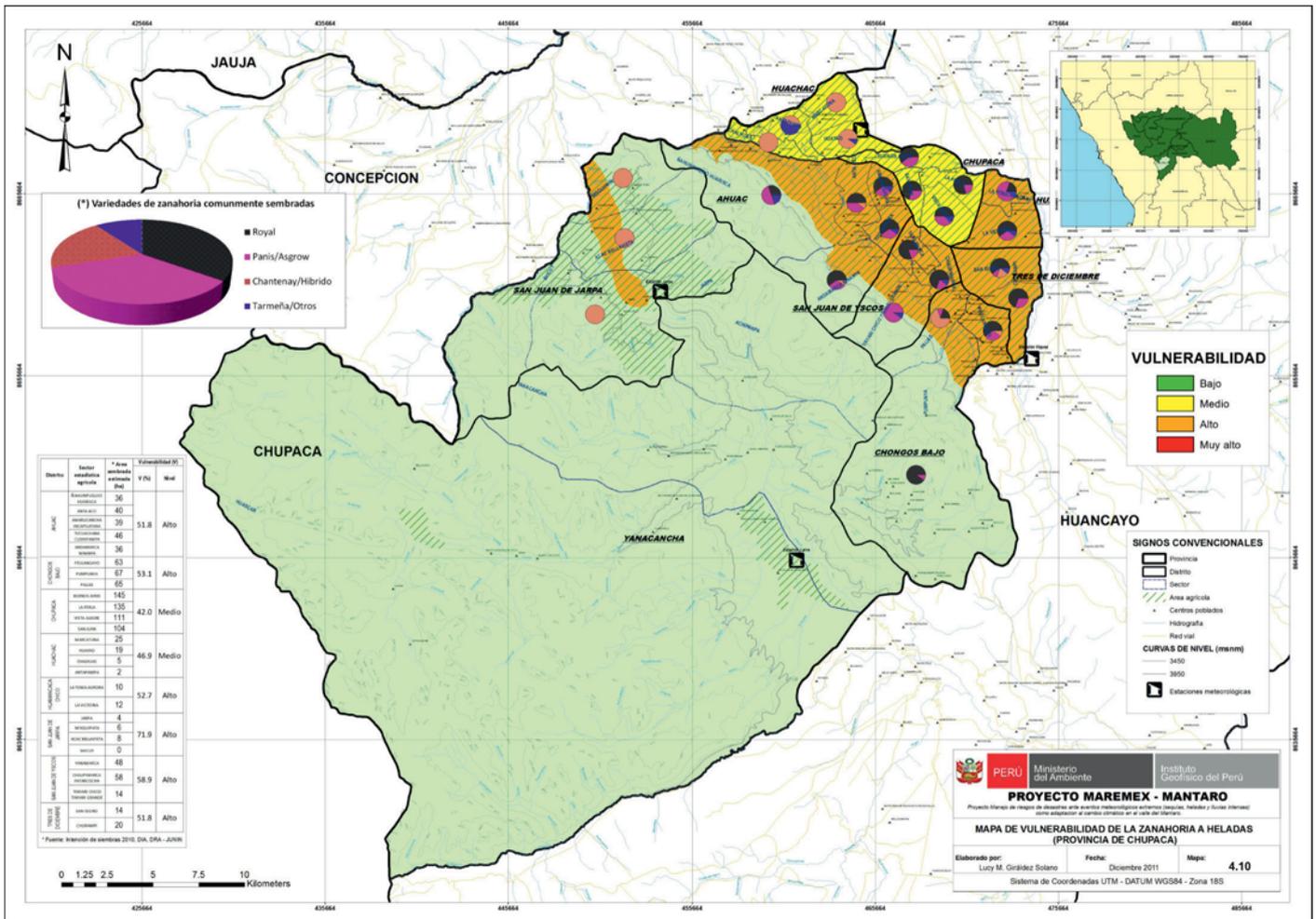
El cultivo de zanahoria (Mapa 4.10) presenta vulnerabilidad alta en todos los distritos, Ahuac (62,8%), 3 de Diciembre (70%), Chongos Bajo (64,4%), Chupaca (58,5%), Huachac (59%), Huamancaca Chico (72%), San Juan de Jarpa (71,8%) y San Juan de Iscos (67,6%); sin embargo, estos porcentajes de vulnerabilidad son un poco menores respecto a los de los cultivos de papa y maíz; esto debido, principalmente a la fenología del cultivo (hay mayor diversidad de etapas fenológicas del cultivo en el campo, etapa pre emergente, emergente, crecimiento vegetativo y engrosamiento de la raíz, según el calendario agrícola en estos distritos hay siembras todos los meses), menor porcentaje de superficie verde expuesta durante estos meses (entre el 50 a 75% del cultivo expuesto) y la mejor calidad de semilla utilizada (de regular a buena).

En la tabla 4.14 se muestra en resumen los puntajes, porcentajes y calificación del nivel de vulnerabilidad por distritos obtenido del análisis; observándose que los niveles de vulnerabilidad son altos en todos los distritos y para todos los cultivos.

Tabla 4.14 Puntaje, porcentaje y calificación de vulnerabilidad estimados ante lluvias intensas en Chupaca en Chupaca.

Distrito	Vulnerabilidad de los Cultivos								
	Papa			Maíz			Zanahoria		
	Pje.	%	Calificación	Pje.	%	Calificación	Pje.	%	Calificación
Ahuac	2,9	71,8	Alta	2,8	69,1	Alto	2,5	62,8	Alto
Tres de Diciembre	3,2	79,3	Muy alta	3,0	75,5	Muy alto	2,8	70,2	Alto
Chongos Bajo	3,0	75,0	Alta	2,9	72,3	Alto	2,6	64,4	Alto
Chupaca	2,7	68,6	Alta	2,6	64,9	Alto	2,3	58,5	Alto
Huachac	2,7	68,1	Alta	2,7	66,5	Alto	2,4	59,0	Alto
Huamancaca Chico	3,2	80,3	Muy alta	3,1	77,7	Muy alto	2,9	72,3	Alto
Jarpa	3,2	80,9	Muy alta				2,9	71,8	Alto
S. J. Iscos	3,0	73,9	Alta	2,9	71,3	Alto	2,7	67,6	Alto
Yanacancha	3,4	85,6	Muy alta						





Conclusiones

La vulnerabilidad de los cultivos ante lluvias intensas es de alta a muy alta en la provincia de Chupaca, dependiendo de los cultivos y la ubicación de éstos. Los distritos de mayor vulnerabilidad son San Juan de Jarpa, Yanacancha (papa), Huamancaca Chico y 3 de Diciembre (papa y maíz), que presentan vulnerabilidad muy alta para los cultivos de papa y maíz; mientras que, para el cultivo de zanahoria, en todos los distritos donde se siembra es alta; debido principalmente a la etapa fenológica del cultivo más crítica que durante el periodo de estudio (diciembre a marzo), mayor porcentaje de superficie verde expuesta del cultivo (en todos los distritos más del 75% del cultivo aún permanecen en campo), baja calidad de las semillas usadas, susceptibilidad de los cultivo en estudio (el más susceptible es el cultivo de papa), susceptibilidad de las variedades a enfermedades (las variedades comúnmente sembradas de papa son susceptible a la ranca, como la Canchán, Tomasa, Perricholi y Yungay). Se agrava aún más la vulnerabilidad en los distritos de Huamancaca Chico y 3 de Diciembre por ser zonas críticas inundables y cercanas al río Mantaro.

Bibliografía Capítulo 3

Sector Agricultura

Agrios, G.N. 1995. Fitopatología. 2a.ed. México, Uthea. 838p.

Bayal A. (2009). Contingencia agropecuaria en Bolivia. En: Memorias Taller Subregional “La Incorporación de la Gestión del Riesgo en la Planificación, Inversión Pública, la Protección Financiera de Activos Frente a Desastres y en el Sector Agropecuario”. Proyecto PREDECAN. 27-29 de mayo de 2009. Bogotá D.C.

BCR (2010). Síntesis económica de Junín diciembre 2010, Departamento de estudios económicos. Banco Central de Reserva del Perú, Sucursal Huancayo. <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/2010/Sintesis-Junin-12-2010.pdf>

CCAD (1999). Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 1998. Estado del ambiente y los recursos naturales en Centroamérica 1998. Comp. J Rodríguez. San José, CR, CCAD. 179 p

CAF (2000). El fenómeno El Niño 1997-1998. Memoria: Retos y Soluciones. Vol. V: Perú. 270 pp.

Camargo J., y Arias L. (2009). Articulando la gestión del riesgo y la adaptación al cambio climático en el sector agropecuario: Lineamientos generales para la planificación y la gestión sectorial. Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina – PREDECAN. Primera Edición. Lima Perú.

CENAGRO (1994). III Censo Nacional Agropecuario. Instituto Nacional de estadísticas e informática (INEI). Perú. <http://www.inei.gob.pe/BancoCuadros/bancocuadro.asp?p=3>

Chipana, E. (1995). Características morfológicas de la Mazorca (*Zea Mays L.*) asociada a la tolerancia al frío en germoplasma peruano y foráneo, tesis para optar el grado de Magister Scientiae en mejoramiento genético de plantas. Universidad Nacional Agraria a Molina (UNALM), Lima.

Correo, diario (1960 – 1990). Reportes periodísticos (varios) de impactos de agricultura por heladas en el valle del Mantaro.

DIA, DRA – JUNÍN (2010). Intensiones de siembra para la campaña agrícola del 2010. Ministerio de Agricultura Junín.

DRAJ, OIA (2011). Estadísticas agrícolas, Formato de evaluación F5. Dirección Regional de Información Agraria Junín. Oficina de Información Agraria. Junín – Perú.

Doorenbos, J. and A.H. Kassam (1979). Yield response to water. U.N. Food and Agriculture Organization Irrigation and Drainage Paper No. 33, Rome.

FAO (2003). The role of local institutions in reducing vulnerability to recurrent natural disaster and in sustainable livelihoods development.

FAO (2010). Protección contra heladas: Fundamentos, practica y economía. Volumen 1. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Subdivisión de Políticas y Apoyo en Materia de Publicaciones Oficina de Intercambio de Conocimientos Investigación y Extensión. Roma.

Giráldez, L. (2009). Influencia de la Temperatura, Precipitación y Fotoperiodo en el cultivo de papa (*Solanum Tuberosum*) variedades Canchán y Yungay, en los Distritos de El Tambo y Mantaro. Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional del Centro, Huancayo.

Huamaní J. C. (2005). Atlas de Heladas publicado por la Dirección General de Información Agraria del Ministerio de Agricultura, bajo el convenio de Cooperación Técnica Institucional SENAMHI – MINAG, Lima – Perú.

- Gómez N. (2003). Análisis de vulnerabilidad con énfasis en sequía en la subcuenca del río Aguas Calientes, Somoto, Nicaragua. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza. Programa de educación para el desarrollo y la conservación - Escuela de post grado agronómico tropical de investigación y enseñanza.
- INDECI (2006). Manual básico para la estimación de riesgos, DINAPRE (Dirección nacional de prevención), UEER (unidad de estudio y evaluación de riesgos), Lima – Perú.
- INEI (1994). III Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), Perú.
<http://www.inei.gob.pe/BancoCuadros/bancocuadro.asp?p=3>
- INEI (2010). Mapa de pobreza provincial y distrital 2009, enfoque de la pobreza monetaria, Dirección técnica de demografía e indicadores sociales, Lima – Perú.
- Instituto Geofísico del Perú (2005). Atlas climáticos de precipitaciones y temperaturas en la cuenca del río Mantaro. Fondo Editorial CONAM Lima, Perú.
- Jacobsen, S. Y Sherwood, S. (2002). Cultivo de Granos Andinos en Ecuador. Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Centro Internacional de la Papa (CIP) Catholic Relief Services (CRS). Quito, Ecuador. 89p.
- Levitt, J. (1980). Responses of Plants to Environmental Stresses, Vol. 1 (2nd ed). New York NY: Academic Press. 497p.
- Martínez L., A. Ibacache y L. Rojas (2007). Las heladas Chile en la agricultura 68 p. Boletín INIA N° 165. Instituto de investigaciones Agropecuarias (INIA, Intihuasi), la Serena de Chile.
- Mendoza, Y. (2009). Impacto del Cambio Climático en el Agro Peruano. Ministerio de Agricultura del Perú. En: Memorias Taller Nacional Incorporación de la Gestión del Riesgo y/o Adaptación al Cambio Climático en el Sector Agropecuario, Lima, Perú 19 y 20 de marzo de 2009. 52 pp.
- MINAG – Junín (2004). Informe sobre la sequía 2003/04 en el valle del Mantaro.
- MINAG - SEGMA (2011). Plan de contingencia para el sector agropecuario 2011 – 2012. Unidad de defensa nacional – Secretaria general – Ministerio de Agricultura, Lima. Perú.
- MINAG - Junín (2011). Portal Agrojunín, Dirección Regional de Agricultura – Junín. Temática agrícola. <http://www.agrojunin.gob.pe/agrojunin/temas/agricola/>
- Monterubbiansi, M. G. y Cendoya M. G. (2001). Caracterización del Régimen de Heladas Meteorológicas y Agrometeorológicas en Balcarce (Argentina) en el Período 1970-1999. Rev. Facultad de Agronomía, 21 (1): pág. 69-78.
- Pereyra, A. R.; Angelocci, L. R.; Sentelhas, P. C. (2002): Agrometeorología: Fundamentos e aplicaciones prácticas. Librería e Editora Agropecuaria Ltda. Guaíba, Brasil, 478 pp.
- PNUD (2000). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. El desarrollo humano en Nicaragua 2000. Equidad para superar la vulnerabilidad. 1ª. Ed. Managua 196 p.
- Rozas P. (1991). Zonificación topoclimática del valle del Mantaro en función de periodos críticos de Heladas. Tesis para optar el título de ingeniero agrónomo. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima.
- Ruiz et al. (1999). Requerimiento Agroecológico de los cultivos.
- Silva, Y., Trasmonte G. y Giráldez L. (2010). Variabilidad de las precipitaciones en el valle del río Mantaro. Memoria del Subproyecto “Pronóstico estacional de lluvias y temperaturas en la cuenca del río Mantaro para su aplicación en la agricultura”. IGP, Lima, Perú.
- Trasmonte S., G. (2009). Propuesta de Gestión de Riesgo de Heladas que afectan a la agricultura del Valle del Mantaro (Andes centrales del Perú). Tesis para optar el grado de Magister en Ecología y Gestión Ambiental, Uni. Ricardo Palma. 206 p.
- Trivelli C, y Boucher S, (2005). Vulnerabilidad y shocks climáticos: El costo de la sequía para los productores agropecuarios de Piura y el Valle del Mantaro.

Sector Acuícola

Impacto del clima en los sistemas productivos acuícolas

Jahir Anicama, Yamina Silva y Nieves Sandoval

Introducción

La producción mundial de acuicultura reportó un incremento de 6.3% anuales (FAO, 2003); para el caso del Perú se ha estado incrementando la producción en los últimos años. A finales del año 2000, se encontraba con 1.115 derechos otorgados en 10.809 hectáreas de espejo de agua vigentes; actualmente, existen 3.130 derechos de acuicultura en 23.103,65 hectáreas de espejo de agua lo que refleja un sistema productivo para el desarrollo de la población (PRODUCE, 2008a).

La trucha ha alcanzado un importante desarrollo en diversas regiones; para el caso de las zonas altoandinas este cultivo acuícola está dirigido mayoritariamente para la exportación y un pequeño porcentaje es para el mercado local. En zonas tropicales del Perú se producen especies como la gamitana, paco, boquichico y tilapia, esta última especie es cultivada en la selva alta y en la costa norte del país (PRODUCE, 2008a). La región Junín es una de las más importantes zonas de producción de truchas del país, está conformada por asociaciones y piscifactorías, las cuales lograron producir en el año 2003, 1.337 TM, en el año 2006, 1.651 TM y en el año 2008, 2.078 TM (PRODUCE., 2008b).

Se han descrito dos tipos de efectos del cambio climático sobre la acuicultura: efectos directos (procesos físicos y fisiológicos) y los efectos indirectos (variaciones en el abastecimiento de recursos hidrobiológicos y sus consecuentes problemas de comercio) (Handisyde, 2006; De Silva, 2009). Los efectos del cambio climático pueden variar desde la elevación del nivel del mar, la elevación de la temperatura, cambios en el comportamiento de las lluvias del monzón, aumento de los eventos climáticos extremos y estrés hídrico; en el caso de la elevación de la temperatura global, tiene un efecto en la elevación de la temperatura del agua, la cual podría alterar el rango óptimo de desarrollo para algunas especies acuáticas; por otro lado la disponibilidad del agua, variaciones del clima como eventos de lluvias extremas y una exacerbada eutrotificación y estratificación de las aguas lénticas (De Silva, 2009).

Tabla 4.15 Temperaturas tolerantes para diferentes especies cultivables acuícolas (Modificado de De Silva, 2009).

Especies	Límite inferior (C°)	Limite Superior (C°)	Rango Optimo (C°)
Tilapia	7	42	28.8 - 31.3
Anguila	0	39	22 - 23
Trucha arcoíris	0	27	9 - 14
Salmon de atlántico	-0.5	25	13 - 17

Para el caso de la acuicultura continental, los peces son los consumidores primarios de la cadena alimenticia, siendo miembros importantes de la cadena trófica en este ecosistema. En el caso de la acuicultura marítima, se tiene un escenario probable de alto impacto económico por causa de los eventos extremos meteorológicos (Handisyde, 2006; Marcogliese, 2008; De Silva, 2009).

Las temperaturas máximas, mínimas letales con los rangos de temperatura de sobrevivencia difieren en cada especie de peces (Tabla 4.15); por lo tanto, en un escenario de variaciones de temperatura podría alterarse la distribución espacial del cultivo de diferentes especies acuícolas (WWF, 2005; Handisyde, 2006). Cualquier incremento o disminución de la temperatura del hábitat podría tener una influencia significativa sobre el metabolismo general, la tasa de crecimiento y la reproducción (Marcogliese, 2008). En el aspecto de la mitigación ante el cambio climático, la acuicultura emite menos gases GEI en comparación a otros sistemas de crianza terrestres para la obtención de proteína animal (De Silva, 2009).

Para el caso de la acuicultura continental, los peces son los consumidores primarios de la cadena alimenticia, siendo miembros importantes de la cadena trófica en este ecosistema. En el caso de la acuicultura marítima, se tiene un escenario probable de alto impacto económico por causa de los eventos extremos meteorológicos (Handisyde, 2006; Marcogliese, 2008; De Silva, 2009).

Las temperaturas máximas, mínimas letales con los rangos de temperatura de sobrevivencia difieren en cada especie de peces (Tabla 4.15); por lo tanto, en un escenario de variaciones de temperatura podría alterarse la distribución espacial del cultivo de diferentes especies acuícolas (WWF, 2005; Handisyde, 2006). Cualquier incremento o disminución de la temperatura del hábitat podría tener una influencia significativa sobre el metabolismo general, la tasa de crecimiento y la reproducción (Marcogliese, 2008).

En el aspecto de la mitigación ante el cambio climático, la acuicultura emite menos gases GEI en comparación a otros sistemas de crianza terrestres para la obtención de proteína animal (De Silva, 2009).

La mayoría de los sistemas de cultivos de los salmónidos, especialmente en el cultivo truchas, disponen de un alto intercambio del recurso hídrico; lo que disminuiría los efectos de la elevación de la temperatura del agua; sin embargo, la variación del recurso hídrico en los ecosistemas altoandinos; especialmente, por la menor disponibilidad del recurso hídrico podrían alterar las condiciones de cultivo (Handisyde, 2006; De Silva, 2009).

En el valle del Mantaro, la mayoría de sistemas de piscicultura son de dos tipos: producción de subsistencia y producción a menor escala, siendo un sistema de monocultivo (truchas arcoíris). Las piscigranjas son desarrolladas en ecosistemas de ríos y lagunas (PRODUCE, 2008a). El Catastro Acuícola del Ministerio de la Producción (PRODUCE) denomina como tipo de desarrollo, al nivel de producción que se presenta en la piscigranja. Estos sistemas pueden ir desde mayor escala, productor de semillas, menor escala y de subsistencia. En el caso de modalidad de cultivo, se refiere al número diferente de especies que el productor maneja dentro de su piscigranja (PRODUCE, 2008b); además, se presenta dos tipos de sistemas acuícolas: en pozas o en jaulas (PRODUCE., 2008b; PRODUCE., 2008a). Para el caso de la producción de jaulas, los factores que más influyen sobre la temperatura de las pozas son la radiación solar, temperatura del aire, velocidad del aire, humedad, turbidez del agua y la morfología de la poza (De Silva, 2009).



Foto 4.29 Vista de una piscigranja de truchas en el valle del Mantaro. Crédito J. Anicama.

A continuación revisaremos los dos componentes de los sistemas productivos acuícolas que pueden verse impactados por el clima: la sanidad acuícola y la Acuicultura como medio de vida.

La emergencia de enfermedades en animales acuáticos por eventos climáticos

La dinámica de las enfermedades en medios acuáticos presenta una triada de interacción: hospedero, agente causal y el medio ambiente. Con respecto al medio ambiente dentro de los sistemas acuáticos, este componente cobran mucho más relevancia en los posibles efectos tanto el hospedero como en el agente infeccioso (Hedrick, 1998). La mayoría de las investigaciones para determinar la relación entre la variabilidad climática, cambio climático en el sector pesquero y acuícola han estado focalizados en el pasado en documentar las tendencias y fluctuaciones en la abundancia y distribución de los peces; principalmente en la relación en las variaciones de los disponibilidad de stock de especies pelágicos de importancia para industrias pesqueras (Badjeack. M-C; 2010).

El estado de salud de los peces establece una fuerte relación con la geomorfología, limnología e hidrología del medio acuático en donde se encuentran los animales (Hedrick, 1998). La mayoría de enfermedades bacterianas que se presentan en los peces son causadas por agentes bacterianos que forman parte de su microbiota o del medio ambiente acuático, los patógenos son facultativos u oportunistas, lo que se considera un factor de riesgo en la sanidad en los sistemas acuícolas (Rubio, 2010).

Los efectos del cambio climático sobre los animales ha sido poco explorado por investigadores. Se ha incrementado la incidencia de brotes de enfermedades en corales y en mamíferos acuáticos, conjuntamente con la incidencia de nuevas enfermedades. El "blanqueamiento" de los corales estuvo relacionado con el evento de El Niño en 1997 y 1998. Este proceso se inicia con la expulsión de la población de algas simbióticas ante factores de estrés en el medio ambiente; el cual, puede alterar la diversidad, tamaño y composición de las especies de los peces que los habitan (Badjeack. M-C; 2010; De Silva, 2009; Marcogliese, 2008).

Por causa de la variabilidad climática decadal que presentó por el ENSO se generó un brote de Perkinsus marinus en ostras (Crassostrea virginica). Este brote ocurrió en el Golfo de México donde el ENSO genera una baja en la temperatura del ecosistema del Golfo, en cambio, el proceso complementario —que es la Niña— genera una mayor temperatura, la cual aumentaría la presencia de Perkinsus marinus (Harvell et al., 1999).

A la par de los procesos de cambios en los ecosistemas también debemos contemplar los factores antropogénicos que han contribuido en la diseminación de enfermedades. El aumento del comercio global ha aumentado la movilización de especies y por ende, de patógenos (Harvell et al., 1999).

La degradación de los ecosistemas por parte de algunas actividades productivas que facilitarían la emergencia de enfermedades a través de compuestos organoclorados por ejemplo tienen impactos sobre la actividad de células NK, así como también la actividad mitógena y de inducción de células T (Kim et al., 2006; Marcogliese, 2008).

En algunas zonas del globo por acciones antropogénicas se ha aumentado la eutroficación y por ende el aumento de la población de algas en los océanos (Harvell et al.; 1999, Harvell et al., 2002) (Tabla 4.16).

No es difícil determinar el comportamiento de las enfermedades bacterianas en la acuicultura por que en la mayoría de los casos, la incidencia y la persistencia están relacionadas al estrés del pez. El mayor problema actualmente para la acuicultura es la diseminación de enfermedades (Harvell et al.; 1999, Harvell et al., 2002).

Tabla 4.16 Impactos potenciales del cambio climático en los sistemas acuícolas.

Causas de las Alteraciones	Impacto en los sistemas de cultivo	Impactos operacionales
Variaciones en la SST	Aumento de las algas marinas Disminución del O2 Incremento de las enfermedades Aumento de la temporalidad estacional Variaciones en la ubicación y disponibilidad de especies acuícolas	Cambio en las infraestructuras y costos de operaciones Expansiones y alteraciones de la ubicación geográfica
Elevación del nivel del mar	Pérdida de áreas para la acuicultura Pérdida de barreras naturales físicas Aumento del riesgo de inundaciones Intrusión de cuerpos de agua salda sobre el continente Alteraciones en la salinidad del agua	Daños en la infraestructura Cambio en la zonificación para uso de la acuicultura Aumento de los costos de aseguramiento Reducción de la disponibilidad de agua dulce
Sequías y estrés hídrico	Reducción de la calidad del agua Incremento de las enfermedades Incertidumbre en la disposición del agua	Pérdida del stock de animales Conflictos ante el uso del agua Reducción de la productividad Cambios en los tipos de especies

Modificado de: Handisyde, 2006)

SST: Temperatura superficial del mar

Uno de los eventos registrados en relación a lo mencionado en el párrafo anterior, se considera a la diseminación de la mancha blanca en camarones en el Ecuador y el más reciente caso de ISA (Anemia infecciosa del Salmon) (Harvell et al.; 1999, Harvell et al., 2002). La influencia del clima sobre los parásitos y las enfermedades de especies importantes pueden surtir efectos en cascada a través de las redes tróficas e influir así en ecosistemas enteros (Marcogliese, 2008).

Impacto de la variabilidad climática en la Acuicultura desde el enfoque de medios de vida

La acuicultura en los inicios de la década de 1970 se estructuró a partir de proyectos de gran escala e infraestructura, desestimando su vocación primigenia para el desarrollo de medios de vida de subsistencia de la población. Paradójicamente este proceso se vio de la mano con un proceso de desarrollo local de la acuicultura de expansión y de incremento del flujo económico a las zonas rurales (FAO, 2009). En el contexto rural, la acuicultura productiva se complementa con una pesca artesanal. Ante contextos como el incremento de la población, degradación ambiental y limitada captura de peces silvestres, la acuicultura ofrece una alternativa de desarrollo local (FAO, 2009). Se han realizado poco estudios en donde se ha determinado los impactos en las vidas de los pescadores y acuicultores en aspectos nutricionales y económicos, los cuales forman parte de sus medios de vida (Badjeack. M-C; 2010).

Los recursos naturales como medios de vida en el sector acuícola son influenciados por el cambio climático en materia de su distribución y productividad. Los impactos del cambio climático sobre la pesquería y la acuicultura tienen varias posibilidades. Variaciones en la temperatura, regímenes de precipitaciones, etc. Los eventos meteorológicos extremos pueden interrumpir las operaciones de manejo practicados en la pesquería y en la acuicultura (Figura 4.18).

Las respuestas identificadas ante el cambio climático en el sector acuícola se ha identificado cuatro tipos de actividades: 1) Reducir la vulnerabilidades por parte de los acuicultores, mediante una enfoque de manejo de medios de vida de la población afectada; 2) Entendimiento de los mecanismos de respuesta ante la variabilidad climática y otros estresores; 3) Oportunidades que pueden ofrecer el cambio climático al sector acuícola; 4) Implementar estrategias de adaptación transversales y 5) Reconocimiento de la contribución de mitigación por parte del sector (Badjeack. M-C; 2010).

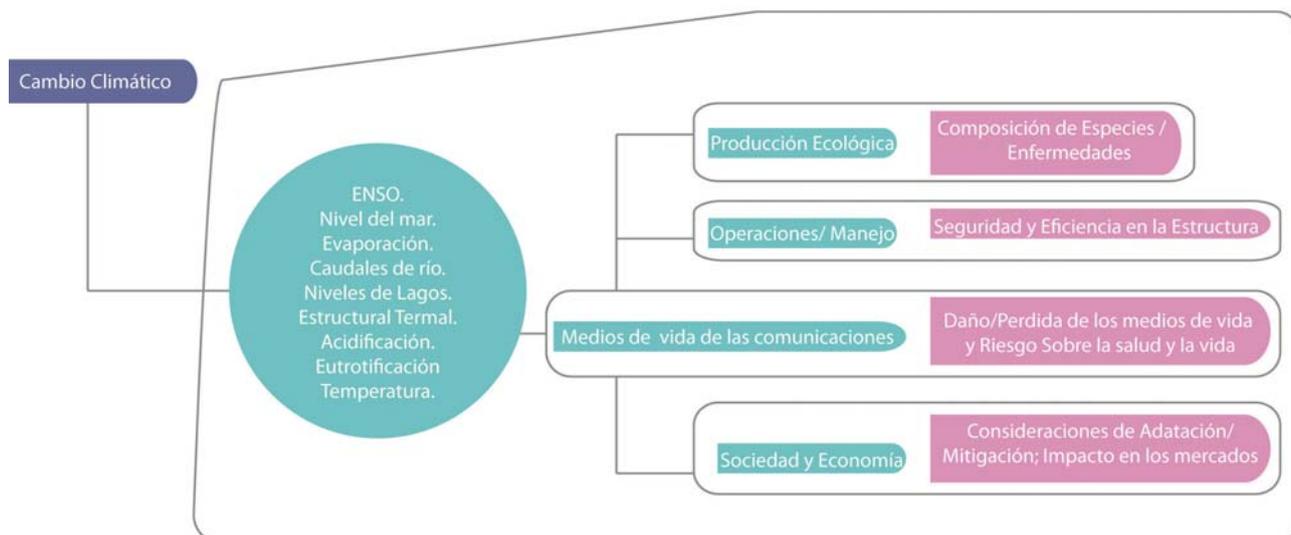


Figura 4.18 Posibles impactos del cambio climático sobre la Acuicultura.

El sector acuícola contribuye el medio de vida de millones de personas alrededor del mundo, el incremento del empleo directo para esta actividad se ha dado en las últimas tres décadas con un aumento del 3.6% por año desde 1980. En el 2008, se ha establecido que el mayor porcentaje de los acuicultores se encuentre en Asia (85.5%), seguido de Africa (9.3%), Latinoamerica (2.9%), Europa (1.4%), Norteamerica (0.7%) y Oceanía (0.1%) (FAO, 2009).

La utilidad de usar el enfoque de medios de vida en la acuicultura permite identificar la naturaleza y donde posiblemente a qué tipo de medio de vida podría reflejar el impacto de las variaciones climáticas.

Más de 500 millones de personas dependen, directa o indirectamente, de la pesca y la acuicultura en sus medios de vida. La pesca también aporta una fuente básica de nutrición para 3.000 millones de personas y al menos el 50% de las proteínas animales y los minerales esenciales para 400 millones de personas en los países más pobres; para el caso de los sistemas de producción y los medios de vida (en crisis por la sobreexplotación) el manejo inadecuado y el impacto de otras influencias terrestres antropogénicas, sucumbirán aún más a medida que se incremente la frecuencia e intensidad de eventos meteorológicos extremos (FAO, 2009).

Los medios de vida sostenibles están constituidos por las posibilidades, activos y actividades que la población necesita para ganarse la vida y sobrevivir. La teoría de los medios de vida sostenible proporciona un enfoque de los objetivos del desarrollo social y económico centrado en las personas y los pueblos. La acuicultura como medio de vida puede ayudar a aliviar la pobreza, a elevar el grado nutricional de la población y disminuir la producción de monocultivo (De Silva, 2009). El desarrollo rural es el proceso se da crecimiento de la economía rural otorgando de bienestar para la población. Los sistemas productivos que se encuentran en un territorio determinado se comportan como medios de vida de la población que lo habita (Sharp, 2003; De Silva, 2009).

La acuicultura aporta a la seguridad alimentaria y no solo a los que manejan directamente con los recursos sino también con los consumidores que demandan un alimento de alto valor proteico. Una porción de 150 gr de pescado ofrece un 50-60% de proteína. Con los peces se ofrece la disponibilidad de micronutrientes, incluyendo varias vitaminas y minerales. Con algunas excepciones los pescados ofrecen grasas insaturadas, carbohidratos y colesterol. Estos aporte sustentan de manera adecuada políticas de seguridad alimentaria en base a la acuicultura (Ficke, 2007).

En el caso del valle del Mantaro la mayoría de sistemas de producción son de dos tipos: producción de subsistencia y producción a menor escala. El ministerio de la producción (PRODUCE) dentro de su Catastro Acuícola vigente denomina como tipo de desarrollo al nivel de producción que se presenta en la piscigranja. Este puede ir desde mayor escala, productor de semillas, menor escala y de subsistencia. En el caso de modalidad de cultivo se refiere al número diferente de especies que el productor maneja dentro de su piscigranja (PRODUCE, 2008b).

Para el caso del valle del Mantaro, el tipo de piscigranja que se encuentra más extendida es la de menor escala y de monocultivo de truchas arcoíris. Las piscigranjas son desarrolladas en ecosistemas de ríos y lagunas (PRODUCE, 2008a).

En el caso de la Amazonía, esto es mucho más resaltante debido a que las especies silvestres son cultivados en los sistemas de producción acuícola. Las alteraciones de los ciclos hidrológicos alterarían los procesos fisiológicos de algunas especies tanto en sistemas lóticos como lénticos. (Ficke, 2007).

Estudio de caso: Frecuencia de lesiones histopatológicas en truchas arcoíris sugerentes a una infección de *Yersinia ruckeri*

Jahir Anicama, Yamina Silva y Nieves Sandoval

Introducción

En el valle del Mantaro existe una alta variabilidad interanual sobre todo en las precipitaciones, habiendo años donde las lluvias han estado muy por debajo de su promedio y otros por el contrario han sido años con exceso de lluvias. Dado que las tendencias actuales y los escenarios futuros en la cuenca del Mantaro (IGP, 2005) indican disminución de las precipitaciones y aumento de la temperatura del aire, en aproximadamente 3% /década y 0,24°C/década, respectivamente, diversos proyectos de adaptación han sido o vienen siendo implementados en esta región (MINAM, 2010). Los efectos del cambio climático sobre los animales ha sido poco explorado por investigadores. Se ha incrementado la incidencia de brotes de enfermedades en corales y en mamíferos acuáticos, conjuntamente con la incidencia de nuevas enfermedades (Marcogliese, 2008; De Silva, 2009), tal como se muestra en la Tabla 4.17.

A la par de los procesos de cambios en los ecosistemas también debemos contemplar los factores antropogénicos que han contribuido en la diseminación de enfermedades. El aumento del comercio global ha aumentado la movilización de especies y por ende, de patógenos (Harvell et al., 1999). La degradación de los ecosistemas por parte de algunas actividades productivas que facilitarían la emergencia de enfermedades a través de compuestos organoclorados por ejemplo tienen impactos sobre la actividad de células NK, así como también la actividad mitógena y de inducción de células T (Kim et al., 2006; Marcogliese, 2008).

Tabla 4.17 Efectos generales de aumento de la temperatura en los ciclos de vida del parásito, sus anfitriones y los procesos de transmisión (Modificado de Marcogliese DJ., 2008).

Efectos sobre el parásito	Efectos sobre el hospedador	Efectos en la transmisión
Desarrollo rápido embrionario	Alimentación alterada	Mayor emergencia de enfermedades
Alta tasa de desarrollo y maduración	Alteración del comportamiento	Aumento del periodo de transmisión
Disminución de la longevidad de larvas y adultos	Reducción de la resistencia del hospedador	Mayor potencial de transmisión
Incremento de la mortalidad en todos los días	Alteración de la ecología	

No es difícil determinar el comportamiento de las enfermedades bacterianas en la acuicultura por que en la mayoría de los casos, la incidencia y la persistencia están relacionadas al estrés del pez. El mayor problema actualmente para la acuicultura es la diseminación de enfermedades (Harvell et al.; 1999, Harvell et al., 2002). Uno de los eventos registrados en relación a lo mencionado en el párrafo anterior, se considera a la diseminación de la mancha blanca en camarones en el Ecuador y el más reciente caso de ISA (Anemia infecciosa del Salmon) (Harvell et al.; 1999, Harvell et al., 2002).

La influencia del clima sobre los parásitos y las enfermedades de especies importantes pueden surtir efectos en cascada a través de las redes tróficas e influir así en ecosistemas enteros (Marcogliese, 2008). El estado de salud de los peces establece una fuerte relación con la geomorfología, limnología e hidrología del medio acuático en donde se encuentran los animales (Hedrick, 1998). La mayoría de enfermedades bacterianas que se presentan en los peces son causadas por bacterias que generalmente forman parte de su microbiota o del medio ambiente acuático, los patógenos son facultativos u oportunistas, lo que se considera un factor de riesgo en la sanidad en los sistemas acuícolas (Rubio, 2010).

Características de la infección por *Yersinia ruckeri*

Dentro de los organismos bacterianos que afectan a los peces como la trucha arcoíris está la *Yersinia ruckeri*, bacteria gram (-) que pertenece a la familia de las Enterobacteriaceae. Esta bacteria fue determinada por primera vez en Ingenio y se extendió a varias piscigranjas del valle del Mantaro, causando altas mortalidades y pérdidas económicas importantes (Bravo y Gokajura, 1998).

La diseminación de *Y. ruckeri* ocurre por contacto directo con un animal infectado o portador. Se ha determinado que dentro de una población de truchas arcoíris más del 25% posee al agente en la parte posterior del intestino delgado (Romalde y Toranzo, 1993; Ryckaert et al., 2010). La eliminación intestinal de *Yersinia ruckeri* permite la recurrencia de la infección y mortalidad en la población afectada. La infección mediante individuos portadores presenta un papel importante bajo condiciones de estrés (Capkin y Altinok, 2009). La vía de ingreso que se ha certificado es el tejido branquial. Se ha encontrado dentro de las dos primeras horas de infección por *Yersinia ruckeri*, la mayor población de la bacteria se encuentra en el mucus branquial, desde donde se desplazaría al tejido vascular branquial e iniciaría el proceso septicémico de la bacteria (Neumann y Tripp, 1986, Tobback et al., 2009). Otros agentes patógenos septicémicos como *Vibrio anguillarum*, *Edwardsiella tarda* también presenta esta vía de entrada de infección (Soto, 2008).

Para el caso de la respiración, las branquias presentan un largo número de capilares vasculares; sin embargo, éstas estructuras pueden servir de entradas idóneas para bacterias y facilitar la diseminación hacia todo el cuerpo de los peces (Tobback et al., 2009). *Yersinia ruckeri* también tiene la capacidad de adherirse a otras superficies corporales del individuo en donde se ha encontrado una cantidad considerable tanto en intestino como en la piel inmediatamente después de la infección (Tobback et al., 2010b).

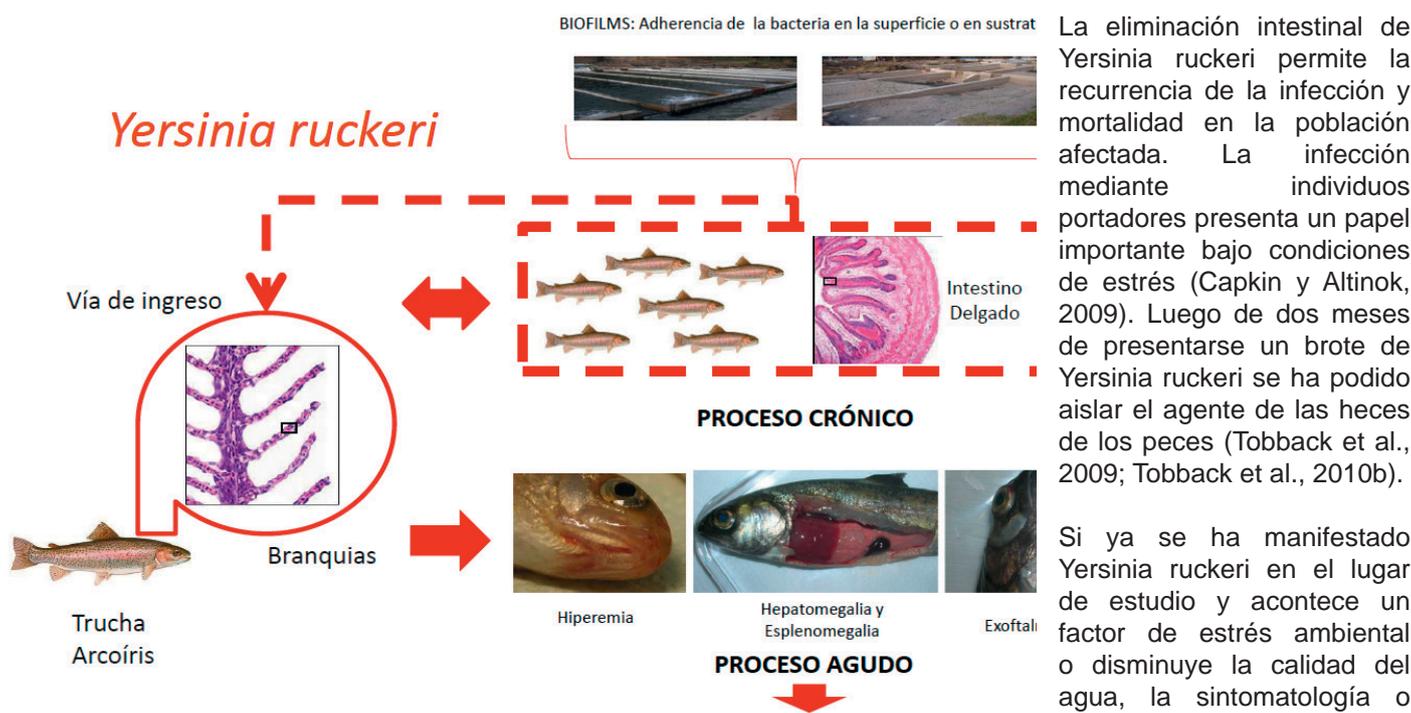


Figura 4.19 Diagrama de la patogénesis de *Yersinia ruckeri*. Elaboración J. Anicama.

Yersinia ruckeri, el agente bacteriano se presentaría 3-7 días post-infección (Hamdi Avci, 2005).

Se ha determinado que *Yersinia ruckeri* tiene la habilidad de formar biofilms sobre diferentes tipos de soportes sólidos lo que hace que se presenten infecciones recurrentes en piscigranjas de truchas arcoíris y se mantenga en el medio ambiente y la piscigranja infectada. La transmisión de *Y. ruckeri* también se ha demostrado mediante invertebrados acuáticos y aves (Coquet et al., 2002).

Los animales infectados experimentalmente por vía intraperitoneal, presentaron la forma aguda de la enfermedad, cuadros de hiperemia y hemorragia en la base de las aletas dorsales, ventrales y anal, además, alrededor del ano y ojos, sobre la vejiga natatoria y en las branquias, acompañados de cuadros de hepatomegalia y esplenomegalia (Hamdi, 2005). Los individuos en el estanque presentan una conducta letárgica y dificultades en el nado, además

se encuentran muy cercanos a la superficie del cuerpo de agua (Fouz et al., 2006). Animales con cuadros crónicos evidenciaron melanosis y una decoloración grisácea del hígado (Vladik y Prouza, 1990; Raida et al., 2003; Raida y Buchmann, 2008); además, de melanosis y una disminución del tamaño del riñón y bazo (Buchmann et al., 2003).

También se encontró algunas hemorragias petequiales sobre la superficie del estómago y dentro del musculo lateral (Tobback et al., 2009; Tobback et al., 2010b). En el estómago y ciegos pilóricos presentaban un contenido mucoso claro y en algunos animales se encontró intestinos de consistencia flácida y contenido acuoso rojizo (Arias et al., 2007; Tobback et al., 2007; Tobback et al., 2010a).

En el caso de la presentación crónica se ha encontrado una pérdida del apetito y letargia; además, despigmentación o melanosis, palidez de las agallas y exoftalmia (Lucangeli et al., 2000; Altinok et al., 2001). La exoftalmia por lo general se acompaña de una hemorragia alrededor de la cavidad oral y en el hígado se observó un ligero aumento del tamaño y una decoloración amarillo-grisácea notoria (Stevenson y Airdrie, 1984; Cipriano et al., 1986). Tanto el estómago, ciegos pilóricos y el intestino tenían un engrosamiento de la mucosa con un fluido amarillento (Stevenson y Airdrie, 1984; Cipriano et al., 1986). Los riñones y el bazo presentaban una disminución del tamaño y un oscurecimiento de los tejidos (Stevenson y Airdrie, 1984; Cipriano et al., 1986).

Los hallazgos histopatológicos son variados, en la forma aguda, se presenta edema, hiperemia y descamación de las células epiteliales en las lamelas secundarias y lamelas primarias (Tobback et al., 2007; Tobback et al., 2009). En las lamelas secundarias, descamación de células epiteliales lamelares (Tobback et al., 2007); además, se ha observado una dilatación capilar en las lamelas secundarias y una hemorragia difusa tanto las lamelas primarias como secundarias (Tobback et al., 2009; Tobback et al., 2007). En el caso del tejido renal son poco los cambios en los túbulos renales. Sin embargo, se observó en algunos animales una proliferación de las células mesangiales. En los riñones se observó una disminución de las células linfoides. En el bazo, se denota como principal lesión necrosis focal (Tobback et al., 2009).

En la presentación crónica, se observa hiperplasia de las células interlamelares y lamelas primarias; además, se observó tanto en los animales infectados como los animales controles la alteración de las células interlamelares (Tobback et al., 2009). Esto pueda deberse a la calidad del agua que se presentaba en el estudio. No se ha reportado en otro estudio este tipo de alteración (Tobback et al., 2007). En el tejido hepático, evidenciaron vacuolas en el citoplasma de los hepatocitos (Tobback et al., 2009; Tobback et al., 2010a; Tobback et al., 2010b). Se ha observado diferentes tipos de degeneraciones grasas en donde los hepatocitos se han vuelto pequeños y han desaparecido los espacios sinusoidales. En el riñón, se ha observado proliferación de células mononucleares con una ligera alteración del núcleo en los tejidos hematopoyéticos (Tobback et al., 2009).

En el caso de los melanomacrófagos se ha demostrado que el aumento de ellos en el tejido renal podría estar reflejando un proceso de respuesta inflamatoria crónica causando cuadros de nefritis crónica (Tobback et al., 2009). El objetivo del presente estudio fue determinar la frecuencia de Lesiones Histopatológicas sugerentes a una Infección por *Yersinia ruckeri* en Truchas Arcoíris en una piscigranja de la microcuenca del río Achamayo en el contexto de su variabilidad climática estacional.

Materiales y métodos

Se colectaron peces trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) en tres etapas climatológicas del valle del Mantaro: época de estiaje, época de lluvias y entre las dos estaciones. La zona de estudio fue la piscigranja "El Edén" (13°31'33" Sur; 71°58'53" Oeste y a una altitud 3806,77 msnm), ubicada en el departamento de Junín, provincia de Huancayo, distrito de Ingenio. El río Rangras proporciona el recurso hídrico a la unidad productiva el cual, conjuntamente con el río Chía forma la subcuenca del río Achamayo.

Para el estudio se tomó un total 180 animales divididos equitativamente para cada uno de los tres días de muestreo correspondiente a la etapa climatológica. Se realizó un muestreo aleatorio simple de una muestra de 60 animales por día de muestreo.

Para el periodo de muestreo se tuvo como criterio la climatología reflejada por la estación de Ingenio, teniendo el siguiente cronograma:

- 1era etapa muestreo: mes de agosto, época de estiaje.
- 2da etapa muestreo: mes de setiembre, periodo de tiempo entre el fin de la época de estiaje y el inicio de la época de lluvias.
- 3era etapa muestreo: mes de noviembre, inicio de la época de lluvias. Este día de muestro se realizó siete (07) días después de iniciada la primera lluvia de la estación, (Hamdi et al 2005).

Metodología de diagnóstico

Todas las muestras fueron evaluadas por medio de un diagnóstico histopatológico. Para tal fin se recolectaron muestra de branquias, parte posterior de intestino delgado, bazo, hígado, riñón, en búsqueda de lesiones sugerentes por una infección de *Yersinia Ruckeri* (Hamdi et al, 2005). Para la evaluación de los tejidos se consideraron cuatro criterios histopatológicos: lesiones inflamatorias, lesiones adaptativas, lesiones degenerativas y la presencia de células eosinofílicas. A su vez, se consideraron 4 tipos de grados para el diagnóstico histopatológico: Grado 1 (escaso), Grado 2 (Leve), Grado 3 (Moderado) y Grado 4 (Severo) (Palomino. R. 2008).

Resultados histopatológicos

En el mes de noviembre, a nivel de las branquias se presentaron la mayor frecuencia de lesiones inflamatorias (65,5%) y adaptativas (85,5 %.), a diferencia de agosto y setiembre donde las lesiones adaptativas (50%), fueron las que predominaron. Los casos de lesiones degenerativas no han sido muy manifiestas (Tabla 4.18). Las lesiones adaptativas con mayor frecuencia descritas son una leve a moderada hiperplasia del ápice de los filamentos y entre las lamelas con fusión lamelar (Foto 4.30).

Tabla 4.18 Frecuencia de truchas arcoriris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido branquial

Mes	Infl. (Fr%)	Adap. (Fr%)	Deg. (Fr%)	Otros (Fr%)
Agosto	3(9,4)	32(100)	2(6,3)	8(25)
Setiembre	6(15,8)	29(76,3)	6(15,8)	8(21,1)
Noviembre	36(65,5)	47(85,5)	3(5,5)	5(9,1)

Lesión inflamatoria: Infl. ; Lesión adaptativa: Adap. ; Lesiones degenerativas: Deg. ; Otras lesiones: Otros. Fr%: Frecuencia.



Foto 4.30 Lesiones adaptativas en branquias: Hiperplasia, fusión lamelar. 40 X. Crédito J. Anicama.

Para el caso de las lesiones inflamatorias del mes de noviembre, se encontraron en la gran mayoría de los casos evidencia de linfocitos, necrosis con acortamiento de lamelas y células granulares eosinofílicas (CGE) (Foto 4.32) y muy escasa evidencia de hiperemia. Los grados de lesiones en las branquias fueron de leve (52.7 %) a moderado (40 %) para el mes de noviembre. Las lesiones de grado leve fueron los mas frecuentes en los tres meses de estudio, observándose un aumento para el mes de noviembre (Tabla 4.19).

Tabla 4.19 Frecuencia de truchas arcoriris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido branquial

Mes	Escaso (Fr%)	Leve (Fr%)	Moderado (Fr%)	Severo (Fr%)
Agosto	0 (0)	20 (62,5)	5(15,6)	0(0)
Setiembre	4 (10,5)	16 (42,1)	7(18,4)	2(5,3)
Noviembre	0 (0)	29 (52,7)	22(40)	1(1,8)

Escaso= <25%; Leve = 25-50%; Moderado = 50-75%; Severo= > 75%. Fr%: Frecuencia.



Foto 4.31 Branquias. Linfocitos, necrosis con acortamiento de lamelas (compárese el tamaño de lamelas). 40X. Crédito J. Anicama.

El tejido renal presentó un incremento de frecuencia de lesiones adaptativas para el mes de noviembre (70,8 %); a diferencia de las lesiones de tipo degenerativas, que aumentaron progresivamente durante los meses del estudio, siendo mayor en el mes noviembre (Tabla 4.20). Las lesiones degenerativas descritas en mayor frecuencia fueron degeneración hidrópica a nivel del epitelio tubular y regeneración tubular como lesión adaptativa (Foto 4.32) y discretos casos con incremento de centros melanomacrófagos (CMM) así como gotas hialinas (Foto 4.33).

Tabla 4.20 Frecuencia de truchas arcoriris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido renal

Mes	Deg. (Fr%)	Adap. (Fr%)	CMM (Fr%)	Otros (Fr%)
Agosto	15(55,6)	3(11,1)	5(18,5)	1(3,7)
Setiembre	23(76,7)	6(20)	5(16,7)	4(13,3)
Noviembre	41(85,4)	34(70,8)	12(25)	5(10,4)

Lesión degenerativo: Deg. ; Lesión adaptativos: Adap. ; Células melanomacrófagos: CMM; Otros lesiones: Otros. Fr% = Frecuencia.

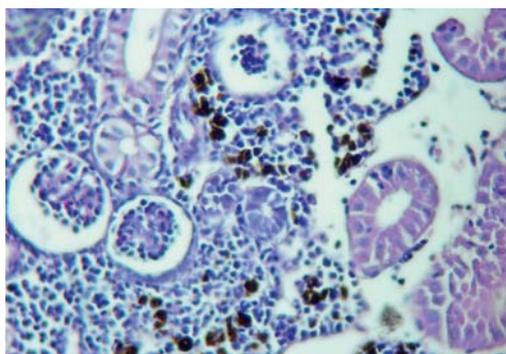


Foto 4.32. Riñón: Lesión adaptativa: Degeneración hidrópica, regeneración tubular. 40X. Crédito J. Anicama.

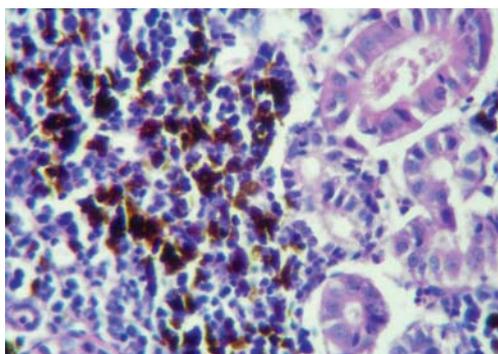


Foto 4.33 Riñón. Incremento de Células Melanomacrófagos. 40 X. Crédito J. Anicama.

Los grados de lesiones a nivel renal en la mayoría de los casos fueron de grado leve, siendo de mayor frecuencia en noviembre (Tabla 4.21). Las lesiones degenerativas como degeneración hidrópica se observaron a nivel de la capa muscular y lesiones adaptativas como hiperplasia y producción de mucus en mucosa intestinal (Foto 4.34).

Tabla 4.21 Frecuencia de truchas arcoriris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido renal

Mes	Escaso (Fr%)	Leve (Fr%)	Moderado (Fr%)	Severo (Fr%)
Agosto	1 (3,7)	10 (37)	6 (22,2)	0 (0)
Setiembre	4 (13,3)	16 (53,3)	7 (23,3)	2 (6,7)
Noviembre	0 (0)	42 (87,5)	4 (8,3)	0 (0)

Escaso= <25%; Leve = 25-50%; Moderado = 50-75%; Severo= > 75%. Fr%: Frecuencia

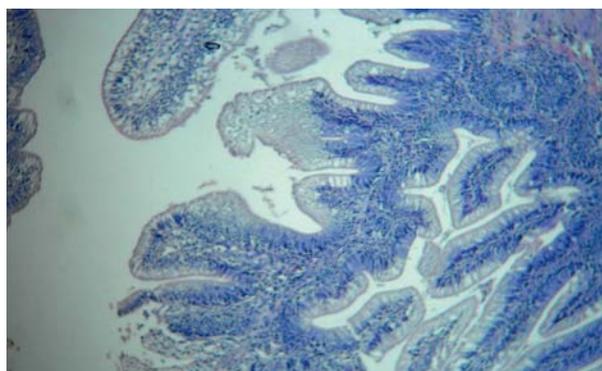


Foto 4.34 Intestino. Hiperplasia en mucosa. 40 X. Crédito J. Anicama.

El grado de las lesiones fueron de tipo leves a moderadas, observándose este último en el mes de noviembre (Tabla 4.22).

En el tejido esplénico no se ha encontrado un aumento en la frecuencia de células melanomacrófagas dentro de todo el tiempo de estudio (Tabla 4.23).

Tabla 4.22 presencia de truchas arcoiris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido intestinal

Mes	Escaso (Fr%)	Leve (Fr%)	Moderado (Fr%)	Severo (Fr%)
Agosto	4 (12,5)	12 (37,5)	8 (25)	4 (12,5)
Setiembre	4 (11,4)	16 (45,7)	7 (20)	2 (5,7)
Noviembre	0 (0)	21 (44,7)	26 (55,3)	0 (0)

Escaso= <25% ; Leve = 25-50% ; Moderado = 50-75% ; Severo= > 75%. Fr%: Frecuencia.

Tabla 4.23 Frecuencia de truchas arcoiris que presentan un tipo de lesión a nivel del tejido esplénico

Mes	CMM (Fr%)	Otros (Fr%)
Agosto	3 (75,5)	1 (25)
Setiembre	2 (50)	2 (50)
Noviembre	5 (62,5)	3 (37,5)

Células melanomacrófagas: CMM ; Otras lesiones: Otros y Fr%: Frecuencia

Conclusiones

En la mayoría de los casos las lesiones observadas fueron de leve a moderadas y no sugieren infección de *Y. ruckeri*. Sin embargo, en algunos casos (muy escasos) donde se observó hiperplasia, descamación con necrosis e hiperemia a nivel de branquias, incremento de CMM acompañado de regeneración tubular en riñones podrían sugerir una infección por *Y. ruckeri*. Esto puede relacionarse con procesos crónicos de las manifestaciones de *Yersinia ruckeri* como lo describe Tobback y colaboradores (2009) en truchas arcoíris infectadas experimentalmente.

La mayoría de lesiones observadas obedecen a una mala calidad del agua, siendo mayores en el mes de noviembre lo cual coincide con el incremento de precipitaciones en ese mes. Para el caso de *Y. ruckeri*, si ya se ha manifestado la enfermedad en el lugar de estudio y acontece un factor de estrés ambiental como precipitaciones, temperatura o disminuye la calidad del agua, la sintomatología o la mortalidad de los peces aparece a los 3-5 días post-infección y si no se ha reportado la presencia de *Yersinia ruckeri*, el agente bacteriano se presentaría 3-7 días post-infección según Hamdi Avci (2005). En el mes de noviembre, la colección de las muestras fueron al 5to día después de las precipitaciones, sin embargo, la frecuencia y la cantidad de precipitaciones fueron mucho menores a las reportadas y esperadas en años anteriores para la zona, según reportes del SENAHMI, lo cual podría explicar el porque hubieron muy escasos casos de lesiones sugerentes de infección de *y. ruckeri*, a pesar que la piscigranja tenía antecedentes de haber tenido yersiniosis.

El tejido estomacal presentó un mayor número de lesiones inflamatorias, degenerativas, adaptativas con un aumento de la presencia de células granulo eosinofílicas para el caso del mes de noviembre. La mayoría de procesos inflamatorios están asociados a cuadros de necrosis moderadas acompañados de un proceso degenerativo leve a nivel de la capa muscular del tejido. La presencia de las células granulares eosinofílicas era moderada; además, se denotaba un aumento en la presencia del mucus intestinal.

Por otro lado, se debe de considerar que el intestino delgado forma parte del sistema inmune de los peces y alteraciones a ese nivel, aparentemente podrían evidenciar también un proceso de adaptación ante un estímulo. El tamaño de los pellets ofrecidos a los animales, ayunos prolongados o poca frecuencia de alimentación o mala calidad de los alimentos condicionaría a un proceso de adaptación por parte del tejido intestinal. En el estudio se observaron gotas hialinas a nivel del epitelio renal, lo cual Iregui (2004) y Jimenez y col (2008) lo describen asociado al alimento. Para el caso de las células granulares eosinofílicas normalmente se encuentran en el tejido conectivo, especialmente en tracto gastrointestinal y branquias (Anderson et al., 1979; Gunasena et al., 2003), así que su presencia, es característica en un mayor número, ante un proceso de probable injuria, el cual se corroboraría con la presencia de lesiones inflamatorias descritas en el estudio.

En el caso de las branquias, se observó un mayor número de tipos de lesiones relacionadas a procesos inflamatorios y adaptativos, los cuales se caracterizaban de presentar acortamiento o fusión de vellosidades y una leve a moderada hiperplasia en epitelio lamelar, respectivamente.

Estos hallazgos fueron más evidentes en el mes de noviembre y se explica porque la calidad del agua fue menor debido al incremento de las mayores precipitaciones pluviales. La calidad del agua empobrece debido al mayor arrastre de sedimentos, lo cual enturbia el agua de los estanques depositándose en las branquias de los peces ya que estas están en contacto directo con la misma, estas partículas y PH del agua favorecen a la rápida adaptación celular, incrementándose en número; sin embargo, si es muy severo, afecta la superficie de intercambio de oxígeno produciendo un estrés severo en los peces, en nuestro caso las lesiones fueron de leves a moderadas no evidenciándose signos clínicos de insuficiencia respiratoria en los peces en el momento del muestreo. Tobbäck y col. (2009) en un estudio de inoculación experimental de *Y. ruckeri* en truchas arcoíris, encontraron lesiones similares a las descritas en este estudio; sin embargo, se observaron tanto en truchas inoculadas y las de control, por lo que se atribuyó a la mala calidad del agua las lesiones encontradas.

El tejido renal presentó lesiones degenerativas y adaptativas. Las lesiones degenerativas eran leves procesos degenerativos hidrópicos tubulares con un proceso regenerativo tubular. En algunos casos se ha encontrado presencia de células melanomacrófagas. En el caso del tejido renal son poco notorios los cambios en los túbulos renales; sin embargo, se observó en algunos animales una proliferación de las células mesangiales. En los casos que se observe un aumento de las células melanomacrófagas en el tejido renal se le ha relacionado a procesos de nefritis crónica relacionado a infección por *Y. ruckeri* (Tobbäck et al., 2009)

Discusión

El intestino delgado es lugar en donde *Yersinia ruckeri* se aloja en los individuos portadores. En el tejido de intestino se ha encontrado una leve a moderada presencia de las células granulo eosinofílicas, esta presencia reforzaría la idea de un estímulo de injuria constante sobre el tejido intestinal. Ante esta situación, *Yersinia ruckeri* también tiene la capacidad de adherirse a la superficie intestinal después de un proceso de infección (Tobbäck et al., 2010b).

La eliminación intestinal de *Yersinia ruckeri* permite la recurrencia de la infección. Luego de realizado el muestreo, para los meses de lluvias del año 2011 (febrero y marzo), se presentó un brote de “Boca Roja”, según informaron el dueño y los técnicos de la piscigranja de estudio. La infección mediante individuos portadores presenta un papel importante bajo condiciones de estrés (Capkin y Altinok, 2009), el cual sumado a los factores de mala calidad del agua, mayores precipitaciones y estrés severo por las condiciones medioambientales, habría ocasionado este brote; pero no así, en los meses de la investigación desarrollada. Para el caso de las lesiones a nivel del ciego pilórico y del bazo no se han manifestado lesiones notorias. En el caso de infección de *Yersinia ruckeri* en truchas arcoíris la principal lesión a nivel esplénico es una necrosis focal. En nuestro estudio no se ha encontrado este tipo de lesión probablemente el proceso que se manifestaba era un proceso crónico y no agudo.

El mayor número de lesiones se encontraron en el mes de noviembre, época de mayor precipitación pluvial, lo cual sería explicado por el stress causado por la mala calidad de agua generada por la presencia de lluvias en ese mes. Sin embargo, en las tres etapas de estudio ha sido muy escasa la presencia de animales con lesiones que sugieran una infección de *Yersinia ruckeri*. Esto se podría explicar debido a que el nivel de precipitaciones fue mucho menor a la que se esperaba, en la temporada muestreada —sobre todo en noviembre— lo cual generó un menor estrés en los peces, no siendo lo suficiente para una mayor carga bacteriana de *Yersinia ruckeri*, su mayor infección de peces susceptibles y manifestación de lesiones. La infección por esta bacteria podría haber sucedido; sin embargo, las lesiones no necesariamente se observarían debido a posibles portadores subclínicos de la enfermedad.

Bibliografía Capítulo 4

Sector Acuícola

Badjeck M.C., Edward H. Allison, Ashley S. Halls, Nicholas K. Dulvy. Impacts of climate variability and change on fishery-based livelihoods, (2010): *Marine Policy*, Volume 34, Issue 3, Pag: 375-383.

Bomo AM, Ekeberg D, Stevik TK, Hanssen JF, Frostegard A., (2004): Retention and removal of the fish pathogenic bacterium *Yersinia ruckeri* in biological sand filters. *J Appl Microbiol* 97: 598-608.

Bourne DG, Garren M, Work TM, Rosenberg E, Smith GW, Harvell CD., (2009): Microbial disease and the coral holobiont. *Trends Microbiol* 17: 554-562.

Chavez. E., (2008): Frecuencia y características de lesiones anatomohistopatológicas compatibles con alteraciones metabólicas relacionadas a energía y/o proteínas en la dieta de Truchas Arcoiris (*Oncorhynchus mykiss*) de fase juvenil. Tesis de Médico Veterinario. Lima: Univ. Nac. Mayor de San Marcos. 40p.

Concha F., (1998): Caracterización bioquímica, electroforética y sensibilidad antibióticas de cepas *Yersinia ruckeri* aisladas desde salmón del atlántico (*Salmon salar*). Tesis de Médico Veterinario. Santiago: Univ. Austral de Chile. 7 p.

Coquet L, Quillet L, Petit F, Junter G, Jouenne T., (2002): Occurrence and phenotypic characterization of *Yersinia ruckeri* strains with biofilm-forming capacity in a rainbow trout farm. *Appl Environ Microbiol* 68: 470-5.

De Silva, Soto, D., (2009): Climate change and aquaculture: potential impacts, adaptation and mitigation. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper* 530: 151-212.

Ficke A, Hansen A, Lara J., (2007): Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries *Rev Fish Biol Fisheries*, 17: 581-613.

Hamdi Avci, S. Serap Bürüncüoğlu, (2005): Pathological findings in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792) experimentally infected with *Yersinia ruckeri*. *Turk J Vet Anim Sci* 29: 1321-1328.

Handisyde, N.T., Ross, L.G., Badjeck, M-C. & Allison, E.H., (2006): The effects of climate change on world aquaculture: a global perspective. Final Technical Report, DFID Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Stirling Institute of Aquaculture, Stirling, U.K., 151 pp. Disponible en www.aqua.stir.ac.uk/GISAP/pdfs/Climate_full.pdf.

Harvell CD, Mitchell CE, Ward JR, Altizer S, Dobson AP, Ostfeld RS, Samuel MD., (2002): Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota. *Science*, 296: 2158-2162.

Harvell CD, Kim K, Burkholder JM, Colwell RR, Epstein PR, Grimes DJ, Hofmann EE, Lipp EK, Osterhaus AD, Overstreet RM, Porter JW, Smith GW, Vasta GR., (1999): Emerging marine diseases--climate links and anthropogenic factors. *Science*, 285:1505-1510.

Hedrick P., (1998): Relationships of the host, pathogen, and environment: implications for diseases of cultured and wild fish populations. *J Aqua Anim Health* 10:107-111.

Instituto Geofísico del Perú IGP, (2005a): Diagnóstico de la cuenca del Mantaro bajo la visión del cambio climático. Editor, CONAM - Consejo Nacional del Ambiente.

Instituto Geofísico del Perú IGP, (2005b): Atlas climático de precipitación y temperatura del aire en la cuenca del río Mantaro. Editor, CONAM - Consejo Nacional del Ambiente.

Sector Ganadería

Antecedentes generales de la ganadería en el valle del Mantaro

Enma Núñez, Raúl Yaranga y Ricardo Zubieta

Introducción

La ganadería es la actividad socioeconómica primaria que consiste en la crianza de animales para su aprovechamiento. Dependiendo de la especie ganadera, se obtienen diversos productos derivados, como la carne, la leche, lana, fibra, cuero, entre otros. En el Perú, se registran 27,6 millones de has. (Vivanco, 2010) que representa el 21% de la superficie nacional de uso actual para ganadería asociada a la producción de cultivos y a la disponibilidad de pastura natural.

La estadística agraria es muy variable en relación a la extensión de las praderas nativas. Por ejemplo CONESCAR (1965), citado por Florez, A. (1987), menciona 23.062.201 has. de pastos naturales permanentes en la sierra, mientras que la Oficina de Estadística Agraria (1972) reduce esta cifra a 20.947.602 has. En 1982, la Oficina Sectorial del Ministerio de Agricultura consideró 14.300.000 has. Esta reducción se acentuó más con la clasificación de las tierras del Perú ONERN-1982, que da una cifra de solo 10.576.000 has de tierra aptas en la sierra del Perú. Esta última cifra coincide con lo reportado en el Portal Rural CEPES, 2011 de 10,5 millones de hectáreas de pastos, que produce alrededor del 86% de forraje necesario para la alimentación de cuatro de cada cinco cabezas de ganado del país.

El Plan Ganadero Nacional 2006-2015 distingue en el país tres tipos de ganadería (Figura 4.20). Una ganadería comercial principalmente desarrollada en la costa, con crianza intensiva, ganado de raza especializado en la producción de leche, carne y lana, que maneja aproximadamente 9% de la población de vacunos, 13% de la población de porcinos y el 8% de la población de ovinos con , tecnología moderna por lo que tienen índices productivos por encima del promedio nacional: 250 kg. de carcasa en vacunos, 63 kg. de carcasa en cerdos y 20 kg. de carcasa en ovinos, así como 7.300 lt. de leche

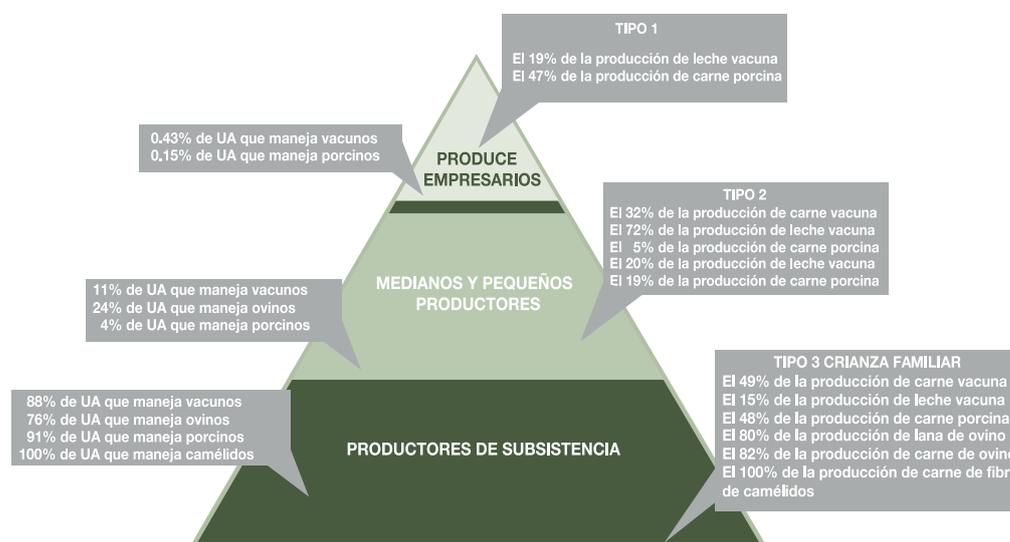


Figura 4.20 Tipo de ganadería en el Perú. Tomado del Plan Ganadero Nacional 2006-2015 del Ministerio de Agricultura

por campaña. Los productores tienen un mejor nivel educativo y disponen de algún tipo de crédito e información y/o pertenecen a alguna organización, lo que los hace vinculados al mercado.

En segundo lugar, una ganadería pequeña y mediana, en costa, sierra y selva, con explotaciones semi intensivas y extensivas, con ganado criollo mejorado. Manejan aproximadamente el 34% de la población de vacunos y el 38% de la población de ovinos, con índices productivos de 140 kg de carcasa en vacunos, 35 kg de carcasa en porcinos, 16 kg de carcasa en ovinos y 2.300 lt. por campaña de leche. Además, cuentan con desarrollo tecnológico medio a bajo, y los productores son parte de la población rural, con nivel de educación intermedia, y en promedio carecen de un sistema de información y se encuentran débilmente organizados. Su vinculación al mercado es semi-desarrollada y regional, donde se encuentran pequeños ganaderos lecheros y de ovinos, y un reducido número de empresas alpaqueras.

Por último, una ganadería a cargo de familias campesinas, con producción de subsistencia y autoconsumo, tanto en la costa como en la sierra y selva. Poseen pocas cabezas de ganado criollo, manejan el 57% de la población vacuna, 54% de la población ovina y el 71% de la población porcina, con pequeñas parcelas y bajo nivel tecnológico que se complementa con la agricultura. En este tipo de producción encontramos índices productivos de 120 kg. de carcasa en vacunos; además los ganaderos tienen una educación formal muy limitada y débil articulación con el mercado. Este tipo de ganadería involucra a la gran mayoría de los productores a nivel nacional, donde aproximadamente el 70% lo conforman comunidades campesinas, generalmente pobres y criadoras de ganado criollo ovino, vacuno y porcino y de camélidos sudamericanos. Esta tendencia ha variado muy poco desde la década del 70.



Foto 4.35 Praderas naturales subcuenca de Shullcas. Crédito E. Núñez.

Especialmente importantes son las praderas naturales alto andinas (Foto 4.35), que son ecosistemas frágiles que se encuentran en las cabeceras de las cuenca y representa el 21% de la superficie nacional con 27,6 millones de has. (Vivanco, 2010). Cumplen un rol importante en la estabilización y regulación de los sistemas hidrológicos (almacenamiento y descarga de agua), y por su cobertura vegetal y sistema radicular evita la erosión de los suelos, protegiéndolo contra el impacto del viento y gotas de lluvia y granizada, favorecen la infiltración del agua y evita la escorrentía superficial. También es importante para su uso con fines doméstico, agrícola, energético e industrial. Por otro lado, es el sustento de la biodiversidad (flora y fauna silvestre); asimismo interviene en los procesos de captura del carbono (FAO, 2010).

Ganadería en la sierra central

La actividad ganadera en la sierra central de Perú sustenta a comunidades campesinas, pequeños productores y poblaciones con más bajos niveles de vida. El desarrollo económico y social del poblador andino depende grandemente del desarrollo ganadero. Además, la producción pecuaria brinda una gran contribución al sistema de producción, proporcionando alimentos de alto valor nutritivo, proteínas completas, ácidos grasos esenciales y minerales. Pieles, cueros, fibra, lana, estiércol, trabajo, transporte, esparcimiento destacando su rol socio económico, ya que representa una fuente de ahorro o dinero en efectivo frente a situaciones difíciles y/o de riesgo; también contribuye al paisaje y a la ocupación territorial.

Los pequeños productores ven a los rebaños mixtos como una forma de diversificar sus ingresos, como un seguro para afrontar la adversidad; así, la producción pecuaria trabajada como complemento de la actividad agrícola es concebida como elemento de minimización de riesgo en zonas donde el clima es adverso. Entonces la ganadería sirve para cubrir la subsistencia cuando la agricultura fue afectada por algún evento extremo como: helada, granizada o sequía; en ciertos momentos críticos la ganadería subvenciona a la agricultura, y se observa que hay mas venta de animales en la época de compra de insumos agrícolas especialmente durante la época de siembra (Quijandría, 1985). En la Tabla 4.24 se presentan las regiones naturales en las que se desarrolla la ganadería en la sierra central.

Los tipos de sistemas pecuarios en el país son: extensivo, semi intensivo y mixto. Los sistemas extensivos están representados por las SAIS y algunas empresas emergentes, y se encuentran ubicados en las en las regiones sobre los 3.800 msnm. Estas zonas están cubiertas por pastos naturales característicos que presentan variaciones estacionales en su disponibilidad. La especie más importante para este sistema es el ovino. Sistema utilizado por empresas formales con niveles tecnológicos adecuados cuyos objetivos finales de producción están orientados a la producción comercial y al abastecimiento de carne y lana al mercado nacional e internacional. En este sistema el pastoreo es rotativo, y las canchas (zonas de pastoreo) se caracterizan por un cercado parcial o total de las unidades de producción. La principal diferencia en productividad en estos sistemas es debido a un amplio rango en la capacidad gerencial y organizativa de ésta.

Por su parte, los sistemas semi intensivos generalmente cuentan con condiciones ambientales favorables y tienen disponibilidad de agua para riego; utilizan pastos cultivados entre los que destacan la alfalfa y las asociaciones rye grass y tréboles, gramíneas y leguminosas anuales como: avena/vicia, cebada forrajera para consumo en fresco o ensilado.

La especie principal que sostiene este tipo de sistemas es el vacuno de leche y de doble propósito, en la alimentación también se utilizan residuos y subproductos de cosecha como la "chala de maíz". Se presenta un mayor nivel de especialización en la producción, existe presencia de plantas lecheras que actúan como elemento catalítico para esta especialización. Estos sistemas tienen un alto potencial de desarrollo en el corto plazo siempre y cuando las condiciones de leche y de mercado sean apropiadas. Siendo una de las limitantes el área y dispersión de sus parcelas.

Finalmente el sistema mixto se encuentra presente en todos los valles interandinos que tienen acceso a pisos ecológicos altos, este sistema se desarrolla con una correlación muy estrecha entre la agricultura de subsistencia y sistemas mixtos pecuarios, entre los que se incluyen los vacunos, ovinos y camélidos sudamericanos. La alimentación

Tabla 4.24 Regiones naturales en las que se desarrolla la ganadería en la sierra central

Regiones	Altitud msnm	T°C /Clima	Factores Favorables	Explotación
Yunga	500 - 2 500	20 – 27°C Clima templado cálido	*Sucesión de pisos climáticos en corto espacio. *Suelos aluviales en valles y quebradas, presencia de plantas nativas útiles y animales silvestres.	*Agricultura *Vacunos carne y leche en las provincias de Huancayo y Jauja
Quechua	2 500 - 3 500	11 – 16 °c Clima templando, sub húmedo	*Posibilidades de reforestar por su clima.*Presencia de cultivos Animales silvestres	*Agricultura *Mayormente ganado vacuno en las provincias de Huancayo, Tarma, Jauja, Chupaca y Concepción
Suni	3 500 - 4 100	7 – 10°C Frio, con heladas frecuentes	*Presencia de cultivos nativos. *Presencia de amplias áreas de pastos naturales. *Presencia de lagos, lagunas, como reservorios de agua	*Agricultura *Vacunos de leche en algunos lugares de Junín, Yauli, Tarma, Chupaca, Huancayo, Concepción y Jauja. *Se explota mayormente ovinos y en menor escala vacunos de carne en forma extensiva sobre pastos naturales
Jalca o Puna	4 100 - 4 800	0 – 7 °C Frígido, con heladas casi continuas, baja humedad atmosférica y alta radiación solar	*Presencia de pastos naturales. *Presencia de animales nativos. *Presencia de lagunas, riachuelos y ríos.	*Vacunos criollos y mejorados en base de criollos, para producción de carne. Junín, Yauli, Huancayo, Jauja, Chupaca. *Zona de explotación de camélidos sudamericanos y en menor proporción ovinos. *Formado por las mesetas andinas con pastos naturales.

Fuente: Elaboración propia en base a Brack-Egg en DSE, 1989; Flórez y Malpartida, 1987; Pulgar Vidal (1976).



Foto 4.36 Rebaño familiar mixto en el Anexo de Siusa, Subcuenca de Achamayo. Crédito R. Yaranga

varía según la época del año utilizando indistintamente la pradera natural en las épocas de lluvia y los residuos de cosecha en las épocas secas. La forma más común de propiedad de la tierra es la comunidad campesina. El acceso a diferentes pisos ecológicos permite una cierta disminución de riesgos, mediante la diversificación de cultivos y de especies de animales.

Las comunidades, así como los pequeños productores individuales de las subcuencas se caracterizan por una actividad primaria de autoabastecimiento, siendo los excedentes colocados en el mercado a través de los canales de mercadeo regular o por canales no tradicionales. En muchos casos existe una transformación primaria de los productos para uso individual o para venta como artesanía en el caso de producción de lana o fibra. Además de los ovinos y camélidos sudamericanos se encuentran los vacunos de carne y doble propósito. La producción lechera cuando existe esta destinada al autoconsumo y a la venta en forma de queso o quesillo. Un rol importante del ganado vacuno lo constituye la fuerza de trabajo.

Las Sociedades Agrarias de Interés Social (SAIS)

El desarrollo histórico del área ganadera en la sierra central, ha tenido etapas históricas claramente marcadas durante el siglo XX. El siglo comienza con la consolidación de la hacienda en manos del terrateniente, donde paralelamente coexisten las comunidades campesinas empobrecidas, caracterizadas por una forma organizativa muy fuerte. Hasta aproximadamente 1964, se consolida en la región la formación de cuatro grandes empresas ganaderas: La Sociedad Ganadera del Centro, La Sociedad Ganadera Corpacancha, La Sociedad Agrícola y Ganadera Algolán y La División Ganadera de la Cerro de Pasco Cooper Corporation, estos predios dejan de ser tradicionales y se tornan en explotaciones modernas (Caycho, 1977).

Posteriormente se produce la Reforma Agraria, que en el departamento de Junín afectó un total de 953.913 has de tierras agrícolas y pastos naturales, que fueron adjudicados a un total de 29.988 familias y a 129 empresas asociativas incluidas 66 comunidades campesinas. Se constituyeron seis Sociedades Agrícolas de Interés Social (SAIS) y 31 Cooperativas Agrarias de Producción CAPs, que recibieron 75,4% del total de tierras adjudicadas (Caballero, 1990).

Las SAIS, surgen como Empresas Asociativas en aplicación del D.L N° 17716 de Reforma Agraria. En teoría debían convertirse en pilares del desarrollo agropecuario de la sierra central y servir de principal instrumento de distribución de la riqueza sobre la base de la distribución de los excedentes generados, es decir tenían fines económicos y sociales. Antes de la Reforma Agraria existió una polarización extrema de tenencia de la tierra, el 0.4% de las propiedades (todas mayores de 500 has.), representaban el 76% de la superficie, mientras que el 83% de las propiedades (no mayores a 5 has.), ocupaban solamente el 5% de la superficie (Caycho, 1977). La Primera en reconocerse oficialmente fue la SAIS Túpac Amaru Ltda. N° 1, el 24 de marzo de 1970. Las SAIS formadas en la región se presentan en la Tabla 4.25.

Tabla 4.25 Sociedades agrícolas de interés social SAIS en la Región Junín

Nombre	Ubicación de Provincias	Área adjudicada Has	Fundos adjudicados	Población pecuaria				
				Vacunos	Ovinos	Equinos	Otros	Total
SAIS Túpac Amaru Ltda. N° 1	Concepción, Junín, Jauja, Yauli, Yauyos	243, 178	Pachacayo, Casaracra, Atocsaico, Consac, Cochas, Punabamba Yanama, SAIS Pampa, La Soberana	5,290	152,496	966	---	158,752
SAIS Cahuide Ltda. N° 6	Jauja, Hyo, Concepción Chupaca, Tayacaja, Hvca.	268, 182	Laive, Antapongo, Tucle. La Esperanza* Acopalca, Huari, Runatullo, Punto, Aychana	7,813	131,755	614	104	140,286
SAIS Pachacútec Ltda. N° 7	Yauli y Canta	97, 528	Corpacancha, Sta. Ana y Conocancha	7,500	84,120	353	505	92,478
SAIS Libertador Ramón Castilla Ltda. N° 8	Tarma, Jauja	28, 643	Cachi Cachi, Casa Blanca, Yanasmaya.	535	20,253	62	---	20,850
SAIS Mariscal Cáceres Ltda. N° 25	Tarma, Jauja	19, 129	Marainioc, Cayán, Huaripampa					
SAIS Heroínas Toledo Ltda. N° 31	Concepción	5 963	Yanacocha y Huallancayo					

Fundo comprado por la SAIS en 1983 (20.618,8 has)

Fuente: Ministerio de Agricultura, Dirección de Asentamiento Rural Setiembre 1974. En Caycho H. 1977.

Héctor Martínez (1980,1990) señala la categoría de la SAIS Túpac Amaru, Cahuide y Pachacutec, como “la crema de la alta tecnología y la capitalización”. Esto concuerda con las evaluaciones académicas del desempeño de la SAIS, en los años 1980, realizado por los economistas agrícolas Valdivia y Pichihua (1986), quienes manifiestan que inicialmente y hasta el año 1977 hubo capitalización y mejoramiento tecnológico gracias a la interacción de los conocimientos científicos, tecnológicos y económicos. Salazar (1982), indica que la producción y desarrollo tecnológico estuvo basado en el aprovechamiento racional de los pastos naturales y el agua, y con la implementación de pequeños y medianos canales de riego, propiciando la implantación de praderas cultivadas.

Otro aspecto significativo, fue el mejoramiento, selección y adaptación de la raza de ganado vacuno Brown Swiss de alta calidad genética a altitudes de 3.500 a 4.000 msnm.; se desarrollaron trabajos de investigación en especies forrajeras mejoradas que destacaron por su resistencia a las heladas y bajas temperaturas, resistentes a la granizada,



Foto 4.37 Vaquilla Brown Swiss, dentro de un cerco eléctrico. Chaquicocha, San José de Quero, subcuenca del Cunas. Crédito E. Núñez.

manteniendo una producción constante durante el año; manejados bajo un sistema de rotación oportuna, riego y fertilización, lográndose la adaptación de ovinos Corriedale —a alturas mayores a 4.000 msnm— y la creación de una raza nacional con buena adaptación a la altura y buenos índices productivos (raza “Junín”). El 71,4% de sus ingresos brutos provenía de la actividad ganadera extensiva, el rubro más importante era la venta total de ovinos que aportaba 29%, venta de lana 24% y venta de productos vacunos y sus derivados 18%. La actividad agrícola no era significativa para la marcha económica de la empresa, que en el mejor de los casos aportaba el 1% del ingreso bruto por ventas (Caballero, 1990).

Sin embargo, a pesar de sus logros tecnológicos, las SAIS no cumplieron con los elevados objetivos de la reforma agraria, tales como la reducción de la desigualdad, la lucha contra la pobreza, el desarrollo de las comunidades socias, muy por el contrario se ahondaron las contradicciones entre las comunidades socias de la SAIS y las comunidades no socias, trabajadores enfrentados a la administración, la administración enfrentada a las comunidades, los sueldos y salarios enfrentados con el desarrollo comunal, la inversión en la producción, enfrentada a la inversión en el desarrollo comunal y la imposibilidad de reconciliarse entre ellas, fueron el caldo de cultivo para desaparición de las SAIS.

Otra de las causas para la desaparición de las SAIS, fue la desigual distribución de la tierra entre las comunidades campesinas. Las empresas asociativas junto con las cooperativas agrarias de producción se beneficiaron con el 75,4% del total de tierras intervenidas. De otro lado solo el 1,1% fueron entregadas a las comunidades campesinas que no eran parte de las empresas asociativas (Sánchez, 1989). La primera en desaparecer fue la SAIS Mariscal Cáceres, por problemas administrativos. Poco después, y ante el embate terrorista de Sendero Luminoso, las SAIS Heroínas Toledo, Mariscal Castilla, y finalmente la Cahuide, - la más grande de todas - desaparecieron. De las seis empresas de este tipo creadas en el departamento de Junín, solo quedan en funcionamiento la SAIS Túpac Amaru y la SAIS Pachacutec.

La eficiencia técnica y el criterio empresarial fueron los valores claves para mantener cierta estabilidad en la relaciones y superar, por un lado, los asedios externos procedentes de las políticas estatales adversas como el incremento paulatino de los tributos, los problemas de mercado, precios y comercialización y otros cuestionamientos políticos al modelo de SAIS. Por otro lado, los asedios internos que procedían de las inquietudes de los trabajadores en sus distintos estamentos y de las comunidades socias, fueron muy frecuentes, por lo que alianzas entre directivos, trabajadores y delegados de las comunidades ha sido un factor crítico para la sobrevivencia de las dos SAIS aún existentes. Otro aspecto favorable fue la conservación y utilización adecuada de sus activos fijos, así como mantener el modelo productivo basado en una tecnología desarrollada a través de los años, que ha permitido conservar – al menos parcialmente - pastos y recursos genéticos y lograr índices productivos aceptables, diversificar su producción y capacidad de adaptación al libre mercado.

Ganadería en el valle del Mantaro

En el valle del Mantaro, y específicamente en el ámbito del proyecto MAREMEX-Mantaro, se pueden encontrar los tres tipos de sistemas donde existe tanto las SAIS como la crianza familiar e interfamiliar que maneja un rebaño mixto, conformado por vacunos y ovinos criollos principalmente, con buena rusticidad y adaptación al medio, pero bajos niveles de producción de leche, lana, y carne. Pastoreado en determinadas áreas de propiedad comunal, los mismos que se encuentran con pastizales más depredados y suelos erosionados y son los que ocupan el mayor porcentaje de las áreas de pastoreo en las subcuencas. En caso de las empresas comunales y la gran empresa como la SAIS, el pastoreo es rotativo y con manejo tecnificado.

Los principales tipos de ganado que se desarrollan en el valle son vacunos y ovinos, y en menor cantidad camélidos sudamericanos. Para el caso de vacunos, entre los 2.000 y 3.500 msnm, predominan los sistemas de producción -extensivos y/o de bajos insumos en su mayoría de vacunos cruzados y puros de las razas Holsteín, Brown Swiss. Sobre los 3.500 msnm predominan los animales criollos y sus cruzas con Brown Swiss. El ganado vacuno en algunas zonas del valle ha alcanzado cierto nivel tecnológico, con la introducción de pastos cultivados y la utilización de la inseminación artificial en el mejoramiento ganadero y como consecuencia se ha visto un incremento de la producción lechera, siendo en promedio de 10 a 15 Lts/día por animal.

Para el caso de ovinos, son mayoritariamente “criollos” “cruzados”(criollos x Corriedale o Junín), seguidos por las razas Corriedale y Junín, y la Hampshire Down en menor proporción. Y para el caso de camélidos sudamericanos, se encuentran principalmente alpacas y llamas, esta última de gran importancia tanto para la ganadería como para la agricultura.

Subcuenca del río Cunas

En la subcuenca del río Cunas predomina el sistema extensivo, los pastos naturales están menos degradados, gracias a la influencia de la Unidad de Producción Consac de la SAIS TÚPAC AMARU. Este sistema está asociado a la crianza de ovinos, vacunos y algunos equinos.

En estas unidades la ganadería está organizada con visión “productivista”, donde la distribución de los pastos es selectiva de acuerdo a la categoría y estado fisiológico o reproductivo de los animales, además los empleados se especializan en una tarea. En caso de ocurrencia de condiciones climáticas muy desfavorables, reservan áreas de pastoreo en zona bajas donde irán los animales más delicados, en gestación, parición y corderaje, gracias a que las extensas áreas de pastos que posee la Unidad de Producción.

En la zona baja de la subcuenca del río Cunas los pastos cultivados son destinados para la producción de vacunos de leche y animales menores, también siembran pastos cultivados para la venta. Por otro lado, en la parte alta de la subcuenca del Cunas existe un aproximado de 4.180 ha de pastos cultivados para pastoreo de ganado vacuno, que se convierte en una potencialidad de esta subcuenca.

Subcuenca del río Achamayo

En esta subcuenca es mayoritaria la presencia de ganado criollo y cruzado, manejado mediante el pastoreo de rebaños interfamiliares mixtos alternados con rebaños pertenecientes a las granjas o empresas comunales de pequeña escala, y paralelamente también se manejan alpacas, llamas y algunos equinos.

En las partes altas se utilizan lugares específicos cedidos por acuerdo comunal en condición de usufructo, aspecto que conlleva a un pastoreo permanente en los mismos lugares, lo cual ocasiona una alta presión de pastoreo, y con un escaso nivel tecnológico de manejo.

En la parte intermedia de la subcuenca se manejan pequeños rebaños mixtos conformados mayormente por vacunos y ovinos, y se alterna la agricultura con la ganadería. Mientras que a nivel de piso de valle se crían vacunos lecheros de las razas Brown Swiss, Holstein y cruzados con estas dos razas, en pequeñas áreas de pastos cultivados, con un nivel tecnológico intermedio. En general los principales problemas son la presión de pastoreo en la parte alta de la subcuenca y alta incidencia de enfermedades parasitarias como Fasciola hepática, hidatidosis y sarna en ovinos y vacunos.

Subcuenca del río Shullcas

En la subcuenca del río Shullcas existe ganado mejorado, descendiente de los ganados de la unidad de Producción de la SAIS Cahuide que estuvo asentada en ese ámbito; y que contaba con ovinos de la raza Corriedale y vacunos Brown Swiss adaptados a la zona alto andina. A pesar de que el nivel técnico ha decrecido, se puede encontrar ovinos con buen peso y vacunos con buena producción que se refleja en la producción de carne, leche, queso y lana. Además, se vienen introduciendo razas de ovinos productores de carne.

El sistema de crianza predominante es el extensivo para vacunos y ovinos, donde los animales están en pastoreo, y su alimentación es complementada en sus corrales o estacas. Así, los animales son pastoreados en tierras comunales dadas en calidad de usufructo a los comuneros empadronados.



Foto 4.38 La Llama, especie domestica de interacción entre la agricultura y ganadería, en Turno Isla- Quilcas, subcuenca de Achamayo. Crédito Enma Nuñez.



Foto 4.39 Rebaño familiar de ovinos mejorados. Paraje Isla en la subcuenca del río Achamayo. Crédito Enma Nuñez.

Además, en la parte baja de la subcuenca se siembra en pequeña y mediana escala alfalfa, rye grass italiano y trébol rojo, pastos para corte y asociaciones como rye grass italiano/trébol rojo, destinado a la producción de vacunos de leche y animales menores (cuyes). Uno de los limitantes para el desarrollo de la ganadería, es la presencia de la ciudad de Huancayo en la zona baja de la subcuenca, donde el crecimiento de la ciudad ha hecho que la agricultura y ganadería sean desplazadas.

Impacto de los eventos meteorológicos extremos en el sector ganadero del valle del Mantaro

Enma Núñez

Introducción

En el valle del Mantaro, la producción de animales está íntimamente ligada a la producción de cultivos y a la disponibilidad de pastura natural. La crianza que predomina es el ganado ovino que representa aproximadamente el 60% de la población pecuaria, seguido en importancia por el vacuno, porcino y camélidos.

Los sistemas utilizados son el extensivo en áreas de pastos naturales (ovinos y camélidos), y semi extensivo principalmente en piso de valle (vacunos). El sistema de producción predominante en la zona media y alta de las subcuencas es el interfamiliar mixto, compuesto por animales pertenecientes a varios componentes de la familia: padres, hijos, compadres y amigos; a su vez conformado por ovinos, vacunos, camélidos y equinos, y sustentados en la existencia de pastos naturales, residuos de cosecha y mano de obra familiar. Éstos se alternan con aquellos rebaños pertenecientes a las granjas o empresas comunales de pequeña escala; y solo en el caso de la subcuenca del Cunus, se observan rebaños conformados por especies específicas y a gran escala que son manejadas por la SAIS Túpac Amaru.



Foto 4.41 San José de Quero, distrito ganadero de la subcuenca del río Cunus. Crédito E. Núñez.

La ganadería es una fuente muy importante de ingresos económicos para las familias, que cumple una función de ahorro y contribuye a satisfacer las necesidades inmediatas (autoconsumo, intercambio y venta). En los últimos años, y en parte debido al crecimiento poblacional, se ha hecho un uso intensivo de los pastos naturales ocasionando sobrepastoreo y pérdida de especies naturales con alta potencialidad forrajera, generando menor soportabilidad de estas áreas. La emisión de metano (CH_4) proveniente de ganado bajo sistemas al pastoreo, se explica parcialmente por la pobre calidad de forraje (pasturas nativas alto andinas), que en muchos casos limitan los sistemas de producción animal debido tanto a la condiciones ambientales desfavorables como al pobre manejo de ganado que incide en la baja eficiencia de utilización de nutrientes para poder producir carne o leche (Gómez et al, 2008).

Los eventos meteorológicos extremos como lluvias intensas, granizadas, sequías, heladas, olas de calor intenso, inciden en forma negativa tanto en la producción de pastos como en la producción ganadera; situación a la que hay que sumar factores externos como variabilidad de precios, escaso acceso al mercado y la información, etc. Por ejemplo, las heladas inciden tanto en la calidad y cantidad de pastos, como en la salud del ganado; en forma similar ocurre con el granizo, que muchas veces tiene como consecuencia la muerte de un número significativo de crías. Por su parte las lluvias intensas tienen efectos sobre la salud de los animales por afecciones a las vías respiratorias. El retraso en el inicio del periodo de lluvias es especialmente crítico para el caso de los ovinos, quienes tienen su periodo de parición pico en los meses de inicio de lluvia (octubre, noviembre), donde los animales requieren de mayor disponibilidad de alimento verde en cantidad y calidad. El retraso de lluvias provoca que las madres no tengan suficiente leche para mantener a sus crías y por su instinto de sobrevivencia, estas nieguen a sus crías.

Actores clave: Comunidades campesinas en el valle del Mantaro

En el valle del Mantaro las comunidades campesinas son la forma más generalizada de organización, y en menor proporción están las comunidades asociadas a la SAIS; donde gran parte de ellas combinan agricultura y ganadería.

Según Valera (1998), del 1.046.914,59 has de superficie agropecuaria que poseen las comunidades en la región Junín, un 8,77% correspondían a superficies agrícolas; 87,34% a pastos naturales, y 3,87% eran superficies no agrícolas. Es decir, la mayor superficie de tierra estaba conformada por pastos naturales. Según COFOPRI Junín, las comunidades con mayor superficie agropecuaria se ubican en las provincias de Huancayo (24,43%), Concepción (20,92%), Jauja (18,10%), y son las comunidades de la provincia de Chupaca las que poseen menor extensión de tierras (3,60%) y probablemente también las más pobres, especialmente aquellas ubicadas en el alto Cunas y el Alto Canipaco. Además, existe un gran porcentaje de comunidades campesinas reconocidas, pero que, sin embargo no cuentan con títulos de propiedad (Figura 4.21).

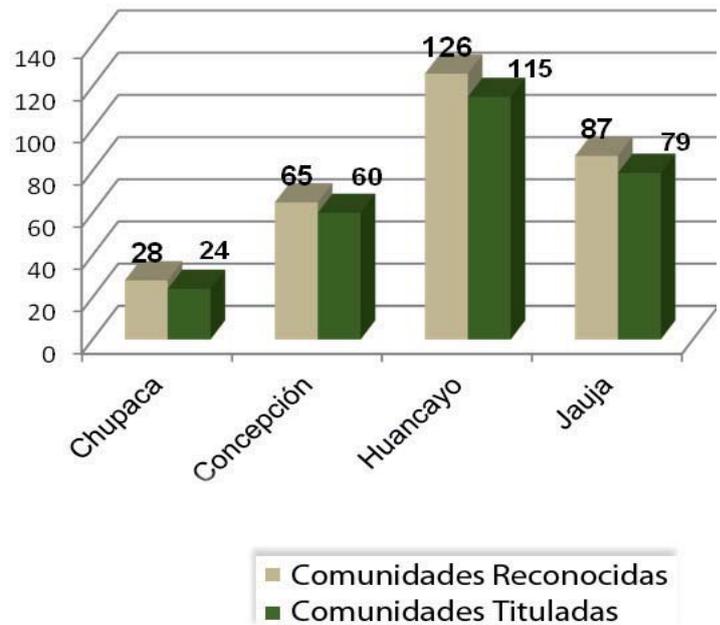


Figura 4.21 Relación de comunidades campesinas reconocidas y tituladas en el valle del Mantaro.

Características de la producción de lana y leche en el valle del Mantaro

En el valle del Mantaro, la esquila del ganado ovino se realiza en los meses de enero y febrero, y ocasionalmente entre los meses de marzo y abril —antes de finalizar el periodo de lluvias— a fin de evitar que el estiércol húmedo y el barro que se forma en los corrales y dormitorios permanezcan en la lana, dificultando su esquila y comercialización. Además, se aprovecha que la temperatura en estos meses es más benigna y que los animales han alcanzado cierto grado de desarrollo.



De arriba hacia abajo: Foto 4.41 La mujer es quién toma las decisiones para el destino de la lana en la crianza familiar. Chicche, Subcuenca del Cunas. Foto 4.42. Comercialización de lana de ovino en la feria local en el distrito de Quilcas. Créditos E. Núñez.

Las empresas ganaderas como la SAIS Túpac Amaru realizan la primera esquila de corderos durante la última semana de junio hasta la primera semana de julio, durante un periodo aproximado de 15 días. La esquila de corderos se realiza sobre animales con ocho meses de crecimiento de lana desde el nacimiento, con una longitud de mecha sobre los 8 cm, que es la que exige la industria lanar y finura de lana con un promedio de 24-25 micrones.

Los ovinos en las comunidades, tanto blancos como los de color, empiezan a esquila cuando han alcanzado dos años de edad, o cuando el crecimiento de su lana es superior a los 9 cm. Posteriormente las esquilas se efectúan anualmente (aproximadamente en un 44%), los restantes se esquilan cada dos años o en fecha diferentes, de acuerdo a las necesidades eventuales por parte de la familia comunera. Chávez, J. et al, 1989.

La esquila de ovinos adultos se realiza en el mes de febrero anualmente; empezando por las categorías: venta, rechazo; luego las borregas con crías y finalizando con las borreguillas, carnerillos y carneros. Luego de la esquila se realiza una clasificación rigurosa de la lana por su calidad y finura, de acuerdo al sistema de clasificación nacional. En estos centros de producción ganadera la esquila se realiza anualmente.

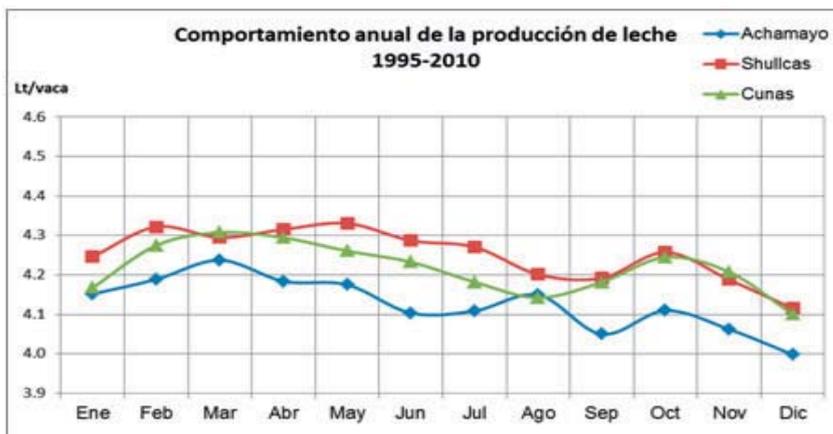
Se sabe, por otra parte, que los ovinos en pastoreo, independientemente de la composición de la pastura, no producen lana a un ritmo constante, debido principalmente, a la variación a lo largo del año de la disponibilidad de la pastura y esta a su vez; está en función a la precipitación, temperatura y

humedad del suelo (Kennedy, 1985).

En las crianzas familiares, generalmente es la mujer quién clasifica la lana de acuerdo a sus necesidades de vestido y abrigo, guardando los que ellas consideran necesario y suficiente, lo restante es vendido en las ferias locales. Los tejidos rústicos hechos con lana de ovino ó camélidos son característicos de esta zona, y apreciados en los mercados locales y regionales.

Por su parte, la producción de leche tiene un comportamiento estacional, donde los meses de mayor producción son febrero a abril, y los de menor producción de setiembre a diciembre, pero con variaciones dependiendo de cada subcuena (Figura 4.22).

La producción de leche a nivel de pequeños ganaderos se destina principalmente al consumo familiar y venta, y también a la fabricación familiar de quesos u otros derivados lácteos. La forma mas usual de comercialización es el porongueo, seguido de la venta a las fábricas de queso y plantas procesadoras, y en forma directa a los consumidores.



De arriba hacia abajo: Figura 4.22 Comportamiento anual de la producción de leche 1995-2010 en las subcuenas de Achamayo, Shullcas y Cunas. Foto 4.43 Producción de leche a nivel familiar. Ahuac, Subcuena del Cunas. Crédito E. Núñez.

Impacto general de las EME en la ganadería

Los impactos de los eventos meteorológicos extremos tienen consecuencias directas e indirectas sobre el sector ganadero. En forma directa inciden en la salud y ciclo productivo de los ganados, y en forma indirecta al degradarse las pasturas naturales y cultivadas necesarias para el sostenimiento de ovinos y vacunos en la ganadería del valle del Mantaro. Estos factores tienen impacto negativo sobre los índices productivos, por ejemplo en el incremento de la mortalidad especialmente de crías, disminución del peso corporal del ganado, baja producción de carne, leche, lana y crías, etc.; y los índices reproductivos dados por la disminución de la tasa de fertilidad y natalidad, mortalidad de crías etc., lo que repercute en el incremento de los costos de producción y/o la muerte de cabezas de ganado ante la falta de bebida o alimento.

Homse (2006) sostiene que la escasez de precipitaciones se manifiesta negativamente sobre la producción animal por falta de agua para bebida, además que la concentración del ganado en los manantiales puede ser una fuente de contagio de enfermedades infecciosas y parasitarias. Por otro lado, la falta de agua limita el crecimiento de las pasturas, por lo que los animales consumen menos pasto de lo requerido, y generalmente de menor calidad nutritiva, y a largo plazo puede darse una degradación de las tierras de uso ganadero. También hay indicios de que en época de sequías las vacas no se preñan adecuadamente, con la consiguiente disminución en el número de terneros. Además, la falta de agua disminuye la disponibilidad de agua para riego para los pastos cultivados en el valle, situación que empeora si se tiene en cuenta que no existen buenas prácticas sobre conservación de forrajes.

También las lluvias intensas afectan al sector, sobre todo en el caso de pastos cultivados que ven afectado su rendimiento; además los vacunos y ovinos sufren un fuerte estrés al estar casi permanentemente en contacto con barro y agua, para el caso de los vacunos afectando la producción de leche, sobre todo por enfermedades infecciosas asociadas a la humedad, tales como la pederia y mastitis.



Foto 4.44 Rebaño de ovinos afectados por lluvias intensas. Anexo de Nahuinpuquio, Rangra. Crédito E. Núñez.

Cabe indicar que los efectos indirectos de las heladas no se manifiestan de inmediato, sino después de algunos meses como en el caso de los pastos naturales cuyo efecto se hará evidente cuando su resistencia a la falta de agua sea menor y el pasto quede seco antes de lo normal.

Según los estudios sobre percepción de los pobladores (Capítulo 1), las sequías y heladas son los fenómenos que más impactan en la producción de pastos naturales. Esta afectación de los pastos incidirá en forma notable sobre los animales, que verán reducida su disponibilidad de alimento, pudiendo mostrar sus efectos graves a través del incremento de la desnutrición, mayor incidencia de enfermedades infecciosas y parasitarias; causas principales para el incremento de la mortalidad de los animales y la descapitalización del pequeño productor.

En forma directa, las heladas provocan una alta mortalidad de crías y animales mayores (Vivanco, 2007). Indirectamente la ganadería se ve impactada por el escaso crecimiento vegetativo y afectación a los rebrotes de los pastos, lo que incide en el peso de los animales. También se puede presentar una baja producción de leche debido al estrés generado por los intensos fríos y la caída de la oferta de forraje.

Tabla 4.26 Número de animales promedio por familia antes y después de la temporada de bajas temperaturas.

Especies de animales	Ayacucho		Huancavelica		Apurímac		Puno		Promedio de pérdida
	Antes	Ahora	Antes	Ahora	Antes	Ahora	Antes	Ahora	
Vacunos	6,1	3,8	3,2	2,5	4,4	3,4	3,4	2,5	1,3
Llamas y alpacas	1,9	1,7	0,4	0,4	12,7	10	35,2	29,3	2,3
Ovejas, cabras	9,6	8,1	6,8	5,7	14,5	12,7	21,8	17,1	2,3
Cerdos	1,9	1,0	1,5	1,2	0,8	0,5	0,4	0,3	0,4
Aves	6,5	4,1	4,6	3,0	4,7	2,7	2,0	1,3	1,7
Cuyes	5,1	2,5	6,7	3,7	11,9	7,2	2,6	1,8	2,8
Burros o caballos	0,6	0,5	0,6	0,4	1,0	0,9	0,4	0,1	0,2

Fuente: Evaluación de la situación de seguridad alimentaria en cuatro departamentos del Perú afectados por bajas temperaturas, FAO, 2007.

Según el PMA-ONU (2007), las bajas temperaturas de los meses de febrero-julio 2007 (heladas, pero también granizadas y nevadas), afectaron severamente las comunidades andinas del Perú ubicadas por encima de los 3.500-3.800 msnm., afectando la ganadería en el número promedio de especies de animales que manejaba cada familia en su sistema productivo, siendo la disminución mucho más notoria en el número promedio de camélidos, ovejas y cuyes. En la Tabla 4.26 se presenta el número de animales promedio por familia antes y después del friaje para 4 regiones, dos de las cuales son colindantes con la región Junín.

Según este mismo estudio, el principal efecto de estos meses de bajas temperaturas fue la presencia de enfermedades en animales en alrededor del 50% de los hogares. Las neumonías fueron las afecciones más prevalentes tanto en vacunos, camélidos y ovejas, pero también las bajas temperaturas ocasionaron diarreas, fiebres y abortos sobre todo en los camélidos (Tabla 4.27). Tratándose de familias que viven en pobreza extrema y comunidades con poca presencia de instituciones y servicios veterinarios, en la mayor parte de casos, los animales no recibieron tratamiento especializado.

Tabla 4.27 Especie animal, tipo de enfermedad y porcentaje de hogares afectados

Especie Animal	Tipo de enfermedad	% de hogares afectados
Ganado vacuno	Neumonías	44,9
	Diarreas	23,6
	Abortos	0,9
	Fiebres (carbunco)	12,9
	Otros	17,8
Camélidos sudamericanos: llamas y alpacas	Neumonías	44,4
	Diarreas	30,9
	Abortos	13,6
	Fiebre (carbunco y otros)	3,7
	Otros	7,4
Ovejas y/o cabras	Neumonías	48,9
	Diarreas	20,6
	Abortos	5
	Fiebre (carbunco y otros)	7,8
	Otros	17,8

Fuente: Evaluación de la situación de seguridad alimentaria en cuatro departamentos del Perú afectados por bajas temperaturas, FAO, 2007.

Efectos de la precipitación y diferencia de temperatura en la producción de leche, carne y lana

Para el presente análisis se trabajó con información meteorológica correspondiente a las estaciones de Huayao (IGP), Santa Ana e Ingenio (SENAMHI), para los periodos 1994-2010 (Huayao y Santa Ana) y 2001-2010 (Ingenio). La información agraria referida a la producción de carne y leche de vacuno, y carne y lana de ovino durante el periodo 1995-2010, fueron proporcionadas por la Dirección Regional Agraria-Junín - DIA-DRAJ. Debido a la heterogeneidad de los datos productivos se trabajó con un índice estandarizado de producción. Los principales resultados de las correlaciones trabajadas pueden resumirse en:

- Correlación entre precipitación y producción de leche. Para cada una de las tres subcuencas en estudio existe correlación baja con periodos de retraso de 5 meses (Achamayo) y 4 meses (Cunas y Shullcas) para el período 1995-2010. Es decir, la precipitación registrada en el mes de setiembre tiene su mayor efecto en la producción de leche del mes de enero, siendo la correlación positiva, es decir, a mayor precipitación mayor producción lechera. Sin embargo, debemos indicar que se debe definir umbrales máximos y mínimos de precipitación para disminuir los efectos negativos en la producción.
- Correlación entre temperaturas bajas y producción de leche. Existe una débil relación inversa, con un retraso de 5 meses para las subcuencas de Shullcas y Cunas, y 6 meses para la subcuenca de Achamayo, donde a mayor diferencia de temperatura menor producción de leche. Se debe definir umbrales máximos y mínimos de temperatura para disminuir los efectos negativos en la producción.
- Correlación entre precipitación y producción de carne. Para el caso de carne de vacuno, se encuentra una baja correlación positiva en periodos de retraso de dos meses (Achamayo) y tres meses (Cunas y Shullcas). Es decir, la precipitación registrada en el mes de noviembre tiene su mayor efecto en la producción de carne del mes de enero ó febrero. Una relación similar se encontró entre precipitación y carne de ovino.
- Correlación entre precipitación y producción de lana, y bajas temperaturas y producción de lana. Para todos los casos se tomó el criterio un año de retraso, es decir la producción de lana sería resultado de la precipitación (bajas temperaturas) del año anterior. Se encontraron relaciones inversas muy bajas y no significativas para cada una de las subcuencas.

Discusión

Los eventos extremos que causan mayor daño en la ganadería del valle del Mantaro son las heladas, sequías, lluvias intensas y granizadas, según la percepción de los pobladores de la zona. Estos daños son directos e indirectos, donde los indirectos están vinculados a las pasturas, y el directo al impacto que ocurre cuando el evento meteorológico es intenso, y generalmente provoca muerte de crías, como pueden ser heladas ó granizadas muy fuertes.

Los daños indirectos a su vez pueden ser de corto plazo, como aquellos vinculados a la falta de lluvias durante períodos consecutivos de días donde en poco tiempo los pastos y ganados sienten la falta de agua, y los de mediano plazo (6 meses a más) que están relacionados con el estrés ocasionado en los animales por la falta de alimentos adecuados, escasez (pero no falta) de agua para bebida, etc. que se manifiestan en la disminución del peso corporal del ganado, baja producción de carne, leche y lana; así como aquellos problemas relacionados con los índices reproductivos, tales como disminución de la tasa de fertilidad y natalidad (Homse, 2006). Para este último caso los efectos se manifestarían con periodos de retraso de varios meses.

A pesar de que los ganados son sensibles a los eventos meteorológicos extremos, no cabe duda de que es una actividad resistente, y en general los ganados son utilizados como refugio para situaciones socioeconómicas difíciles o de riesgo; como una enfermedad en la familia. Un problema latente es la baja calidad de los pastos, que se vienen degradando por la sobreexplotación, pero también por la falta de buenas prácticas, tales como uso de cercos, rotación de campos, sembrado de pastos, escasa asistencia técnica, etc, considerando que el ganado se sustenta sobre el crecimiento y disponibilidad del pasto.

Un punto aparte merece la potencialidad de la ganadería en la producción de derivados lácteos como queso o yogurt, así como las artesanías textiles, que son industrias que no están plenamente desarrolladas, y que requieren de mayor capacitación y asistencia técnica entre la población del valle.

Bibliografía Capítulo 4

Sector Ganadería

Acción contra el hambre, (2011): Línea de Base Sociocultural, Programa para combatir la desnutrición infantil en la Sierra Central de Perú. Documento de Trabajo.

Caballero, V., (1990): Cambios en la Propiedad de la Tierra: Estudio de la SAIS Cahuide y de las Comunidades Socias en Perú El Problema Agrario en Debate SEPIA III, Pág. 173

Casasola, F. et al (2011): Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza – CATIE “Impacto de la variabilidad climática sobre la productividad de leche y los medios de vida de productores ganaderos de Santa Cruz de Turrialba”. Disponible en: www.cipav.org.co/pdf/.../Panama2010/Francisco.Casasola.pdf.

Caycho, H., (1977): Las SAIS de la Sierra Central. ESAN Departamento de Investigación. Pág. 13

CEPES, (2011): file:///G:/BIBLIOGRAFIA%20GENERAL/ganaderia%20en%20el%20peru/cepes%20prueba_site.shtml

Chávez, J. F., Cabrera, P., y Olivera E., (1989): El Ovino Criollo y su Sistema de Crianza. En Gamarra, J., y Chávez J. F (Ed). Sistemas Propios de Manejo de Tierras y Animales en Comunidades Campesinas, Lluvia Editores, Lima 1989.

Comunidad Andina, (2011): Suceptibilidad a heladas. Disponible en: http://www.comunidadandina.org/predecan/atlasweb/chapters/cuando_hiela/2.html

Deutsche Stiftung Für Internationale Entwicklung DSE, (1989): “Ecología, Agricultura y Autonomía Campesina en los Andes.

FAO, (2008): Análisis Preliminar del Impacto del Friaje 2008 en la Agricultura y Ganadería Altoandina. Disponible en: http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/1A7C925C7F0F2DD50525749E0052505F-Informe_completo.pdf

FAO, (2010): <http://ecodiario.economista.es/sociedad/noticias/1830371/01/10/Cambio-climatico-los-pastizales-del-mundo-pueden-absorber-mas-co2-que-los-bosques.html>

Figueroa, F., (1990): “La Ganadería en el Perú”, en Sociedad y Naturaleza en los Andes Tomo II, pág.149.

Flórez A. y E. Malpartida (1987): “Manejo de Praderas Nativas y Pasturas en la Región Alto Andina del Perú” Tomo I. Ed. Banco Agrario Lima, Perú.

Fulcrand B., (2004): “Las Ovejas de San Juan”, Cusco Perú.

Ganadería en el Perú. <file:///G:/BIBLIOGRAFIA%20GENERAL/ganaderia%20en%20el%20peru/Ganaderia-en-el-Peru.htm>

Greslou F., (1990): “Visión y Crianza Campesina de los Animales Andinos”, en Sociedad y Naturaleza en los Andes Tomo II, pág.: 91 y 92

Homse, A., (2006): Efecto de la sequía sobre la producción ganadera regional. Disponible en: www.inta.gov.ar/mercedes/investiga/.../informeSequiaHomse.pdf

Kennedy, (1985): Citado por: Santiago de Gea, G.,:Factores que Influyen sobre la Producción de Lana.Factores que Influyen sobre la Producción de Lana. Disponible en: <http://www.vet-uy.com/articulos/ovinos/050/041/ov041.htm>

López, M., Solís, G., Murrieta J., López, R., (2009): Percepción de los ganaderos respecto a la sequía: viabilidad de un manejo de los agostaderos que prevenga sus efectos negativos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C Carretera al Ejido La Victoria, Hermosillo, Sonora, México.

Malpica, C., (1974): "Los Dueños del Perú". Ed. Peisa, Lima Perú. Pág. 158.

Martínez, H., (1980, 1990): Citado por Mayer, Enrique. 2009 "Cuentos Feos de la Reforma Agraria". Instituto de Estudios Peruanos. CEPES. pp. 276

Mayer, E., (1981): Uso de la Tierra en los Andes: Ecología y Agricultura en el Valle del Mantaro del Perú, con referencia especial a la papa. Centro Internacional de la Papa (CIP).

Meza Lozano, J., (2011): Entrevista Diario Correo de Huancayo, Jueves 4 de agosto del 2011, pág. 10

Ovinos: realidad y problemática del sector pecuario: file:///C:/Documents%20and%20Settings/Principal/Escritorio/OVINOS.htm

Pastrana, R., Sabogal, Y., (1981): La Lana: Cualidades, Clasificación y Producción. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Centro Experimental Tibitá - Bogotá, D.E.- Colombia 1981.

PMA-ONU, (2007): "Evaluación de la Situación de Seguridad Alimentaria en cuatro departamentos del Perú, afectado por bajas temperaturas", Lima, agosto 2007. Disponible en: www.onu.org.pe/upload/documentos/PMA_Friaje.pdf - onu.org.pe

Pulgar Vidal, J., (1976): "Geografía del Perú/Las Ocho Regiones Naturales". Ed. Universo-Lima, citado en Flórez y Malpartida, 1987.

Salazar, L., (1982): "Exploración de Ganado Lechero en Altura". En Resumen del Curso Nacional de Producción de Vacunos de Leche. UNCP - Huancayo. pp. P1-P5

Sánchez, R., (1989): Las SAIS de Junín y la alternativa comunal". Debate Agrario 7:85-101

Servicio Silvo Agropecuario (1987): Manual Silvo Agropecuario, Tomo IV. Servicio Silvo Agropecuario SESA, de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Valera, G., (1998): Las Comunidades en el Perú, una visión nacional desde las series departamentales. Lima: IRP. En las Comunidades Campesinas en la Región Junín. Asociación de Servicios Educativos Rurales (SER).

Valdivia, C., y J. Pichihua, (1986): El Proceso de Acumulación de Capital, Desarrollo y contradicciones internas de las SAIS de la Sierra Central; en El Perú El Problema Agrario en Debate SEPIA I. pp. 153, 180.

Vivanco., W., (2007): Situación y Proyección de la Ganadería Peruana. Disponible en: www.webmii.es/Result.aspx?f=William&l=Vivanco&r=es

Sector Salud

Aspectos generales de los impactos de los eventos meteorológicos extremos en el sector salud de Perú

Fidel Villena

Introducción

Eventos extremos como descensos bruscos de la temperatura, olas de calor, lluvias torrenciales y fenómenos extremos afectan la vida de los pobladores, los servicios de salud y el ambiente, determinando cambios en las formas de vida de nuestras poblaciones. Por ejemplo, precipitaciones por encima de lo normal generan eventos con gran poder destructivo, como inundaciones, huaycos, aludes, anegamientos, etc., en tanto que las precipitaciones por debajo de lo normal, generan insuficiencia hídrica, generando escasez de alimentos, agua de consumo humano, entre otras, que asociadas a condiciones de alta vulnerabilidad socioeconómica como la condición de extrema pobreza y de difícil acceso, está generando el incremento de la morbimortalidad por neumonías, enfermedades diarreicas, cólera y enfermedades metaxénicas como el dengue y la malaria en poblaciones vulnerables.

La Ley N° 29664, publicada el 19 de febrero del 2011, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre señala la aplicación de los procesos y subprocesos de la gestión del riesgo de desastres en el contexto de un aumento en la frecuencia y gravedad de los desastres en el Perú, y en el entendimiento que los desastres tienen gran repercusión en la vida y la salud de las poblaciones y afectan en forma desproporcionada a los más pobres. El Ministerio de Salud de Perú viene trabajando en la línea vinculada a la reducción del riesgo, la prevención, mitigación y preparación considerando el riesgo futuro y existente, con el fin de mejorar el funcionamiento de los servicios de salud y el entorno ambiental y hacer más efectiva la asistencia de las víctimas durante y después de eventos de esta naturaleza.

Análisis del riesgo en la salud: Vulnerabilidades

En el contexto de análisis del riesgo de eventos extremos en el sector salud, el MINSA incorpora las vulnerabilidades: sociales, económicas, institucionales y otras vinculadas a los determinantes de la salud. Las cuales se detallan a continuación.

Vulnerabilidad socioeconómica

Vulnerabilidad de la población e infraestructura. Referidos a infraestructuras expuestas, como por ejemplo las ciudades y cultivos en las llanuras de inundación, así como las carreteras que corren sobre plataformas que no están adecuadamente protegidas de la erosión, por lo cual son cortadas y colapsan frecuentemente. Su vulnerabilidad deriva de su inadecuada localización, en tal sentido, el factor ubicación de los poblados es decisivo.

Tipo de vivienda de la población y el material de que está construida. También es otro factor de vulnerabilidad. La mayoría de viviendas en zonas rurales o pobres son de material frágil, como por ejemplo adobe por lo cual las inundaciones y las lluvias intensas erosionan, humedecen sus bases y finalmente causan el derrumbe de las casas.

Pobreza y desnutrición. Los lugares de los quintiles 1 y 2 de pobreza (Foncodes.2006), constituye una vulnerabilidad importante ya que esta condición hace que la población aumente las probabilidades de enfermar.

Los altos índices de desnutrición presentes en las zonas de menor desarrollo y principalmente en lugares donde el déficit económico y las condiciones del suelo y clima no permiten una variedad de cultivos que satisfagan el autoconsumo. La desnutrición como se sabe facilita el inicio de enfermedades y también impide una adecuada respuesta a estas, todo como consecuencia de una disminución de capacidad del sistema inmunológico que no llega a desarrollar adecuadamente su rol de protección contra enfermedades principalmente infecciosas dentro de las cuales se encuentran las IRAs, EDAs, Neumonías y Enfermedades Metaxénicas.

Tab 4.28 Indicadores de morbilidad.

Vulnerabilidad sanitaria

Entendida como la predisposición de daños a la población por enfermedades derivadas de los fenómenos extremos, para lo cual el sector salud debe trabajar en el reporte, monitoreo y actualización de los indicadores explicados en la Tabla.4.28.

La Vulnerabilidad Sanitaria de la población es reflejada por los las tasas de morbimortalidad por

Indicadores de morbilidad			
Indicador	Unidad de medida	Tiempo de reporte	Responsable
Enfermedad diarreica aguda	Nº de casos: Tasa de incidencia Tasa de prevalencia	Semanal Mensual Trimestral Semestral Anual	MINSA/DGE
Enfermedades respiratorias agudas			MINSA/DGE
Malaria			MINSA/OGE/DIGESA
Dengue			MINSA/OGE/DIGESA
Cólera			MINSA/OGE/DIDGSP
Indicadores de mortalidad			
Mortalidad	Nº casos Tasa de Mortalidad	Semanal Mensual	MINSA/DGE

Fuente MINSA

Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs), EDA (Enfermedad Diarreica Aguda), Metaxénicas (Enfermedades transmitidas por vectores) y neumonías, que son los problemas de salud más relevantes y que ocasionan típicamente un ascenso del número de afectados por esta causa incluso elevando los índices de mortalidad; dentro del grupo de personas afectadas por estas dolencias se ha evidenciado que las poblaciones con mayor grado de afectación son los recién nacidos, los menores de cinco años y los adultos mayores, tal como ha sido determinado a través de la Vigilancia epidemiológica que realiza la Dirección General de Epidemiología del MINSA

a) Vigilancia epidemiológica durante las temporadas frías

Las infecciones respiratorias agudas son una de las primeras causas de morbimortalidad (número de enfermedades y fallecimientos) en niños menores de cinco años en nuestro país. El Ministerio de Salud realiza la vigilancia epidemiológica de la tendencia y el comportamiento de las IRAs, neumonías y defunciones por neumonías a nivel nacional y durante todo el año. Las infecciones respiratorias agudas y las neumonías suelen incrementarse a finales de otoño y la temporada de invierno (Semana epidemiológica 16 a 39).

De acuerdo a los reportes de la Dirección General de Epidemiología del Ministerio de Salud, los casos de neumonía e incidencia a nivel nacional entre el 2006 al 2010 muestran una tendencia a la disminución, a excepción del 2006 donde se presentaron un importante número de casos y defunciones (Figura 4.23)



Figura 4.23 Atenciones por neumonías en menores de 5 años. Perú 2005 - 2010. Fuente MINSA

De la misma manera, debemos mencionar que durante el periodo 2005 al 2010, la región Junín presenta una tendencia a la disminución en los casos de neumonía con una tasa de incidencia de 72 por 10,000 habitantes. (Figura 4.27).

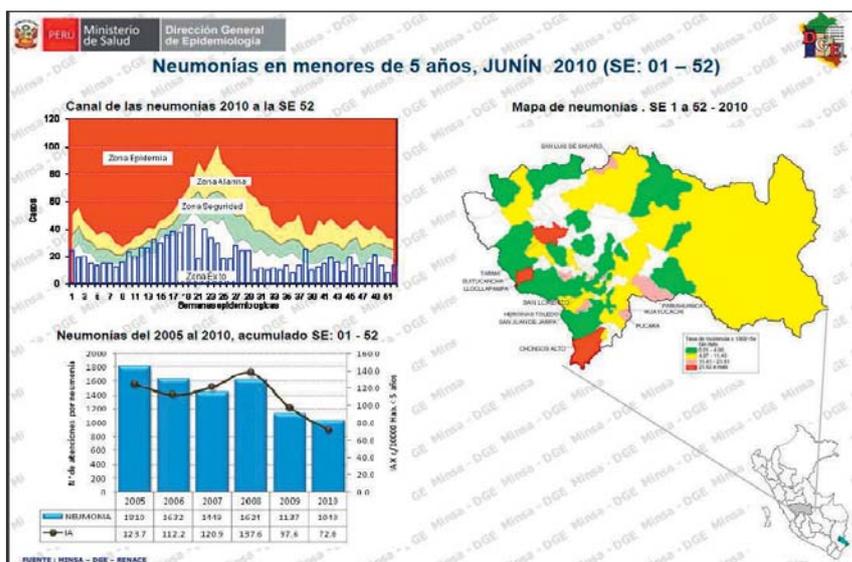


Figura 4.27 Neumonías en menores de 5 años, Junín 2010. Fuente MINSa.

Comparando la tasa de letalidad (número de fallecidos en relación a los casos de neumonías) con el número de casos de neumonía en menores de cinco años durante las temporadas de frío 2008 al 2010 en el país, se evidencia que las regiones de Puno, Huánuco, Cusco, Huancavelica y Junín, presentan una elevada tasa de letalidad con un menor número de casos de neumonías en comparación a otras regiones, observación que nos indica indirectamente que existen otros factores implicados en los niveles de letalidad, además del incremento del frío en dichas regiones (Figura 4.28).



Figura 4.28 Atenciones de neumonías y defunciones en menores de 5 años por departamentos del Perú. Fuente MINSa.

b) Vigilancia epidemiológica durante las temporadas de lluvias

Malaria

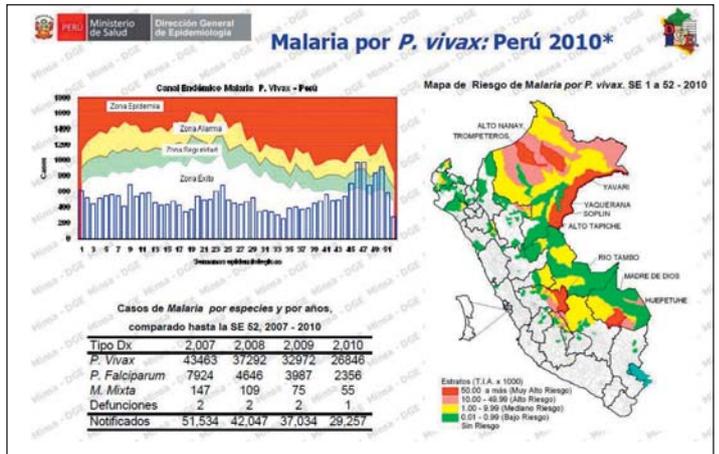
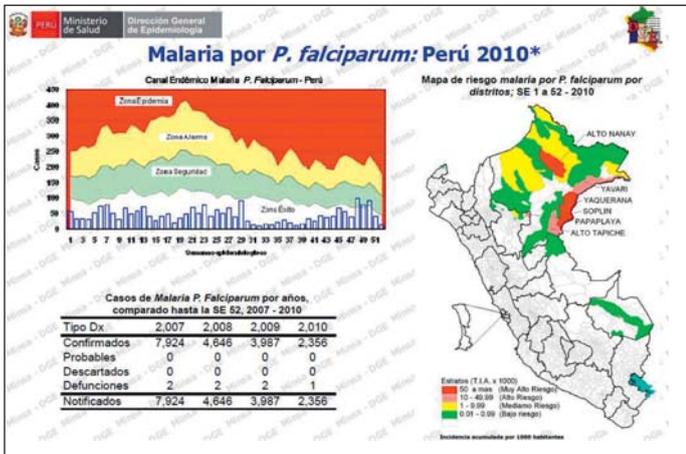
En períodos lluviosos existe la posibilidad de incrementarse el riesgo de presentación de malaria, debido al incremento de potenciales criaderos de zancudos Anopheles. La interrupción de las acciones de control vectorial debido a problemas con accesibilidad geográfica favorece la presentación de la enfermedad. Por último, el antecedente epidemiológico del área afectada es determinante para la presentación de este problema.

Si bien a partir del año 2006, el análisis de la situación de malaria a través del canal endémico nos indica que se encuentra en la zona de éxito (zona de menor riesgo), existen regiones con reporte de casos, la mayoría de los cuales corresponden a la selva (Loreto, Madre de Dios y Ucayali). En el caso de la Región Junín, la Malaria se ha presentado un incremento importante de casos confirmados en el año 2010 en número de 7.237 en las zonas de selva de la región, distritos de Chanchamayo y Perené.

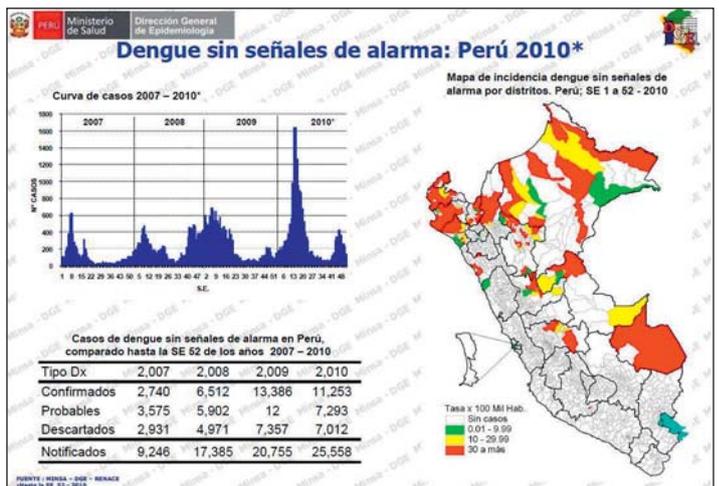
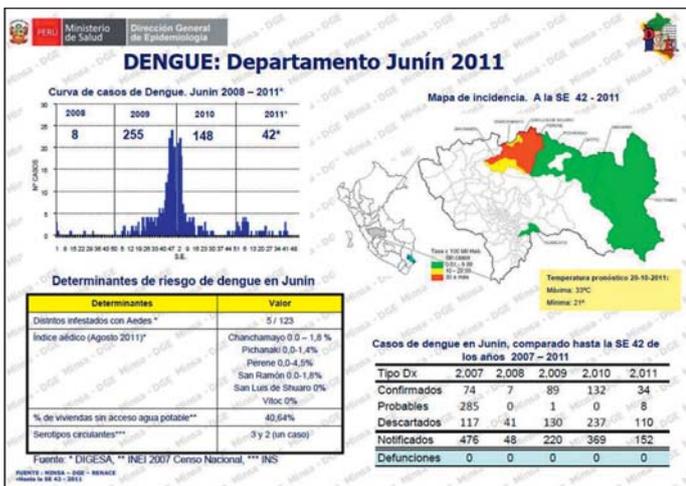
Dengue

El dengue es otro problema de salud pública cuyo riesgo de que se presente se incrementa durante el período lluvioso, la acumulación de agua, que se deposita en las hojas de los árboles, en los inservibles (recipientes utilizados para almacenamiento de agua), se constituye como un potencial criadero de larvas del vector. En el año (2010) la tasa de infestación aedica (presencia del vector) está superando los valores de años anteriores.

Casi el 100% de los departamentos —priorizados por problemas de lluvias— se encuentran con focos epidémicos activos, la interrupción de las actividades de control por los obstáculos que generan las lluvias, podrían agravar a futuro la situación epidemiológica de esta enfermedad. En el caso de la Región Junín el dengue también se presenta con un incremento el 2010 de 34 casos confirmados.



De izquierda a derecha: Figura 4.29 Malaria por *P. falciparum*: Perú 2010. Figura 4.30 Malaria por *P. vivax*: Perú 2010. Fuente: MINSa.



De izquierda a derecha: Figura 4.31 Dengue: Departamento Junín 2011. Figura 4.32 Dengue sin señales de alarma: Perú 2010. Fuente: MINSa.

Enfermedades diarreicas

Las enfermedades diarreicas podrían representar un grave problema de salud pública durante este período, agravado por el crecimiento poblacional en zonas urbanas que no cuentan con servicios básicos, asimismo pueden incrementarse los brotes de enfermedades transmitidas por alimentos, siendo los principales condicionantes los siguientes:

- Contaminación de agua y alimentos
- Hacinamiento
- Colapso de sistemas de agua y desagüe
- Inadecuada conservación y preparación de alimentos
- Distribución de alimentos sin control bromatológicos.
- Inadecuado abastecimiento, almacenamiento y manipulación de agua

En este aspecto se mantienen los niveles altos de episodios de EDAs durante toda la década del 2000-2010.

Vulnerabilidad institucional

Definimos así a la capacidad resolutive de nuestros establecimientos de salud para enfrentar una demanda normal y sobredemanda por emergencias masivas o desastres, el déficit de profesionales médicos y no médicos, la falta equipamiento y ambulancias necesarias para garantizar el traslado asistido de pacientes complicados.

Los establecimientos de salud se verán afectados en forma directa en el caso de exceso de lluvias e inundaciones, pero, además las condiciones generadas por las lluvias podrían generar dificultades en la capacidad resolutive por los elementos señalados en la Tabla 4.29.

Tabla 4.29 Vulnerabilidad de los establecimientos de salud

Evento Extremo	Daños a la salud de las personas	Daños a los establecimientos de Salud
Lluvias e inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> -Incremento de Enfermedades Metaxénicas como el Dengue, Malaria. -Incremento de EDAs (Enfermedad Diarréicas Agudas). -Lesiones traumáticas por el incremento de accidentes de tránsito por presencia de huaycos y colapso de las vías de tránsito. -Ahogamientos por inundaciones. - Infecciones de la piel, enfermedades oftalmológicas y conjuntivitis, pediculosis en albergues, condicionadas por: Inadecuado aseo personal, hacinamiento de población afectada. laceraciones, heridas/cortes, contacto con aguas contaminadas. -Además, el período lluvioso favorece la presentación de enfermedades zoonóticas (derivados a animales como los roedores, felinos, canes, etc.) como peste, en áreas endémicas y leptospirosis. 	<ul style="list-style-type: none"> -Las filtraciones en los techos o su colapso, el humedecimiento de las paredes o el anegamiento de ambientes, puede generar la inutilización de uno o varios ambientes, exponiendo a la intemperie en algunos casos, al personal y pacientes. -Deterioro de equipamiento, medicamentos y suministros. -La dificultad de uso de ambulancia generaría retraso en la referencia de casos, máximo si se trata de emergencia, así como en el traslado de los equipos de respuesta inmediata. -La pérdida o deterioro de suministros y medicamentos restaría capacidades para una adecuada y oportuna atención de los daños a presentarse.
Evento de bajas temperaturas, friaje, heladas, nevadas	<ul style="list-style-type: none"> -Neumonías, IRAs (Infecciones Respiratorias Agudas), SOBAs (Síndrome de Obstrucción Bronquial Agudo) en menores de cinco años y adultos mayores. 	<ul style="list-style-type: none"> Las limitaciones en la atención ocasionadas por los daños a la salud del personal condicionado por la estación invernal. -Daños a la Infraestructura, techos, ventanas, falta de medicamentos, insumos, etc. -Dificultad o limitaciones en la disposición de fuentes de energía. -Las limitaciones en la operatividad de equipos electrónicos generaría dificultades en las labores de diagnóstico y tratamiento.
Sequías	<ul style="list-style-type: none"> -Incremento de EDAs en poblaciones que no cuentan con sistema de almacenamiento y potabilización del agua. -Desnutrición aguda en poblaciones que dependen del cultivo para autoconsumo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Las limitaciones en la disponibilidad de agua también limitaría el funcionamiento del servicio al tener que ubicarse medios alternos para la provisión de agua.

Sin embargo, para una estimación más cercana de los probables daños por eventos extremos es indispensable y prioritario el levantamiento de la información referida a la vulnerabilidad en sus componentes estructural (paredes, columnas, techos), no estructural (puertas, ventanas, equipos biomédicos, etc) y organizativo-funcional (organización de simulacros, formulación de planes, financiamiento, etc).

Frente a la problemática actual —tanto real como potencial— una vez manifestadas las condiciones extremas por lluvias, bajas temperaturas, es necesaria la identificación y ejecución de acciones con objetivos dirigidos a disminuir o evitar probables daños o, en todo caso, asegurar una atención y control adecuados y oportunos, en caso de presentarse daño alguno.

Vulnerabilidad ambiental

Cabe mencionar que se pueden presentar limitaciones de acceso a los EESS, lo cual condiciona a que la población no pueda llegar a solicitar el servicio y que los equipos itinerantes no puedan desplazarse a los lugares que requieran de intervención inmediata.

La temporada de lluvias presenta un conjunto de manifestaciones (lluvias torrenciales, inundaciones, huaycos, derrumbes, aludes, etc.) cuyo impacto sobre las condiciones ambientales preexistentes, que por sí son las deseables, generan nuevos escenarios que ponen en riesgo la salud de la población y el funcionamiento de los servicios de salud; son los llamados efectos secundarios. Entre los daños frecuentes sobre el entorno ambiental que condicionan negativamente la salud de la población, tenemos:

- Infraestructura y equipamiento de los sistemas de agua para consumo humano, conllevando al colapso o restricción del servicio.
- Infraestructura y equipamiento de los sistemas de disposición de desechos, condicionando su funcionamiento.
- Vías de transporte terrestre (carreteras, puentes, líneas férreas, etc.), generando aislamiento de las localidades afectadas, y generando problemas de referencia y contra referencia de pacientes, aprovisionamiento de víveres, combustibles, etc.
- Infraestructura y equipamiento de los sistemas de telecomunicaciones, dificultando las coordinaciones en la referencia y contra referencia de pacientes, la solicitud de apoyo, etc.

Otras vulnerabilidades

De acuerdo a los estudios realizados, frente al riesgo de enfermarse de neumonía, enfermedad diarreica, dengue y otras, se agregan como vulnerabilidades importantes la educación de la madre, bajo peso al nacer, lactancia materna no exclusiva durante los 6 primeros meses de vida, inmunizaciones incompletas, entre otras (Tabla 4.30).

De la misma manera, de acuerdo a la OMS, las muertes en menores de cinco años tienen como causa subyacente en un 50% la desnutrición infantil.

Tabla 4.30 Factores de riesgo del huésped y del ambiente, que incrementan la incidencia de neumonías adquiridas en la comunidad en países desarrollados (*)

Factores de riesgo definitivos	Bajo peso al nacer Lactancia materna no exclusiva en los primeros 5 meses de vida Inmunización incompleta para sarampión en el primer año de vida Hacinamiento Contaminación del aire dentro de la vivienda
Factores de riesgo probables	Tabaquismo de los padres Deficiencia de zinc Experiencia de la madre para cuidar hijos Enfermedades concomitantes (diarrea, enfermedad cardíaca, asma)
Factores de riesgo posibles	Educación de la madre Asistencia a guardería Lluvias y humedad, gran altitud (aire frío) Deficiencia de vitamina A Orden del nacimiento Contaminación del aire exterior

Fuente: *Igor Rudan, Cynthia Boschi-Pinto, Zrinka Biloglav, Kim Mulholland, Harry Campbell
Epidemiology and etiology of childhood pneumonia Bulletin of the World Health Organization | May 2008, 86 (5) Elaboración MINSa.

Este artículo puede ser citado como: Villena, F., (2012): “Aspectos generales de los impactos de los eventos meteorológicos extremos en Salud en el Perú”, en Manejo de riesgos de desastres ante eventos meteorológicos extremos en el valle del Mantaro, Instituto Geofísico del Perú.

Bajas temperaturas y su impacto en la salud infantil en la subcuenca del río Achamayo

Lidia Enciso, Grace Trasmonte y Fidel Villena

Introducción

Los eventos meteorológicos de bajas temperaturas, tienen una manifestación amplia y se les identifica con diferentes nombres, según su valor, periodo o lugar de impacto, tales como: temporada de frío, bajas temperaturas, heladas o friajes. Dichos eventos se presentan normalmente cada año, en particular son frecuentes en zonas de alta montaña.

En el departamento de Junín —según la percepción de la población— estudios realizados por el IGP (IGP, 2005), así como estadísticas del Ministerio de Salud (Diresa-Junín, 2004), dan cuenta que las temperaturas bajas repercuten en la presencia de infecciones respiratorias agudas (IRAs) en el valle del Mantaro, siendo los grupos vulnerables los niños y ancianos; siendo la época de mayor riesgo la temporada de frío, entre los meses de mayo a agosto. Por ello, se planteó como objetivo del estudio determinar el riesgo en la ocurrencia de enfermedades respiratorias agudas asociadas a bajas temperaturas y a rangos de temperaturas atmosféricas, puesto que a nivel nacional son escasos los estudios relacionados a este tema (Dr. Fidel Villena, comunicación personal) donde se establezca la relación entre los factores ambientales (temperaturas mínimas y rangos térmicos, físicos de altitud, accesibilidad, relieve, etc.), los factores sociales de pobreza (el analfabetismo, tasa de desnutrición) y de salud (perfil de morbilidad por IRAs y neumonía), y en particular en los cuales se haya analizado la importancia de cada uno de estos factores en la ocurrencia de las enfermedades respiratorias agudas.

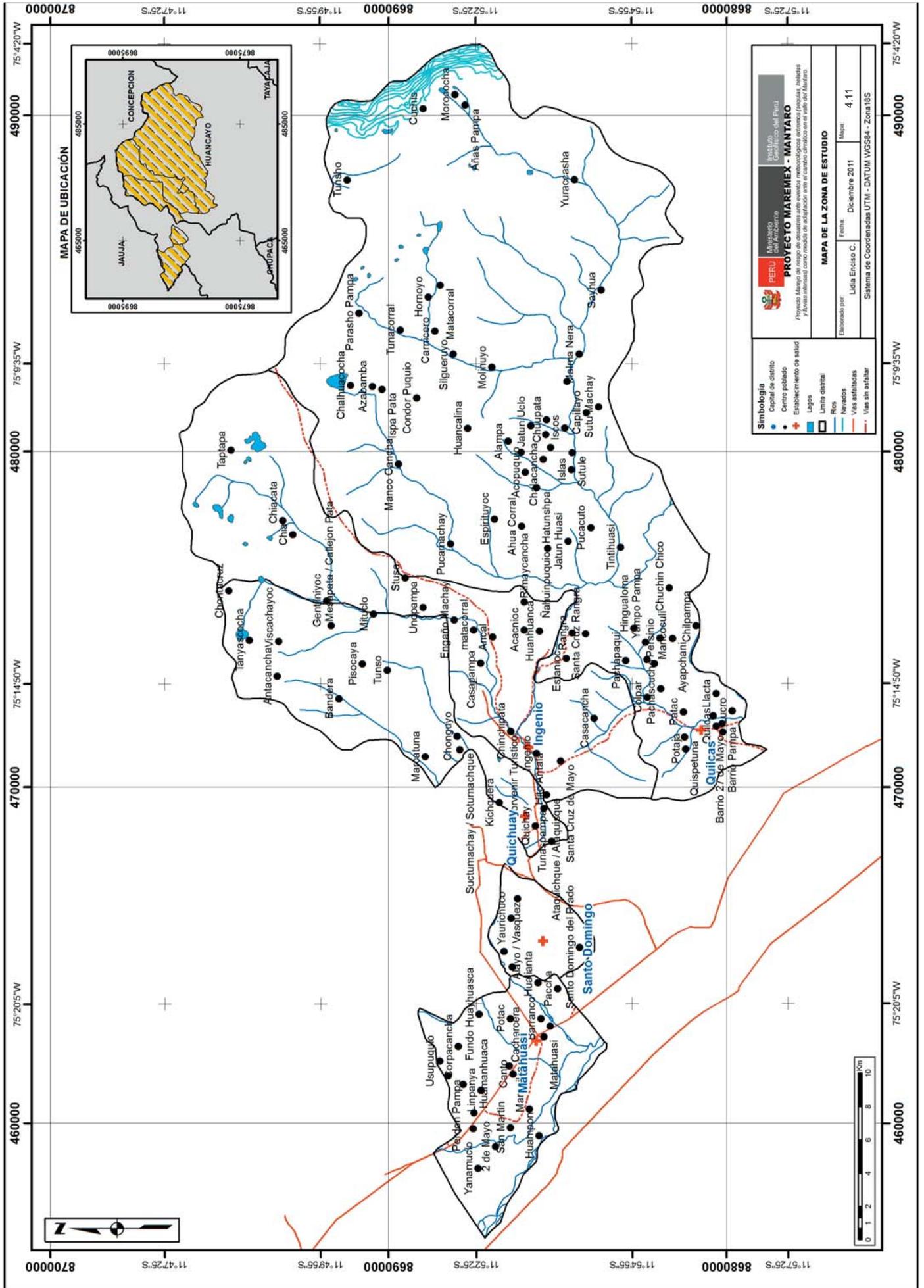
Área de estudio

La subcuenca del río Achamayo está ubicada en el valle del río Mantaro, en la sierra central del Perú, entre los paralelos de 11° 59' 2,6'' y 11° 47' 35'' sur y los meridianos de 75° 4' 20,3'' y 75° 20' 52,3'' oeste, comprende un área de 306,052 km². Tiene como ámbito geográfico las provincias de Huancayo y Concepción, donde se ubican los distritos evaluados en tres zonas de la subcuenca: La parte alta correspondiente al distrito de Quilcas, con altitudes que abarcan desde 3300 a 5185 msnm aproximadamente, parte media los distritos de Ingenio (3478 msnm) y Quichuay (3432 msnm), y la parte baja distritos de Nueve de Julio (3226 msnm) y Matahuasi (3262 msnm).

Datos y metodología

El presente estudio se realizó considerando la metodología establecida en el Manual Básico para la Estimación del Riesgo, INDECI, 2006; donde se considera identificar y analizar los peligros —sean naturales y/o tecnológicos— como las vulnerabilidades de las poblaciones o grupos humanos que sufren los impactos de dicho peligro dentro de un ámbito geográfico, para luego cuantificar el riesgo. Todo ello se mapeó en el territorio mediante herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica, programa Arcgis 9.3).

En este caso el análisis se realizó para los cinco distritos mencionados de la subcuenca del río Achamayo. El peligro a evaluar fueron las bajas temperaturas, y las vulnerabilidades se analizaron para uno de los grupos humanos más vulnerables al frío, que son los niños menores a 5 años. La información de temperaturas utilizadas fueron datos diarios de las mínimas (°C) y los rangos térmicos (°C), diferencia entre la temperatura máxima y mínima), de las estaciones meteorológicas de Huayao, Santa Ana e Ingenio, ubicadas dentro del valle del Mantaro.



Se calcularon promedios semanales de las temperaturas, agrupados según la definición de semana epidemiológica dada por la OPS (2011), lo que sirvió para poder compararlos con los datos de salud que están totalizados de esa forma. Al ser sólo tres puntos de información meteorológica, se concluyó que esto era insuficiente por lo que se decidió utilizar —además— mapas de peligros de heladas con una mayor resolución espacial (a escala de poblados), presentados por Trasmonte (2009) y que fueron elaborados en procesos participativos por las poblaciones de la zona baja de la subcuenca (Matahuasi, Nueve de Julio), y sectores de la parte media (Ingenio) y alta de la subcuenca (Quilcas);. Adicionalmente, para completar las áreas faltantes de definición de zonas de impacto de frío, o zonas heladizas como las llaman en la zona, se utilizó también el mapa agrostológico preliminar (Yaranga, comunicación personal), en el cual, mediante la distribución espacial de indicadores biológicos, es decir, tipos de cultivos que normalmente se siembran y/o crecen en la región —cuya distribución dependen de las características térmicas de la zona— se pudo completar toda la información sobre el peligro.

En cuanto a la vulnerabilidad evaluada, los índices de vulnerabilidad sanitaria considerados fueron: morbilidad por neumonías e IRAs en niños menores de cinco años para los cinco distritos en estudio, la distancia promedio de los establecimientos de salud a los centros poblados y la capacidad resolutive de los mismos. Los datos de casos de enfermedades fueron obtenidos tanto de la Dirección Regional de Salud (DIRESA-JUNIN), como de los establecimientos de salud de la zona, para el periodo del 2001 al 2010, registrados por semana epidemiológica. En las vulnerabilidades socioeconómicas se analizó: la tasa de desnutrición, el porcentaje de población sin acceso a los servicios básicos de: agua, luz, desagüe y el porcentaje de población femenina analfabeta, información obtenida de distintas fuentes como: INEI, PMA, etc. Además, otro factor considerado, como parte de la vulnerabilidad física, fue la altitud promedio del poblado.

El análisis de riesgo se realizó diseñando una matriz de ponderación, de la amenaza y las vulnerabilidades, tomando como base una utilizada por el Ministerio de Salud (Fidel Villena, comunicación personal). En dicha matriz, se asignó valores a cada uno de los factores considerados, ponderándolos según criterios de mayor o menor importancia relativa, a través de pesos. Los factores más importantes de riesgo (con más peso en la evaluación) fueron, aparte de la amenaza (considerando si eran zonas de: peligro bajo, medio, alto y muy alto), la distancia de los establecimientos de salud a los centros poblados (evaluando la accesibilidad de las familias a los mismos) y el factor nutricional, puesto que este puede constituirse por sí mismo como el mejor mecanismo de defensa ante enfermedades o agresiones

Tabla 4.31 Matriz de ponderación del riesgo a las bajas temperaturas de niños menores de 5 años

MATRIZ DE PONDERACION DEL RIESGO									
COMPONENTE		PONDERACION	CRITERIOS DE PRIORIZACION	R BAJO	R MEDIO	R ALTO	R MUY ALTO	FUENTE DE VERIFICACION	
PUNTAJE				1	2	3	4		
AMENAZA	PERCEPCION DE TEMPERATURAS BAJAS	4	3	Percepción de temperaturas bajas	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	TESIS MG. GRACE TRASMONTE
	ALTITUD		1	Altitud del distrito sobre el nivel del mar	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	IGN
VULNERABILIDAD	VULNERABILIDAD SANITARIA	6	0.5	Tasa de Neumonía X 1000 < 5 años (promedio 10 años)	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	DIRESA- JUNIN (OFICINA DE EPIDEMIOLOGIA)
			1	Tasa de IRAs X 1000 < 5 años (promedio 10 años)	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	
			1.5	Distancia de los EE.SS	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	
			0.25	Máxima Capacidad Resolutiva	> I-4	I-3	I-2	I-1	
	VULNERABILIDAD SOCIAL		1.5	Tasa de Desnutrición Crónica en < de 5 años	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	CENSOS NACIONALES 2007:XI DE POBLACION Y VI DE VIVIENDA -INEI. PMA(PROGRAMA MUNDIAL DE ALIMENTOS)
			0.25	Porcentaje de la población sin acceso a agua	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	
			0.25	Porcentaje de la población sin acceso a desagüe	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	
			0.25	Porcentaje de población sin acceso a luz	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)	
	0.5	Porcentaje de analfabetismo en mujeres	(cuartil 1)	(cuartil 2)	(cuartil 3)	(cuartil 4)			
TOTAL		10		<25%	26-a <50%	50-a <75%	75-100%	PUNTAJE	

ambientales. La calificación de las vulnerabilidades y/o riesgo en las cuatro categorías de bajo, medio, alto y muy alto, se obtuvo por cada factor, evaluando para cada poblado a que cuartil pertenecía, en comparación a los valores de todos los poblados de la subcuenca. Con la finalidad de obtener los datos necesarios para el estudio se realizó visitas de campo donde se desarrollaron entrevistas, encuestas, visitas a instituciones, etc.

Entrevistas.- Se basó en preguntas, fijas y/o abiertas, con formato estructurado y estandarizado, sobre temas relacionados a eventos meteorológicos y el impacto de estos a la salud de la población infantil, el cual estuvo dirigido a los responsables de cada centro de salud de los distritos evaluados, quienes conocen de la historia epidemiológica del lugar.

Encuestas.- Las encuestas fueron dirigidas principalmente a las madres de familia de la zona de estudio, encargadas del cuidado de niños menores, mediante preguntas de respuesta múltiple sobre temas relacionados a: los eventos meteorológicos extremos, medidas preventivas para contrarrestar el frío fuerte, grupo de mayor riesgo dentro del núcleo familiar, enfermedades relacionadas al frío fuerte, tipos de alimentos que consumen, etc.

Visitas.- Se realizaron visitas a instituciones relacionadas al tema de estudio, como: Dirección Regional de Salud (DIRESA, JUNIN), Oficina Regional de Defensa Civil - Junín, Gobierno Regional de Junín (GORE JUNIN), Ministerio de Salud (MINSA), Establecimientos de salud (EE.SS), ubicados en la zona de estudio, entre otros.

Observación sistemática y estructurada in situ.- El objetivo de la observación durante las visitas de campo fue tener acceso a los grupos humanos y averiguar lo relacionado a la problemática de infecciones respiratorias agudas y neumonías en niños menores de 5 años, en periodos de frío. El grupo observado fueron las madres de familia y sus menores niños y los encargados de los establecimientos de salud ubicados en los distritos de estudio.

Del proceso realizado se obtuvo el mapa de riesgo encontrándose que los centros poblados como: Taptapa (distrito de Ingenio), Tanyascocha (Quichuay), Cuchis, Morococha (Quilcas), etc. alejados y con difícil acceso a los establecimientos de salud, sin servicios básicos de agua, luz, desagüe, etc., con una tasa de desnutrición infantil del 64% en promedio y ubicados por encima de los 4.000 msnm, con peligro alto a ocurrencia de heladas, presenta un riesgo muy alto (color rojo en el mapa), mientras que los centros poblados con peligro medio a ocurrencia de heladas, se encuentran ubicados por encima de los 3.000 msnm, presentan una población infantil desnutrida por encima del 50% en promedio, y en conjunto presenta un riesgo alto (color naranja en el mapa).



De arriba hacia abajo: Foto 4.45 Técnica en enfermería asiste a un niño de pocos meses de nacido en la posta de salud de Quilcas, quien ha sido llevado por la madre para ser registrado y atendido, ya que el parto fue atendida por una Partera (persona encargada de ayudar en el nacimiento, cuando las madres gestantes no pueden acudir a las postas de salud). Foto 4.46 Encuesta dirigida a una madre de familia en el centro poblado de Yanamucllo distrito de Matahuasi, quien con sus dos menores hijos, se encuentra en una de sus actividades (corte de alfalfa para dar a sus animales), esta tarea lo realiza conjuntamente con sus niños puesto que son muy pequeños para dejarlos en el hogar. Foto 4.47 Persona adulta mayor con su menor nieto, quien vive en la comunidad de Llacta-parte alta del distrito de Quilcas, dedicada a la crianza de animales como su principal sustento económico, el cual sirve de sustento a toda la familia -madre del niño apoya en las actividades de crianza de animales, producción de la papa, etc. Foto 4.48 Madre de familia a quien se encuesta sobre temas socioeconómicos y de salud, en el distrito de Ingenio, mientras realiza una de sus actividades, que es el cuidado de sus vacunos, esta tarea lo realiza todos los días acompañada de su menor hijo. Créditos L. Enciso.

En el caso de los centros poblados de: Santo Domingo del Prado, Quilcas, Matahuasi, que son capital de distrito, tienen condiciones más favorables por su ubicación en la zona baja de la subcuenca, su cercanía a los centros de salud así como un menor porcentaje de desnutrición infantil (debajo del 40% en promedio), y presentan peligro bajo a la ocurrencia de heladas. Estos centros poblados presentan un riesgo medio (color amarillo en el Mapa 4.12).

Por otro lado analizando los distintos factores que intervienen en la ocurrencia de las infecciones respiratorias agudas, se pudo identificar que el grupo de mayor riesgo son los niños menores de cinco años, presentando una estacionalidad marcada en la época de frío (a partir de los primeros días de abril hasta el 15 de septiembre), sobre todo cuando los rangos térmicos son los más amplios, mayores a 15°C aproximadamente (pudiendo llegar a 21°C) y las temperaturas mínimas promedios semanales decaen a menos de 5°C.

La accesibilidad es un factor importante como ya se mencionó antes, puesto que este influye en el perfil de morbilidad por enfermedades respiratorias, ya que los centros poblados alejados como Sutule ubicado a 3936 msnm en la parte alta del distrito de Quilcas se demora de 2 a 3 horas en llegar a la posta de salud de Quilcas, esto por la falta de accesibilidad (ausencia de carreteras) a esto se suma la capacidad que tienen los centros de salud para poder atender emergencias como un problema de neumonías, siendo un factor limitante en la recuperación de la salud de los niños. En la zona de estudio se encontraron puestos de salud con las siguientes categorías:

- I-1 (Posta de salud de Nueve de Julio) que no está facultado para atender casos de emergencias.
- I-2, (Centro de salud de Matahuasi) con personal médico quien si está facultado y capacitado para resolver emergencias.

Otro factor es la alimentación. En las visitas participativas y encuestas realizadas se pudo observar que las familias se alimentan de los productos que cultivan, pero también de productos que compran en la ciudad, tales como arroz y fideos, de bajo contenido proteico, pero que entre las madres de familia es considerado “buena comida” en desmedro de productos locales.

También es frecuente notar que muchas madres tienen a sus niños más pequeños en las espaldas mientras están trabajando en las chacras (época de cultivos) o están cuidando sus animales, donde el niño se encuentra bajo el sol sin ninguna protección. En general, al preguntar a las madres por la salud de sus hijos más pequeños, casi invariablemente responden que están bien, o que no se enferman mucho. Sin embargo, se observa que es muy común ver a los niños con signos de resfrío (mucosidad, tos, etc.), pues mientras puedan realizar sus actividades normales no se considera que se encuentre enfermo.

Conclusiones

- El impacto en la salud de la población infantil en la subcuenca depende la combinación de muchos factores ya sea ambientales como sociales. Entre los ambientales tenemos: las temperaturas bajas (menores o iguales a 5°C) y los rangos de temperatura (mayores o iguales a 15°C) pueden intervenir en el incremento del número de casos de IRAs.
- Del análisis de la problemática en la zona se concluyó que, los factores sociales de vulnerabilidad a las temperaturas bajas más importantes que intervienen son: la desnutrición, la pobreza, el acceso a servicios básicos (agua, desagüe, luz), la cercanía a los centros o establecimientos de salud y la tasa de analfabetismo en mujeres.
- El impacto de las bajas temperaturas, en el caso de número de IRAs en la población infantil, presenta una marcada estacionalidad desde inicios de abril hasta el mes de septiembre, donde al descender las temperaturas mínimas a 5°C —a partir de la semana epidemiológica número N°17— empieza también a aumentar el número de casos registrados —tanto a nivel provincial como distrital— a valores entre 150 y 900 casos/semana epidemiológica a nivel provincial, y para los cinco distritos analizados se registraron de 7 a 9 casos por semana epidemiológica.
- Del mapa de riesgo se concluye que las zonas de mayor riesgo son los centro poblados ubicados a mayor altitud con difícil acceso a los centros de salud así como a los servicios básicos, zonas que presentan un peligro alto a la ocurrencia temperaturas bajas (heladas), y los centros poblados de menor riesgo son aquellos ubicados cerca al valle con población en mayor porcentaje que tienen acceso a los servicios básicos y de salud.

Bibliografía Capítulo 4

Sector Salud

DIRESA-JUNIN, (2004): Análisis de la situación epidemiológica de las Infecciones Respiratorias Agudas del departamento de Junín. Oficina de Epidemiología. Boletín epidemiológico semanal N° 26.

INEI, Dirección Técnica de Demografías, (2009): Mapa de Pobreza Provincial y Distrital 2007, (Enfoque de la pobreza monetaria). Lima Perú.

FONCODES (2006): Mapa de pobreza 2006 a nivel departamental.

INDECI, (2006): Manual Básico para la Estimación del Riesgo.

Instituto Geofísico del Perú, (2005): Vulnerabilidad Actual y Futura ante el Cambio Climático y Medidas de Adaptación en la Cuenca del Río Mantaro. Fondo editorial del Concejo Nacional del Ambiente. Lima- Perú, ISBN 9972-824-15-2.

INEI, (2007): Censos Nacionales: XI de población y VI de vivienda (Sistema de Consulta de la base de datos del censo de población y vivienda a nivel de centro poblado).

Organización Panamericana de Salud, (2011): E:\OPS Colombia - Año Epidemiológico.

Programa Mundial de Alimentos, (2007): Resultado de Estudio" Mapa de Vulnerabilidad a la Desnutrición Crónica Infantil" Lima-Perú.

Rudan, I., Boschi-Pinto, C., Biloglav, Z., Mulholland, K., Campbell. H., (2008): Epidemiology and etiology of childhood pneumonia Bulletin of the World Health Organization, 86 (5).

Trasmonte G., (2009):. Propuesta de Gestión de Riesgo de Heladas, que afectan a la agricultura del Valle del Mantaro (Andes centrales del Perú). Tesis para optar el grado de Maestría en Ecología y Gestión Ambiental, URP, Lima. 208p.



MAREMEX-MANTARO

proyecto de investigación - acción ejecutado por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) con el apoyo financiero del IDRC (www.idrc.ca), tuvo por principal objetivo fortalecer la capacidad de manejo del riesgo ante eventos meteorológicos extremos (sequías, heladas y lluvias intensas), a fin de disminuir la vulnerabilidad y mejorar la capacidad de adaptación de la población urbana y rural en el valle del Mantaro frente a cambios del clima.

Este proyecto contó con el apoyo de:



Municipalidad Provincial
de Concepción

