

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN N° 28
Serie C: Geodinámica e Ingeniería
Geológica

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS
DEL PERÚ
FRANJA N° 3

Por:
Dirección de Geología Ambiental

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Agosto - 2003

REPÚBLICA DEL PERÚ
SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN N° 28
Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica

**ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS
DEL PERÚ
FRANJA N° 3**

Por:
Dirección de Geología Ambiental

 **INGEMMET**

Lima - Perú
Agosto - 2003



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

HANS FLURY
Ministro de Energía y Minas

CÉSAR POLO ROBILLIARD
Viceministro de Minas

RÓMULO MUCHO MAMANI
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

ALBERTO MANRIQUE POSTIGO
MIGUEL CARDOZO GOYTIZOLO
PEDRO HUGO TUMIALÁN DE LA CRUZ
CARLOS DEL SOLAR SIMPSON
VÍCTOR BENAVIDES CÁCERES
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Ejecutivo

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

ANTONIO GUZMÁN MARTÍNEZ
Director de Geología Ambiental

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Sistemas de Información

Primera Edición, INGEMMET 2002
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Sistemas de Información, INGEMMET
Lima - Perú
Se terminó de imprimir el 17 de octubre del año 2003 en los talleres del INGEMMET

Hecho el Depósito Legal N° 1501302003-4763
Razón Social : Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET)
Domicilio : Av. Canadá 1470, San Borja - Lima-Perú

Contenido

RESUMEN	1
Capítulo I	7
INTRODUCCIÓN	7
1.1 ANTECEDENTES	7
1.2 OBJETIVOS	9
1.3 METODOLOGÍA	9
1.4 BASE CARTOGRÁFICA	10
1.5 TRABAJOS ANTERIORES	10
Capítulo II	11
ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
2.1 ÁMBITO DE ESTUDIO, UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	11
2.2 POBLACIÓN Y VIVIENDA	11
2.2.1 Algunas Características de la Población	14
2.3 INFRAESTRUCTURA	18
2.3.1 Infraestructura Vial	18
a) Carreteras	18
b) Vías férreas	19
2.3.2 Proyectos Especiales	20
a) Proyecto Especial Río Cachi	20
b) Proyecto Especial Tambo-Ccaracocha	23
c) Proyecto Integral El Platanal	24
d) Proyecto Pampas Verdes	25
2.3.3 Infraestructura Energética	25
a) Central Hidroeléctrica del Mantaro	25
b) Central Hidroeléctrica de San Gabán II	27
c) Proyecto Camisea	27
2.3.4 Minería	30
Capítulo III	33
ASPECTOS HIDROLÓGICOS	33
3.1 METEOROLOGÍA	33
3.1.1 Precipitaciones	33
3.1.2 Temperatura	34
3.1.3 Fenómenos Oceanográficos del Pacífico Sur (El Niño y La Niña) ...	34

3.2	CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA	35
3.3	HIDROLOGÍA	35
3.3.1	Aguas Superficiales	35
	Vertiente del Pacífico	35
	Vertiente del Atlántico	37
3.3.2	Aguas Subterráneas	37
	Acuíferos	37
3.3.3	Lagos y Lagunas	42
3.3.4	Aguas Termales	43
3.3.5	Balance Hídrico	43
3.3.6	Glaciares	44
Capítulo IV		49
GEOMORFOLOGÍA		49
4.1	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	49
4.1.1	Islas (Is)	49
4.1.2	Faja Litoral (FL)	49
4.1.3	Cordillera de la Costa (CC)	50
4.1.4	Planicie Costanera (PC)	50
	Unidades localizadas en la Planicie Costanera	50
	Depósitos eólicos (De)	50
	Abanicos aluviales (Ab)	51
	Colinas (Col)	51
4.1.5	Valles	51
	Valle Cañón (Vc)	52
	Valle del río Mantaro	52
	Valle del río Apurímac	52
	Valle del río Pampas	53
	Valle del río Urubamba	53
	Valles de la vertiente Pacífica	53
	Valle inundable (Vi)	54
	Valle del río Madre de Dios	54
	Valles de los ríos Manu y Pinquén	54
	Terrazas altas (Ta)	54
	Terrazas Bajas (Tb)	55
4.1.6	Cordillera Occidental	55
	Flanco Andino occidental (FAOC)	55
	Flanco Andino oriental (FAOR)	55
	Relieve estructural plegado (REP)	55
	Unidades Localizadas	56
4.1.7	Arco Volcánico	57
	Complejo de conos volcánicos (Com)	57
	Conos volcánicos (Cov)	57
	Colinas volcano-sedimentarias (Colvs)	58

	Domos (Do)	58
	Bofedales y pampas (Bof-Pam)	58
4.1.8	Cordillera Oriental	58
	Zonas de nieve perpetua (Np)	59
	Colinas intracordilleranas (Coli).....	59
	Mesetas (Me)	60
	Morrenas (Mor).....	60
	Depresión Intercordillerana (Di)	60
4.1.9	Faja Subandina	60
4.1.10	Llano Amazónico	61
	Colinas y terrazas (Col-Te).....	61
4.2	MAPA DE PENDIENTES DE LOS TERRENOS	61
Capítulo V		75
ASPECTOS LITOLÓGICOS		75
5.1	UNIDADES LITOLÓGICAS	75
5.1.1	Unidad I: Depósitos Superficiales	75
	Depósitos eólicos	75
	Depósitos fluvioglaciares y depósitos glaciares	75
	Depósitos piroclásticos	76
	Depósitos aluviales y fluviales	76
	Depósitos proluviales, coluviales y lacustres	76
	Depósitos marinos	77
5.1.2	Unidad II: Rocas Intrusivas	77
5.1.3	Unidad III: Rocas Volcánicas	77
	Lavas y tufos (III-1)	77
	Tufos (III-2)	78
5.1.4	Unidad IV: Rocas Volcano-Sedimentarias	78
5.1.5	Unidad V: Rocas Sedimentarias	78
	Cuarcitas, areniscas, lutitas y carbón (V-1)	78
	Pizarras, lutitas, areniscas y esquistos (V-2).....	79
	Areniscas rojas, lutitas y yeso (V-3).....	79
	Calizas, areniscas y lutitas (V-4)	79
	Conglomerados, areniscas, lutitas, evaporitas (V-5).....	79
5.1.6	Unidad VI: Rocas Metamórficas	80
Capítulo VI		81
PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA		81
6.0	CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (CPGM) Y BASE DE DATOS GEOREFE-RENCIADA (BDGR).....	81
6.1	FACTORES DESENCADENANTES EN LA OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS	83
6.2	DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA FRANJA N° 3	83

6.2.1	Caídas	83
	A) Caídas de rocas	83
	B) Derrumbes	88
	C) Aludes o avalanchas	91
6.2.2	Vuelcos	91
6.2.3	Deslizamientos	91
6.2.4	Flujos	96
	A) Huaycos	96
	B) Reptación de suelos	115
	C) Aluviones	115
	D) Flujos de Lodo	115
6.2.5	Movimientos Complejos	117
6.3	OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS	117
6.3.1	Arenamientos	117
6.3.2	Erosión de Laderas	117
6.3.3	Erosión Fluvial	125
6.3.4	Erosión Marina	128
6.3.5	Hundimientos	128
6.4	PELIGROS HIDROLÓGICOS Y ATMOSFÉRICOS	128
6.4.1	Inundaciones	128
6.4.2	Desertificación	132
6.4.3	Sequías	132
6.4.4	Heladas	136
6.4.5	Granizadas	136
Capítulo VII		193
EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS VOLCÁNICAS		193
7.1	GENERALIDADES	193
7.1	ESTADO DE LOS VOLCANES EN LA FRANJA N° 3	195
7.2	ACTIVIDAD VOLCÁNICA DURANTE EL PLIO-PLleistoceno EN LA	
	FRANJA N° 3	196
7.2.1	Arco Volcánico Calcoalcino	196
7.2.2	Arco Volcánico Shoshonítico	200
7.3	ACTIVIDAD ERUPTIVA EN LA FRANJA N° 3 DESDE EL PLEISTOCENO AL	
	HOLOCENO	203
7.4	EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS VOLCÁNICAS EN LA FRANJA N° 3	203
7.4.1	Amenazas Reconocidas en la Estratigrafía Volcánica	204
	a) Caída de tefras	204
	b) Flujos de lava y Domos	205
	c) Lahares	206
	d) Flujos piroclásticos	207
7.4.2	Amenazas No Reconocidas Dentro de la Estratigrafía Volcánica ..	207
	a) Oleadas piroclásticas	207
	b) Explosiones laterales dirigidas («blast»)	208

c) Sismos volcánicos	208
7.5 ASPECTOS PETROGENÉTICOS DEL VULCANISMO PLIO-CUATER- NARIO	208
Capítulo VIII	211
PELIGRO SÍSMICO	211
8.1 SISMICIDAD	211
8.2 HISTORIA SÍSMICA DE LA FRANJA N° 3	211
8.2.1 Intensidades	212
8.2.2 Mapa de Distribución de Intensidades Máximas	213
8.3 SISMOTECTÓNICA DE LA REGIÓN	213
8.3.1 Falla de Huaytapallana	213
8.3.2 Fallas en la Región del Cusco	225
8.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS	225
8.5 ESTUDIO SÍSMICO PROBABILÍSTICO	229
8.7 ACCELERACIÓN Y PERÍODOS DE RETORNO	233
8.8 TSUNAMIS	237
8.8.1 Historia de los Tsunamis en el Callao	238
Capítulo IX	245
ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD, RIESGO Y ÁREAS CRÍTICAS	245
9.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN	245
9.2 MAPA DE OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS (MOPG) DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA	247
9.3 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (MPGM)	247
9.3.1 Áreas Sujetas a Caídas: Desprendimientos de Rocas, Derrumbes, Aludes y Vuelcos	249
9.3.2 Áreas Sujetas a Deslizamientos, Movimientos Complejos y Hundi mientos	250
9.3.3 Áreas Sujetas a Flujos de Lodo, Huaycos, Aluviones y Reptación de .. Suelos	250
9.3.4 Áreas Sujetas a Erosión de Laderas	251
9.3.5 Áreas Sujetas a Erosión Fluvial, Inundaciones, Erosión Marina y Arenamientos	252
9.3.6 Áreas Sujetas a Peligros Volcánicos	253
9.3.7 Zonificación Sísmica	254
9.4 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES Y DE INFRAESTRUC- TURA	254
9.4.1 Infraestructura Crítica	255
Capítulo X	269
EVALUACIÓN DE CENTROS POBLADOS	269
10.1 GENERALIDADES	269

Capítulo XI	279
CONSIDERACIONES GEOAMBIENTALES	279
11.1 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO	279
11.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN LA FRANJA N° 3	296
11.2.1 Parque Nacional del Manu	297
11.2.2 Parque Nacional Bahuaja-Sonene	298
11.2.3 Reserva Nacional de Paracas	299
11.2.4 Reserva Nacional Tambopata-Candamo	299
11.2.5 Santuario Nacional de Ampay	300
11.2.6 Santuario Histórico de Machu Picchu	304
11.2.7 Santuario Histórico Pampas de Ayacucho	306
11.2.8 Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas	306
11.2.9 Reserva Comunal de Amarakaeri	307
11.2.10 Zona Reservada del Apurímac	308
11.2.11 Zona Reservada de los Pantanos de Villa	309
11.3 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LA FRANJA N° 3	310
11.3.1 Departamento de Cusco	310
Complejo Arqueológico de Pisac	316
Chullpas de Ninamarca	316
11.3.2 Departamento de Apurímac	317
Conjunto Arqueológico de Sayhuite	317
Complejo Arqueológico de Sondor	317
Ruinas Usno Moqo	318
Ruinas de Qorimarca	318
11.3.3 Departamento de Lima	319
Templo de Pachacamac	319
Zona Arqueológica de Puruchuco-Huaquerones	319
Restos Arqueológicos de Incahuasi (Cafete)	320
Andenería de Carania y Ciudadela de Huamanmarca	320
11.3.4 Departamento de Ica	321
El Candelabro o Tridente	321
Huaca La Centinela (Chincha)	321
Fortaleza Tambo Colorado (Pisco)	322
11.3.5 Departamento de Ayacucho	322
Complejo Arqueológico Wari	322
Vilcashuamán-Halcón Sagrado	322
Intihuatana (Pumaqocha)	323
Ruinas Arqueológicas de Qocha Urqu	323
Cuevas de Pikimachay	323
11.3.6 Departamento de Huancavelica	324
Restos Arqueológicos de Huaytará	324
11.4 ÁREAS GEOLÓGICAS TURÍSTICAS (PARQUES Y MONUMENTOS NATURALES) PROPUESTAS COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO Y DE GEODIVERSIDAD	324

11.4.1	Santuario Nacional de Megantoni o Pongo de Mainique	325
11.4.2	Monumento Natural La Catedral	326
11.4.3	Santuario Nacional de Quelcaya	327
11.4.4	Parque Natural de Cataratas de Huancaya	328
11.4.5	Monumento Natural Salineras de Maras	329
11.4.6	Monumento Natural de Sachapite	329
11.5	SITUACIÓN GEODINÁMICA DE ÁREAS DE INTERÉS CULTURAL Y NATURAL	330
Capítulo XII		339
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O CORRECTIVAS		339
12.1	¿CÓMO PUEDEN IDENTIFICARSE ZONAS AMENAZADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS?	339
12.2	¿COMO DEBE EFECTUARSE LA EVACUACIÓN?	339
12.3	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN	340
12.3.1	Para Áreas con Deslizamientos	340
	Medidas de Protección	341
12.3.2	Para Áreas Sujetas a Inundaciones y a la Ocurrencia de Flujos Rápidos (Aluviones y Huaycos)	341
	A) Medidas de Protección	342
	a) Permanentes	342
	b) De Emergencia	342
12.3.3	Otros Fenómenos de Remoción en Masa	344
12.3.4	Para Sismos y Tsunamis	345
12.3.5	Para Peligros Volcánicos	347
12.4	RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN	347
12.5	RESPONSABLES DE LA PREVENCIÓN	348
12.6	MEDIDAS CORRECTIVAS	348
12.6.1	Medidas Correctivas para Minimizar los Desprendimientos de Rocas	349
12.6.2	Medidas Correctivas para Fenómenos de Inestabilidad en Laderas y Taludes	349
12.7	TIPOLOGÍAS DE ACTUACIÓN EN EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN	351
CONCLUSIONES		359
BIBLIOGRAFÍA		363

RELACIÓN DE LÁMINAS

Mapa N° 1	Imagen Satelital del Área de Estudio
Mapa N° 2	Mapa de Población y Densidad Poblacional
Mapa N° 3	Mapa de Ubicación de Obras de Infraestructura
Mapa N° 4	Mapa de Clasificación Climática
Mapa N° 5	Mapa Hidrológico
Mapa N° 6	Mapa Geomorfológico
Mapa N° 7	Mapa de Pendientes
Mapa N° 8	Mapa Litológico
Mapa N° 9	Mapa de Ocurrencia de Peligros Geológicos (MOPG)
Mapa N° 10	Mapa de Áreas Sujetas a Caída de Rocas, Derrumbes, Aludes y Vuelcos
Mapa N° 11	Mapa de Áreas Sujetas a Deslizamientos, Movimientos Complejos y Hundimientos
Mapa N° 12	Mapa de Áreas Sujetas a Flujos de Lodo, Huaycos, Aluviones y Reptación de suelos
Mapa N° 13	Mapa de Áreas Sujetas a Erosión de Laderas
Mapa N° 14	Mapa de Áreas Sujetas a Erosión Fluvial, Inundaciones, Erosión Marina y Arenamiento.
Mapa N° 15	Mapa de Ocurrencia de Peligros Geológicos Múltiples (MOPGM)
Mapa N° 16	Mapa de Peligros Geológicos Múltiples e Infraestructura Crítica (MPGM-MIC)
Mapa N° 17	Mapa de Áreas Naturales Protegidas, Patrimonio Arqueológico y Áreas Recomendadas como Patrimonio Geológico

RELACIÓN DE FIGURAS

- 1 Ubicación y acceso de la Franja N° 3
- 2 Actividad volcánica sucedida durante el Plio-Cuaternario (modificado de Sébrier & Soler, 1991)
- 3 Distribución del vulcanismo shoshonítico emplazado durante el Plio-Cuaternario en los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cusco (modificado de Cabrera et al., 1991).
- 4 Líneas isosistas del terremoto de Lima del 24 de mayo de 1940
- 5 Líneas isosistas del terremoto del 17 de octubre de 1966 (norte de Lima)
- 6 Curvas de Intensidades Máximas
- 7 Distribución espacial de la sismicidad en la Franja N° 3
- 8 Perfil en profundidad de la sismicidad en la Franja N° 3.
- 9 Aceleraciones espectrales e intensidades máximas por zonas para diferentes períodos de retorno.
- 10 Mapa de Aceleraciones Máximas (miligals) - 30 años
- 11 Mapa de Aceleraciones Máximas (miligals) - 50 años
- 12 Mapa de Aceleraciones Máximas (miligals) - 100 años
- 13 Planos de inundación por tsunamis y rutas de evacuación para Villa (SO), Villa (NO) y Chorrillos.
- 14 Procedimientos de prevención de desprendimientos (Fookes y Sweeney, 1976).
- 15 Estabilidad del talud en función de la dirección preferente de las diaclasas (Hudson, 1989).
- 16 Parámetros geométricos de diseño de la cuneta (Ritchie, 1963).
- 17 Diagrama de diseño de anchura y profundidad de las cunetas en función de la altura y pendiente del talud (Ritchie, 1963).
- 18 Barrera contra los desprendimientos de rocas construida con tierra y geotextiles (Barret y White, 1991).
- 19 Perfil de una pantalla de postes flexibles (modificado de Hearn, 1991).
- 20 Amortiguador contra caídas de rocas con neumáticos usados (modificado de Andrew, 1992).
Estructura de protección con instalación de sistemas de anclaje y cimentación al terreno (modificado de TRB, 1996).

PARTICIPANTES

Antonio Guzmán Martínez

Lionel Fidel Smoll

Bilberto Zavala Carrión

German Valenzuela Ortiz

Segundo Núñez Juárez

Marco Rivera Porras

Manuel Vilchez Mata

Sandra Villacorta Chambi

Walter Pari Pinto

RESUMEN

La Franja N° 3 ubicada entre los 12° y 14° de latitud sur es una superficie aproximada de 185 018 km², comprende territorios de los departamentos de Lima, Ica, Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Cusco, Puno y Madre de Dios, con una población aproximadamente 9 520 428 habitantes (proyección al 2002 - INEI) que habitan principalmente áreas urbanas (ciudades de Ayacucho, Abancay, Huancayo, Huancavelica, Cusco, Puerto Maldonado y parte de la ciudad de Lima). La población rural se halla más desarrollada en la zona altoandina de Ayacucho, Junín, Cusco y Huancavelica, así como en los pueblos rurales de la franja. Los idiomas principales que se hablan en la franja son el Español, Quechua y Aymara, este último en la zona altiplánica.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura y ganadería, siguiendo el comercio, la industria y la minería. La educación es impartida en los niveles: inicial, primaria, secundaria y superior. Las principales universidades nacionales en Lima son: San Marcos, de Ingeniería, Villarreal, Agraria, del Callao y La Cantuta. En provincias: San Antonio Abad (Cusco), San Cristóbal de Huamanga (Ayacucho), del Centro (Huancayo), de Huancavelica. Las viviendas de las poblaciones en la zona costera son predominantemente de material noble (ladrillo, concreto) y esteras en gran parte de los Asentamientos Humanos. En la zona altoandina y rural predomina el adobe, tapial y quincha.

En lo referente a infraestructura vial, la franja cuenta con carreteras asfaltadas como: Panamericana Sur (tramo Lima-Pisco), Abancay-Cusco y Los Libertadores-Wari que une San Clemente (Pisco)-Ayacucho; numerosas carreteras afirmadas como: Huancayo - Huancavelica, Ayacucho-Abancay; Chalhuanca-Abancay, actualmente en construcción (asfaltado); interoceánica con sus variantes, el primero: el tramo Puno-Macusani-San Gabán-Puente Inambari; el segundo: Cusco-Urcos-Marcapata-Quincemil-Puente Inambari, con un tramo común Puente Inambari-Puerto Maldonado. La vía de penetración Ayacucho-Huanta-San Francisco-Quimbiri, e innumerables trochas carrozables y caminos rurales que entrelazan los diversos pueblos de la franja. Las líneas férreas Huancayo-Huancavelica (100 km), Cusco-Aguas Calientes-Machu Picchu (115 km), Cusco-Juliaca (291 km) constituyen un importante medio para el transporte en la franja.

La energía eléctrica necesaria para el desarrollo de la región centro y sur del Perú es producida por la central hidroeléctrica del Mantaro (abastece gran parte del territorio peruano), San Gabán II (abastece los departamentos de Moquegua, Tacna y Puno), y la de Machu Picchu (Cusco). La energía es transportada por las líneas de transmisión que

interconectan la zona y los sistemas eléctricos centro-sur y sur (interconexión reciente Transmantaro: línea Huancayo-Chalhuanca).

Los recursos hídricos superficiales son escasos en determinadas áreas de la Franja N° 3, sobretudo en la zona centro y sur hacia la vertiente pacífica, por lo cual se han construido obras de embalse y regulación para un mejor aprovechamiento de agua para la agricultura, uso energético, poblacional e industrial, como es el caso de las represas de Cuchoquesera, en la cuenca alta del río Cachi (Ayacucho) y la de Tambo-Ccaracocha, entre Ica y Huancavelica; y las presas en proyecto de El Platanal (Yauyos, Lima) y Pampas Verdes (Ayacucho).

En lo que respecta a los recursos hídricos subterráneos, principalmente en la zona costera se extrae agua tanto para uso agrícola, como industrial y poblacional satisfaciendo las necesidades de las principales ciudades del departamento de Ica y Lima, explotando acuíferos libres en depósitos aluviales, y acuíferos confinados en rocas sedimentarias detríticas como areniscas, limolitas y calizas (Cusco). En las demás áreas de la franja se tiene poco conocimiento del potencial hídrico subterráneo.

La franja presenta una geomorfología dominada por procesos internos y externos que dan origen a morfologías variadas con geoformas que van desde espacios costeros angostos, lomadas con acumulaciones eólicas, vertientes o laderas disectadas, colinas y montañas cordilleranas cortadas por valles de corto y gran recorrido; hasta culminaciones de montañas glaciares (nevados) de gran altura que en algunos casos corresponden a estructuras volcánicas (volcán-nevados), espacios plano-ondulados a plano-depresionados, extensos que constituye la superficie altoandina, y zonas colinosas a plano onduladas en la zona de Selva Alta a Llano Amazónico.

Los procesos de geodinámica externa que afectan a la zona son variados, habiéndose inventariado un total de 4 778 ocurrencias de peligros geológicos, referidos sobretudo a fenómenos de remoción en masas (huaycos, derrumbes, deslizamientos, movimientos complejos, reptación de suelos, erosiones fluviales, erosión de laderas, etc.), peligros hidrológicos (inundaciones fluviales y lacustres, desertificación y sequía) y peligros atmosféricos (heladas y granizadas) que afectan a laderas y terrazas de los valles donde se localizan centros poblados, áreas agrícolas, centros mineros, redes viales, ferrovías y obras de infraestructura.

Dentro de estos procesos merece destacar la ocurrencia del deslizamiento-flujo de Mayunmarca (1974), considerado a nivel mundial entre los más catastróficos del siglo XX que represó al río Mantaro durante 45 días formando una laguna de aproximadamente 30 km de longitud, provocó la muerte de 500 pobladores, destrucción de gran parte de carretera entre Tablachaca y Mayocc, puentes y terrenos de cultivo. Son dignos de mencionar también los de: Muyuna, Chilcapite, Uralla (Huancavelica), Huascatay (Andahuaylas), Ccocha y Pumararra (Apurímac), así como el aluvión de Aobamba (Cusco), que afectó la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu y el de Santa Teresa que destruyó parte del poblado del mismo nombre. Otros eventos importantes son los fenómenos hídricos

como los desbordes frecuentes de los ríos amazónicos: Madre de Dios e Inambari, los interandinos: Mantaro y Vilcanota y los ríos Pisco, Cañete, Mala, Ica y Rímac en la costa. Huaycos periódicos, ocasionales y excepcionales que se producen en las quebradas y valles de la vertiente occidental, Cordillera Oriental y algunos valles interandinos.

Dentro de la Franja N° 3 se distinguen dos cadenas volcánicas emplazadas antes y durante el Plio-Cuaternario: una calco alcalina, que recorre a lo largo de la Cordillera Occidental de los Andes, con volcanes extintos, emplazados antes del Plioceno y otra shoshonítica (serie altamente potásica), localizada en el límite de la Cordillera Oriental y altiplanicies (departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno), donde se encuentran volcanes dormidos y más recientes.

La distribución espacial de los sismos en la franja indican una mayor actividad sísmica en la zona del continente, paralela al litoral, ligada al proceso de subducción. Las profundidades focales de los sismos en la zona de Benioff aumentan, llegando a superar los 100 Km. También existen sismos continentales superficiales, la mayoría localizados en el departamento del Cusco, asociadas a fallas neotectónicas (Tambomachay, Lucre, etc) y en el área aledaña a la falla activa de Huaytapallana.

Al comparar y/o combinar el Mapa de Instalaciones Críticas (MIC) con el Mapa de Peligros Múltiples (MPM), e integrar ambos en el proceso de planificación del desarrollo, así como incorporar las técnicas apropiadas para reducir la vulnerabilidad en cada etapa del proceso de planificación, se pueden prevenir o mitigar significativamente los desastres sociales y económicos.

En la Franja N° 3, se han localizado 41 Instalaciones Críticas, ubicadas en la zona de muy alta amenaza por fenómenos geológicos/hidrológicos, que merecen atención especial.

Los mapas de zonificación sirven para la planificación de preparativos en emergencias, proporcionando una base más equitativa para asignar fondos a la atención de desastres. Estos mapas estimulan el uso de procedimientos de emergencia en materia de preparación, respuesta y recuperación, para que sean más eficientes e integrados. Asimismo, promueve la creación de acuerdos que involucran a todas las instituciones gubernamentales y grupos interesados.

Desde el punto de vista geoeconómico la Franja N° 3 existen ingentes recursos minerales del tipo pórfido, skarn y vetas o mantos, los que son explotados por la gran minería, caso Cobriza (Doe Run S.A.) y mediana minoría como Raúl, Caudalosa Chica, Antapite y minería aurífera artesanal (en Puerto Maldonado). En proceso de prospección y exploración se hallan varios prospectos como Cerro Lindo, Mario, Almacén, etc. Minerales no metálicos son explotados en mediana y gran escala, destacando la explotación de rocas calcáreas (Cementos Lima).

Los recursos agrícolas, están desarrollados principalmente, a lo largo de los valles principales de la Costa, Sierra e interandinos, también existe otro gran porcentaje de ex-

tenzas áreas (pampas costaneras) que podrían aprovecharse para la explotación agrícola; pero por escasez de aguas superficiales en cantidad suficiente cómo para emprender obras de irrigación, no pueden aprovecharse. Podría ser posible aplicando técnicas modernas de riego (goteo, aspersión, microgoteo, etc).

La Franja N° 3 cuenta con áreas intangibles y áreas reservadas: Dos Parques Nacionales: Manu (Cusco y Madre de Dios) y Bahuaja-Sonene (Puno y Madre de Dios); Parte de la Reserva Nacional Paracas (Ica); Santuario Nacional: Ampay (Apurímac); Dos Santuarios Históricos: Machu Picchu (Cusco) y Pampas de Ayacucho (Ayacucho). Cinco Zonas Reservadas: Manu (Madre de Dios), Apurímac (Apurímac), Tambopata-Candamo (Madre de Dios), Alto Cañete y Cochas Pachacayo y Pantanos de Villa (Lima) y de reciente creación una Reserva Paisajística: Nor Yauyos; y la Reserva Comunal Amarakaeri.

Existen muchas otras áreas donde destacan monumentos Geológicos y restos arqueológicos, que por su belleza paisajística, interés científico e histórico deberían ser considerados e incorporados como áreas naturales intangibles, y diseñar la gestión y uso adecuado para su explotación como recursos geoturísticos. Cabe destacar las áreas del Santuario Nacional del Megatoni o Pongo de Mainique (provincia de La Convención, Cusco); Monumento Natural La Catedral (Pisco); Santuario Nacional de Quelccaya (Cordillera de Vilcanota, en el departamento del Cusco); Parque Natural Cataratas de Huancaya (Yauyos, Lima); Monumento Natural Salineras de Maras (Urubamba, Cusco); Monumento Natural de Sachapite (Huancavelica).

En la relación geoambiental podemos manifestar que los problemas de contaminación que afectan a la Franja N° 3 son de tipo natural y antrópico, los primeros se manifiestan por el lavado natural de las rocas volcánicas por los ríos, aguas superficiales y aguas de precipitación. La contaminación antrópica se manifiesta por el empleo de plaguicidas y abonos, la ganancia de tierras para la agricultura mediante la deforestación, la actividad pesquera (Pisco), los relaves y botaderos mineros antiguos expuestos a la acción eólica y a la dinámica fluvial, drenajes ácidos de socavones de pequeñas minas, hoy paralizadas, la minería aurífera artesanal (Madre de Dios, Huaypetuhe), minería calcárea (Cementos Lima), la construcción de nuevas carreteras (Chalhuanca-Abancay y Ollantaytambo-Abra Málaga), accesos a la construcción de infraestructura eléctrica (Transmantaro) y energética (Gaseoducto Camisea, carretera Calca-Quiteni y la actividad industrial (Aceros Arequipa, Luchetti), que han alterado el entorno ecológico natural, áreas naturales protegidas y áreas que deben ser preservadas como patrimonio natural y cultural.

En Lima, por ejemplo, el «Lomo de Corvina» única duna ubicada al sur de la ciudad es considerada un ambiente natural que formaba parte de un cinturón ecológico, que conectaba a los Pantanos de Villa con las ruinas de Pachacámac. Gran parte ha sido destruida por la construcción de muros y viviendas en forma desordenada, actividad minera e industrial, a lo que se suma el caos publicitario que obstruye la vista al mar.

Otro problema ambiental lo constituye la ausencia de lugares para depositar controladamente residuos domésticos e industriales (rellenos sanitarios), en la mayoría de

las ciudades como: Cusco, Ayacucho, Abancay, Andahuaylas, Puerto Maldonado, Huancavelica, Huancayo y otros poblados principales, lo que existen son botaderos de residuos sólidos en las afueras y periferia de las ciudades, contaminando áreas de cultivo principalmente y áreas de crecimiento urbano.

Capítulo I

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Estudio de Riesgo Geológico de la Franja N°3, paralelos 12° - 14° latitud sur del Perú, comprende parte de los departamentos de Lima, Ica, Ayacucho, Huancavelica, Cusco, Puno y Madre de Dios (Figura N° 1). Con este trabajo, se completa el estudio de los departamentos de Ica y Puno, estudiados en parte, en nuestros anteriores estudios de los años 2000 y 2001 respectivamente.

Entre las ciudades importantes localizadas dentro de la Franja N°3, tenemos a Cusco, Puerto Maldonado, Ayacucho, Abancay, Huancayo, Huancavelica y parte de Lima. Esta franja presenta zonas climáticas, que varían desde muy húmedas, desérticas (Paracas) a muy lluviosas (Puerto Maldonado), pasando por lluviosas en período estacional (Puno).

Se hallan importantes cuencas hidrográficas como Mantaro, Cañete, San Juan, Pampas, Urubamba, Inambari, etc, donde se localizan obras de infraestructura, entre las que destacan las centrales hidroeléctricas del Mantaro, San Gabán II y Machu Picchu.

En esta franja han ocurrido fenómenos de geodinámica externa de gran magnitud, entre los que destacan el deslizamiento destructivo de Mayunmarca (1974), considerado entre los más catastróficos del siglo XX, pues represó al río Mantaro durante 45 días formando una laguna de aproximadamente 30 km de longitud, provocó la muerte de 500 pobladores, la destrucción de 30 km de la carretera Huancayo-Ayacucho, puentes, terrenos de cultivo, etc. Otros deslizamientos importantes han sido los de *Muyuna*, *Chilcapite*, *Uralla*, (Huancavelica), *Huascatay* (Andahuaylas), *Ccocha* y *Pumaranra* (Apurímac), así como los aluviones de *Aobamba* y *Santa Teresa* (Cusco), que afectaron la central hidroeléctrica de Machu Picchu y el poblado de Santa Teresa, respectivamente.

Otros fenómenos importantes son los desbordes frecuentes de los ríos Madre de Dios e Inambari en la Amazonía; en los valles interandinos, los ríos Mantaro y Vilcanota y los ríos Pisco, Cañete, Mala, Ica y Rímac que drenan a la costa.

Esta área tiene una población aproximada de 9 520 428 habitantes (proyección al 2002 del INEI), que representa el 35,59% de la población peruana.

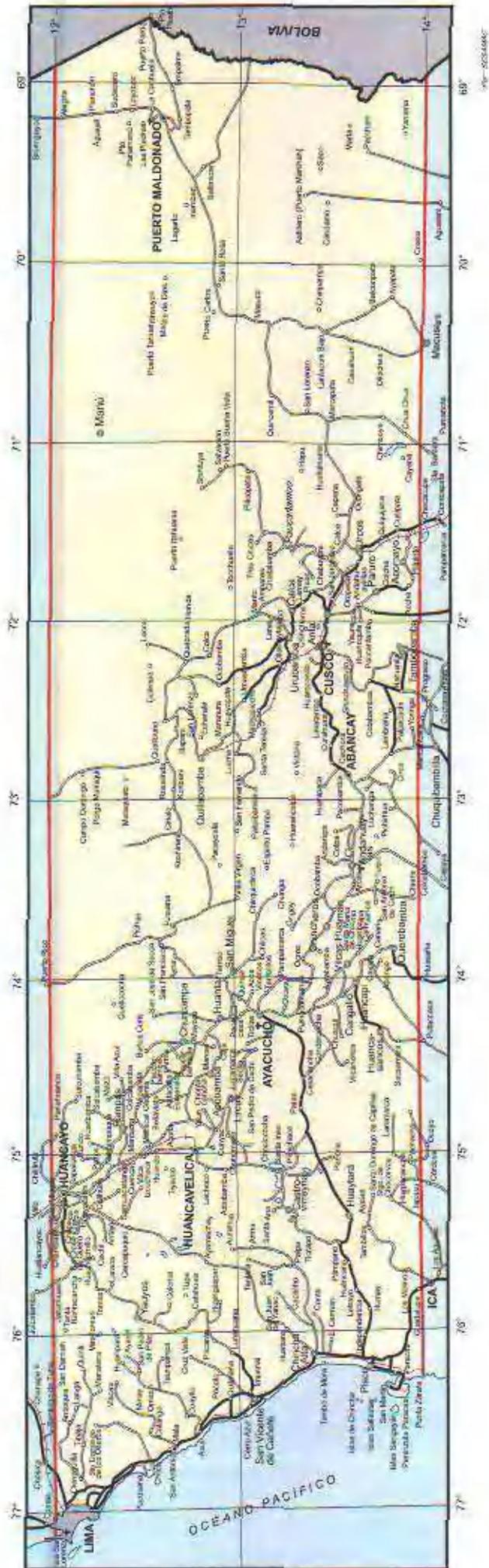


Fig. N° 1 Mapa de ubicación y acceso de la Franja N° 3

1.2 OBJETIVOS

Este estudio tiene los siguientes objetivos:

- Identificar los peligros geológicos naturales y antropogénicos que afectan y han afectado al área de la Franja N° 3, que permitan evaluar la susceptibilidad de ocurrencia de los mismos.
- Analizar la vulnerabilidad preliminar de la zona de trabajo.
- Efectuar la zonificación de riesgo geológico preliminar del área de la Franja N° 3, para la seguridad física de las poblaciones y obras de infraestructura.
- Actualizar el Banco de Datos de Fenómenos de Geodinámica Externa.

1.3 METODOLOGÍA

El desarrollo del trabajo se ha efectuado en tres fases:

- a) Fase de Gabinete I
 - Recopilación, selección y evaluación de la información cartográfica y bibliográfica.
 - Adquisición de mapas aerofotogramétricos (67) a escala 1:100 000.
 - Evaluación de la base de datos de geodinámica existente en el INGGEMMET.
 - Interpretación de imágenes satelitales, radar y fotografías aéreas.
 - transparencia de la información adquirida a los mapas aerofotogramétricos.
- b) Fase de campo
 - Inventario de los peligros geológicos detectados.
 - Evaluación e interpretación de los peligros geológicos inventariados.
 - Análisis preliminar de la seguridad física de los pueblos, ciudades y obras de infraestructura principales de la Franja.
 - Recolección de muestras de rocas y aguas de zonas de interés.
- c) Fase de Gabinete II
 - Interpretación y depuración de la información obtenida en la fase de campo y gabinete I.
 - Elaboración de la base de datos de fenómenos geodinámicos e hidrológicos que afectan al área de la Franja N° 3.
 - Análisis e interpretación de los resultados emitidos por los laboratorios con respecto a las muestras de rocas y aguas enviadas.
 - Análisis e interpretación de la información obtenida.
 - Elaboración de mapas y figuras.
 - Preparación y elaboración del informe final

1.4 BASE CARTOGRÁFICA

Se han utilizado:

- 67 Mapas aerofotogramétricos a escala 1:100 000, editados por el IGN.
- Mapas y boletines de la Carta Geológica Nacional a escala 1:100 000.
- Imágenes satelitales a escala 1:50 000, y mosaicos a escala 1:500 000 y 1:750,000 (Lámina N° 1).
- Mapas Climatológico, Ecológico, etc., preparados por otras instituciones públicas.

1.5 TRABAJOS ANTERIORES

En el ámbito de la Franja N°3, el INGEMMET ha realizado anteriormente diversos estudios de geodinámica externa de cuencas, y de seguridad física, entre los que merecen resaltar los siguientes:

- Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Mantaro (1980).
- Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río San Juan – Chincha (1980).
- Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Pisco (1981).
- Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Cañete, (1985).
- Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Rímac (1988).
- Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Ica (1994).

Existen otros estudios e informes técnicos puntuales de diferentes zonas de la franja, donde se evaluó la seguridad física de las poblaciones ante la ocurrencia de peligros geológicos, entre ellos mencionamos los siguientes:

- Estudio Geotécnico de Futuras Áreas de Expansión Urbana entre Lima y Cañete (1996).
- Inspección del Riesgo Geológico en el Barrio de Muyuna (1997).
- Inspección de Riesgo Geológico en la Comunidad Campesina de Aucampi (1997).
- Estudio Geotécnico para la Seguridad Física de Cangallo-Ayacucho (1979).
- Estudio Geotécnico para la Seguridad Física de Huancapi-Ayacucho (1979).
- Estudio Geotécnico para la Seguridad Física de Ticapro (1980).
- Estudio Geodinámico del Deslizamiento de Mayunmarca (1975).
- Estudio Geodinámico del Área de Colcabamba (1967).
- Derrumbe en el Cañón de Infiernillo (1966).
- Condiciones Geológicas de Runcua Nuevo (1964).

Capítulo II

ASPECTOS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 ÁMBITO DE ESTUDIO, UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

El área de estudio está comprendido entre los paralelos 12° y 14° latitud sur (Fig. N° 1), abarcando una área aproximada de 185 018 km², que representa el 14,4% del territorio nacional. Comprende parte de los departamentos de Lima, Ica, Ayacucho, Huancavelica, Apurímac, Cusco, Madre de Dios y Puno.

Cuenta con tres aeropuertos internacionales: Jorge Chávez (Callao), Velasco Astete (Cusco) y Pedro Almaiz (Puerto Maldonado); tres aeropuertos nacionales: Alfredo Mendivil Duarte (Ayacucho), el de Andahuaylas y el de Quiteni, además 10 aeródromos. Existen tres vías principales asfaltadas: Carretera Panamericana Sur, que cruza de sur a norte los departamentos de Ica y Lima; la carretera *Los Libertadores que une San Clemente (Pisco) con Ayacucho* y la carretera *Nasca-Puquio-Chalhuanka-Cusco*. Otras vías importante son *Cusco-Puerto Maldonado* y *Puno-Macusani-San Gabán-Inambari-Puerto Maldonado*. De estas vías salen otros ramales que permiten llegar al interior de la franja.

Existen tres ferrocarriles de servicio público:

- Huancayo-Huancavelica.
- Cusco-Sicuani.
- Cusco-Aguas Calientes (Machu Picchu).

2.2 POBLACIÓN Y VIVIENDA

Según el compendio estadístico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), proyectado al año 2002, el área de estudio cuenta con una población de 9 520 428 habitantes, los cuales representaban el 35,59% de la población peruana (Cuadro N° 2.1).

Según el censo de 1993 (INEI), la población económicamente activa (PEA) de la Franja N° 3 es de 2 480 019 habitantes, cuya distribución se muestra en el Cuadro N° 2.2.

Cuadro N° 2.1
Población por Departamentos-Franja N° 3

N°	Departamento	Habitantes	Porcentaje (**)
1	Lima	5 679 651	21,23
2	Cusco	881 307	3,29
3	Callao (*)	678 044	2,53
4	Junín	494 381	1,85
5	Huancavelica	438 492	1,64
6	Ayacucho	419 173	1,57
7	Apurímac	327 443	1,22
8	Ica	321 056	1,20
9	Madre De Dios	75 588	0,28
10	Puno	33 093	0,12
	Total	9 348 228	35,95

(*) Se ha tomado como departamento a la Provincia Constitucional del Callao.

(**) Porcentaje tomado del total de población peruana proyectada al año 2002.

Cuadro N° 2.2
Distribución de la Población Económicamente Activa (PEA) de la Franja N° 3 por departamentos

N°	Departamento	Habitantes	Porcentaje (**)
1	Lima	1 466 770	20,63
2	Cusco	251 871	3,54
3	Callao	222 027	3,12
4	Junín	128 040	1,80
5	Huancavelica	108 343	1,52
6	Ayacucho	108 239	1,52
7	Ica	82 288	1,16
8	Apurímac	76 628	1,08
9	Madre De Dios	25 243	0,36
10	Puno	10 616	0,15
	Total	2 480 019	34,88

(**) Porcentaje tomado del total de población económica activa peruana según el censo 1993 (7 109 527 h.)

En el Cuadro N°2.3 se presenta a nivel provincial la población total, población económicamente activa (PEA) y el número de viviendas en la Franja N° 3, cuyos datos han sido tomados del Banco de Información Distrital del INEI (Base del Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda – del año 1993 y proyecciones al año 2002), de los departamentos de Ica, Lima, Ayacucho, Junín, Huancavelica, Apurímac, Cusco, Madre de Dios, Puno, y la Provincia Constitucional del Callao.

Cuadro N° 2.3
Población, PEA, y Número de Viviendas a Nivel
Provincial en la Franja N° 3

Dpto.	Provincia	Población (*)	P.E.A (**)	N° de Viviendas (**)
Lima	Lima	5 460 842	1 401 345	1 058 845
	Cañete	173 872	50 048	38 869
	Yauyos	283	9 735	12 758
	Huachochiri	167	5 642	7 381
	Total	5 679 651	1 466 770	1 117 853
Cusco	Cusco	319 422	93 079	55 097
	La Convención	177 444	57 531	35 789
	Quispicanchis	89 264	21 040	19 279
	Calca	65 330	17 925	13 256
	Anta	64 742	15 021	14 545
	Urubamba	56 352	13 766	11 799
	Paucartambo	47 627	15 172	10 609
	Paruro	33 383	9 981	8 486
	Acomayo	20 051	5 447	5 343
	Canchis	7 692	2 909	2 200
	Total	881 307	251 871	176 403
Prov. Const. Callao	Callao	678 044	222 027	83 174
	Total	678 044	222 027	83 174
Junín	Huancayo	430 289	111	84 068
	Chupaca	54 028	14 299	12 177
	Concepción	10 064	2 530	2 631
	Total	494 381	128 040	98 876
Huancavelica	Huancavelica	141 010	25 711	28 860
	Tayacaja	114 574	32 265	27 489
	Churcampa	48 333	12 311	12 844
	Acobamba	47 002	13 093	12 045
	Angaraes	46 121	11 275	1 443
	Huaytará	21 739	7 719	7 995
	Castrovirreyna	19 713	5 969	9 138
Total	438 492	108 343	113 014	
Ayacucho	Huamanga	179 383	45 031	40 292
	La Mar	76 369	20 959	20 075
	Huanta	60 622	17 769	17 769
	Cangallo	36 335	9 324	11 483
	Victor Fajardo	28 497	6 964	11 436
	Vilcashuamán	23 179	4 549	9 393
	Huancasancos	11 049	2 648	3 830
	Total	419 173	108 193	115 943

Dpto.	Provincia	Población (*)	P.E.A (**)	N° de Viviendas (**)
Apuímac	Abancay	123 395	25 214	21 884
	Andahuaylas	105 053	30 330	33 168
	Chincheros	59 184	10 368	14 076
	Cotabambas	27 097	6 815	5 578
	Aymaraes	10 066	2 029	5 114
	Graú	7 729	1 872	1 933
	Total	332 524	76 628	81 753
Ica	Chincha	176 732	47 463	35 700
	Pisco	126 682	28 109	13 797
	Ica	17 642	6 716	6 661
	Total	321 056	82 288	56 158
Madre de Dios	Tambopata	60 814	17 266	10 722
	Manu	14 774	7 977	2 604
	Total	75 588	25 243	13 326
Puno	Carabaya	33 093	10 616	6 655
	Total	28 238	10 616	6 655

(*) Datos proyectados al año 2002, según INEI

(**) Datos del censo de 1993, según INEI

2.2.1 Algunas Características de la Población

La población en la Franja N°3 asciende a 9 348 228 habitantes, perteneciendo la mayor población al departamento de Lima, con 5 679 651 habitantes y la menor población a Puno, con 28 238 habitantes.

A continuación se hace una breve descripción de sus características:

Departamento de Lima

En el departamento de Lima, las provincias que están dentro de la Franja N°3, son Yauyos, Cañete, y parte de Lima (a excepción de los distritos de Ancón, Carabaylo, Chaclacayo, Independencia, Los Olivos y Puente Piedra), Huarochirí (distritos de Huarochirí, Antioquía, Cuenca, Lahuaytambo, Langa, Mariatana, San Andrés de Tupicocha, San Damián, San Juan de Tantarache, San Lorenzo de Quinti, San Pedro de Huancayre, Sangallaya, Santiago de Anchucaya y Santo Domingo de los Olleros).

La mayor concentración poblacional se halla en la provincia de Lima (5 679 651 h.), distribuido en 34 distritos, siendo los más poblados: **San Juan de Lurigancho** (755 540 h.), **San Martín de Porres** (459 139 h.), y **San Juan de Miraflores** (367 128 h.) (INEI, 2002).

En la provincia de Lima se halla la mayor concentración de viviendas (1 058 845) y población económicamente activa (1 466 770 h.).

La provincia de Cañete cuenta con una población de 173 872 h. (INEI-2002) y una población económicamente activa de 50 048 h. (INEI, 1993).

Lima Metropolitana es la ciudad más poblada del Perú, su crecimiento intercensal (1981-1993), fue de 38,2% y su tasa de crecimiento promedio anual de 2,7 (INEI - Perú: Compendio Estadístico 2001).

Departamento de Cusco

La franja cubre las provincias de La Convención, Calca, Urubamba, Anta, Pucartambo, Quispicanchis, y parte de Paruro (a excepción de Omacha), Acomayo (a excepción de Acopia, Mosoc Llacta y Pomacanchi), y Canchis (Pitumarca).

La mayor concentración poblacional se encuentra en los distritos de Santiago y Cusco (provincia de Cusco), con 1 218,4 y 865,4 h./km² respectivamente. Los distritos con mayor población son los de Cusco y Santiago con 100 572 y 84 949 h. respectivamente.

En la ciudad de Cusco el crecimiento intercensal (1981-1993) fue de 38,5%, y su tasa de crecimiento promedio anual fue de 2,8 (INEI, 2001).

El mayor número de viviendas se encuentra en los distritos de Cusco (19 704 viviendas) y Santiago (14 322 viviendas).

Provincia constitucional del Callao

Comprende una población de 678 044 h. (INEI, 2002) y una población económicamente activa de 222 027 h. con 83 174 viviendas ocupadas.

Departamento de Junín

En la Franja N° 3 se encuentra parte de las provincias de **Huancayo, Chupaca y Concepción**.

Los distritos de El Tambo y Huancayo cuentan con el mayor número de habitantes (149 415 y 114 891 respectivamente) y la mayor concentración de habitantes se localiza en los distritos de Chilca y El Tambo (9 124,3 y 2 031,5 h./km²).

La población se encuentra generalmente ubicada a lo largo del valle del Mantaro.

La ciudad de Huancayo cuenta con un alto crecimiento intercensal (1981-1993), con un porcentaje de 56,6 % y una tasa de crecimiento promedio anual de 3,8 % (INEI, 2001).

En cuanto a vivienda, la mayor cantidad se encuentra en los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca (30 655, 21 572 y 10 810 respectivamente), (INEI, 1993).

Departamento de Huancavelica

En la Franja N° 3 se encuentran las provincias de Huancavelica, Tayacaja, Churcampa, Acobamba, Angaraes, Castrovirreyna, y parte de Huaytará (a excepción de los distritos de Córdova, Ocoyo y Santiago de Quirahuara).

Las provincias con mayor población son las de Huancavelica y Tayacaja (141 010 y 114 574 h.). En la provincia de Huancavelica el distrito de mayor población es Huancavelica con 34 463 h. y el de mayor concentración poblacional es Izcuchaca con 113,9 h./km² (Lámina N° 2). En la provincia de Tayacaja, el distrito de Colcabamba cuenta con el mayor número de habitantes (23,501 h.) y los distritos de Pampas y Daniel Hernández con una concentración poblacional de 114,8 y 99,7 h./km², respectivamente (INEI-2002).

La mayor concentración de población generalmente está distribuida a lo largo de los valles de los ríos Mantaro y Pampas.

En la ciudad de Huancavelica, la tasa de crecimiento intercensal (1981-1993) fue de 47,0 % y la tasa de crecimiento promedio anual de 3,3 %. La ciudad de Huancavelica tiene un incremento intercensal (1981-1993) de 52,3 % y una tasa de crecimiento fue de 3,6 % (INEI -2001).

En lo que se refiere a vivienda, la mayor cantidad se encuentra en la provincia de Huancavelica, específicamente en el distrito del mismo nombre.

Departamento de Ayacucho

Dentro del área de estudio están involucradas las provincias de Huamanga, La Mar, Cangallo, Víctor Fajardo, Huanca Sancos, Vilcas Huamán y parte de Sucre (distritos de Belén, Chalcos, Chilcayoc y San Salvador de Quije).

La capital de Ayacucho, **Huamanga**, tiene la mayor población (86 262 h.), con una densidad poblacional de 1011,4 h./km², seguido por el distrito de **San Juan Bautista** con 25 942 h. y una concentración de 1386,5 h./ km². (INEI -1995).

La ciudad de Ayacucho tiene un incremento intercensal (1981-1993) de 52,3 %. La Tasa de crecimiento promedio anual fue de 3,6% (INEI-2001).

El mayor número de viviendas ocupadas se presenta en la provincia de Huamanga con un total de 40 292 (INEI-1993).

Departamento de Apurímac

Corresponden a las provincias de Chincheros, Abancay y parte de Cotabambas (a excepción de los distritos de Huaquirá y Cotabambas), Andahuaylas (a excepción de los distritos de Huayana, Pampachiri y Pomacocha), Ayamaraes (distritos de Chapimarca, Lucre, San Juan de Chacña, Tanta y Tintay), Grau (distritos de Huayllati y Gamarra).

El distrito de mayor población es Abancay (provincia de Abancay), con 70 514 h., pero los distritos de mayor concentración poblacional son Abancay (225,2 h./km²) y Talavera (147,5 h./km²).

Para la ciudad de Abancay su crecimiento intercensal (1983 –1993) fue de 136,6% y su tasa de crecimiento promedio anual fue de 7,4 % (INEI-2001).

El mayor número de viviendas ocupadas se encuentra en la provincia de Abancay con 21 884 de la cuales 13 809 corresponden al distrito del mismo nombre.

Departamento de Ica

En el departamento de Ica, están comprendidas parte de las provincias de **Pisco** (distritos de Pisco, Huancano, Humay, Independencia, San Andrés y San Clemente) e **Ica** (distritos de Salas, San José de los Molinos y San Juan Bautista), y toda la provincia de **Chincha**.

La mayor parte de la población se concentra en la provincia de Chincha, distrito de Chincha Alta (57 354 h. y 240,6 h./km²) siendo ésta netamente urbana (costa). La menor población se halla en los distritos de Chavín y de San Juan de Yanac (787 y 1 026 h. respectivamente), ubicados en las partes altoandinas.

La ciudad de Chincha Alta está considerada dentro de las treinta ciudades más pobladas del Perú. Cuenta con un incremento intercensal (1983-1993) de 45,1 % (INEI -2001).

Departamento de Madre de Dios

Se encuentran la provincia de Tambopata, y parte de la provincia de Madre de Dios (a excepción de Fitzcarrald).

El mayor número de habitantes se localiza en la capital del departamento, Puerto Maldonado (Tambopata), con 45 647 h., su crecimiento intercensal (1981-1993) fue de 146,2%, y su tasa de crecimiento promedio anual fue de 7,8 % (INEI-2001).

La concentración de la población en este departamento es mínima, varía ente 0,5 a 2,1 h./km².

El mayor número de viviendas lo tienen los distritos de Tambopata (8 706 viviendas) y Madre de Dios (2 264 viviendas).

Departamento de Puno

Parte del departamento de Puno se encuentran comprendido en la Franja N° 3, parte de la provincia de Carabaya, distritos de Ayapata, Coasa, Corani, Ituata, Ollachea y San Gabán, donde la población varía entre 2,4 y 6,6 h./km².

El mayor número de habitantes se concentra en el distrito de Coasa con 8 687 h. e igualmente presenta un total de 1 675 viviendas ocupadas.

2.3 INFRAESTRUCTURA

En este capítulo se hace mención de las redes viales existentes, así como de los proyectos de irrigación, minas activas, principales hidroeléctricas y líneas de transmisión (ver Lámina N° 3).

2.3.1 Infraestructura Vial

En el área de estudio existen carreteras asfaltadas, afirmadas y trochas carrozables, como también caminos de herradura, que comunican hasta el interior de la zona de estudio.

a) Carreteras

a.1) Redes viales principales

Entre las principales carreteras asfaltadas tenemos:

- La carretera Panamericana Sur, tramo Lima–Pisco, la cual atraviesa los departamentos de Lima e Ica. Tiene aproximadamente 280 km.
- Carretera Los Libertadores Wari, que une San Clemente (Pisco) y Ayacucho, de 330 km de longitud completamente asfaltada.
- Carretera Huancayo–Huancavelica (una parte sin asfaltar, en mal estado).
- Carretera Chalhuanca–Abancay–Cusco, donde el tramo Chalhuanca–Abancay se halla en construcción (asfaltado).
- Otras vías importantes son:
Carretera interoceánica con sus variantes, la primera: el tramo de Puno–Macusani–Ollachea–San Gabán–Inambari–Mazuco–Puerto Maldonado, la segunda: Cusco–Urcos–Marcapata–Quincemil–Mazuco–Puerto Maldonado.
Carretera Ayacucho–Huanta–San Francisco–Quimbiri.

a.2) Redes viales secundarias

Existen varias carreteras secundarias que se inician en la redes viales principales, entre las que tenemos, carreteras afirmadas y trochas carrozables como:

- Cieneguilla–Antioquía–San José de los Olleros–Langa–Huarochirí–Santiago de Anchucaya.
- Mala–Cuculí–Langa–Mariatana–Huarochirí
- Asia–Coayllo–Omas–San Francisco de Pilas–Quinchés

- Chíncha–Tantará–Arma–Huancavelica.
- Castrovirreyna–Ticrapo–Mollepampa–Capillas–Huachos–Chíncha.
- Castrovirreyna–Santa Ana–Huachocolpa–Lircay
- Castrovirreyna–Santa Ana–Huancavelica.
- Huancayo–Pariahuanca–Huachocolpa.
- Huancayo–San José de Quero–Yauyos–Imperial–Cañete.
- Huancayo–Daniel Hernández–Colcabamba–Paucarbamba–Luricocha – Huanta–Ayacucho.
- Ica–Córdova–Laramarca–Vilcanchos–Totos–Los Libertadores.
- Ayacucho–Cangallo–San Salvador de Quije.
- Ayacucho–Ocros–Andahuaylas
- Ayacucho–Julcamarca–Lircay–Huancavelica.
- Huancavelica–Izcuchaca–Conayca–Laria–Manta–Acobambilla–Viñac–Zúñiga–Imperial–Cañete.
- Lircay–Acobamba–Andabamba–Acoria–Izcuchaca–Huancayo.
- Cusco–Urubamba–Vilcabamba–La Convención–Quellouno
- Cusco–Paucartambo–Challabamba–Koñipata
- Cusco–Calca–Lares–Yanatile.
- Cusco–Anta–Shinchaypujio–Cotabambas–Tambobamba.
- Cusco–Yaurisque–Paruro–Colcha–Pillpinto–Acos–Sangarara.

b) Vías férreas

Dentro de la Franja N° 3 existen tres vías férreas de transporte de pasajeros:

Huancayo–Huancavelica, con una longitud de 128,70 km.

Cusco–Ollantaytambo–Aguas Calientes–Machu Picchu–Central Hidroeléctrica de Machu Picchu, con una longitud de 122 km.

Cusco–Sicuaní–Juliaca, con un recorrido de aproximadamente 291 km.

c) Aeropuertos, Aeródromos y Puertos

En el área de estudio existen tres aeropuertos internacionales, tres nacionales y diez aeródromos, cuyas características se muestran en el Cuadro N° 2.4.

Existen tres puertos principales, dos de tipo marítimo (Callao y General San Martín) y uno de tipo fluvial (Puerto Maldonado). En el Cuadro N° 2.5 se presenta una breve descripción de los puertos existentes en la franja.

2.3.2 Proyectos Especiales

En el área de estudio se han localizado cuatro proyectos especiales. A continuación se efectúa una breve descripción de cada uno de ellos.

a) Proyecto Especial Río Cachi

Ubicación:

Departamento de Ayacucho, provincias de Huamanga, Cangallo y Huanta.

Creación:

Creado por Decreto Supremo N° 004 – 87 – MIPRE, el 20 de febrero de 1987, como órgano descentralizado del Instituto Nacional de Desarrollo (INADE). La construcción de las obras se inició en el año 1987.

Objetivos:

- Incorporación de 21 463 ha de terreno de cultivo al sistema de riego.
- Generación de 16,8 MW de energía eléctrica.
- Suministro de agua en 0,95 m³/s para consumo doméstico e industrial a Ayacucho y 0,15 m³/s para preservación ecológica.
- Elevación del nivel de vida del poblador de Ayacucho.

Es la obra hidráulica de mayor envergadura que se construye en Ayacucho. Su infraestructura de canales tiene origen en tres bocatomas construidas para captar las aguas de los ríos Apacheta, Choccoro y Chicllarazo; afluentes principales del río Cachi.

Las aguas se derivaran a la presa de Cuchoquesera, que permitirá embalsar 80 MMC. En Cuchoquesera, las aguas son reguladas y derivadas a través del canal hacia Chiara, y luego por un primer ramal, el agua es conducida a la ciudad de Ayacucho y entregada en la quebrada Hospitalniyoc a la Empresa Prestadora de Servicios de Saneamiento de Ayacucho, para que se encargue de su tratamiento. Por otro ramal, se derivará un caudal de 5 m³/s, para irrigar las zonas productivas de Chiara, Tambillo y Acocro incorporando más de 9 mil hectáreas de tierras de cultivo.

Obras Ejecutadas:

- Bocatoma Apacheta (Q = 3,7 m³/s)
- Canal de derivación colector Apacheta-Choccoro (L = 37,6 km Q = 3,7 – 5,4 m³/s).
- Bocatoma Choccoro (Q = 6,4 m³/s).
- Canal de derivación colector Choccoro - Chicllarazo (L = 23,1 km Q = 10 m³/s).

Cuadro N° 2.4
Aeropuertos y Aeródromos Ubicados dentro de la Franja N° 3

Nombre	Ubicación Política			Tránsito del Año 2000		Observaciones	
	Departamento	Provincia	Distrito	Total de pasajeros	Carga (T.M.)		Total de operac.
Aeropuerto Internacional Jorje Chávez		Callao	Callao	4 505 936	106 979	67 393	Pista de aterrizaje asfaltada de 3,5 km de largo
Aeropuerto Velazco Astete	Cusco	Anta	San Sebastián	792 125	2 526	16 112	Pista de aterrizaje asfaltada de 2 500 m de longitud
Aeropuerto Padre Aldamiz	Madre de Dios	Tambopata	Tambopata	124 263	4 895	2 396	Pista de aterrizaje asfaltada de 2 700 m
Aeropuerto Mendivil Duarte	Ayacucho	Huamanga	Huamanga				Pista de aterrizaje asfaltada de 2 800 m de longitud
Aeropuerto de Andahuaylas	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas				Pista asfaltada de 2,5 km de largo
Aeropuerto de Quito	Cusco	La Convención	Santa Teresa				Pista de aterrizaje de tierra 1 500 m
Aeródromo de Vilcas-Huamán	Ayacucho	Vilcashuamán	Vilcashuamán				Pista asfaltada de 1 km de longitud
Aeródromo Profesional Chilca	Lima	Cañete	Chilca				Pista de aterrizaje de enriplado de 500 m
Aeródromo de Churcampa	Huancavelica	Churcampa	Churcampa				Pista de aterrizaje de tierra de aproximadamente 1 km
Aeródromo Boca del Manu	Madre de Dios	Manu	Manu				Pista de aterrizaje de 1 700 m de largo
Aeródromo Patria	Cusco	Paucartambo	Kosñipata				Pista de aterrizaje de 1 400 m de largo
Aeródromo Shintuya	Madre de Dios	Manu	Madre de Dios				Pista de aterrizaje de 620 m de largo
Aeródromo Lagarto	Madre de Dios	Manu	Fizcarrald				Pista de aterrizaje de 850 m de longitud
Aeródromo Choque	Madre de Dios	Manu	Madre de Dios				Pista de aterrizaje de 850 m de longitud
Aeródromo Quincemil	Cusco	Quispicanchis	Camanti				Pista de aterrizaje de 1000 m de longitud
Aeropuerto de Masuco	Madre de Dios	Madre de Dios	Inambari				Pista de aterrizaje de 1 450 m de longitud

Cuadro N° 2.5
Descripción de los Puertos Ubicados en la Franja N° 3

Puerto	Ubicación Política			Categoría	Tipo de Puerto	Observaciones
	Departamento	Provincia	Distrito			
Callao	Lima	Callao	La Punta	Mayor	Marítimo	Puerto que permite un intercambio comercial internacional. Es de atraque directo. Permite naves mayores de 500 T.B.R. (Toneladas de Registro Bruto). En el año 2000 este puerto ha tenido un movimiento de 10 873 588 toneladas.
General San Martín	Ica	Pisco	Paracas			Puerto que permite un intercambio internacional. Es de atraque directo. Abordan naves menores a los 500 T.B.R. En el año 2000 este puerto ha tenido un movimiento de 1351033 toneladas.
Puerto Maldonado	Madre de Dios	Tambopata	Tambopata		Fluvial	Puerto que permite un intercambio internacional. Es de tipo de lanchonaje. En el año 2000 ha tenido un movimiento de 365 T.R.B.
Cerro Azul	Lima	Lima	Cafete	Caleta	Marítimo	Permite un intercambio comercial menor en forma local, embarque de personas en embarcaciones menores.
Chorrillos	Lima	Lima	Chorrillos			
Tambo de Mora	Ica	Chincha	Tambo de Mora			
Bujama	Lima	Cafete	Mala			
Unión	Madre de Dios	Tambopata	Tambopata			
Colorado	Madre de Dios	Manu	Fitzcarrald			
Carlos	Puno	Carabaya	San Gabán			
Laberinto	Madre de Dios	Tambopata	Laberinto			
Lagarto	Madre de Dios	Tambopata	Laberinto			
Luz	Madre de Dios	Manu	Madre de Dios			
Astillero	Madre de Dios	Tambopata	Tambopata			
Masuco	Madre de Dios	Tambopata	Inambari		Fluvial	Dedicado a intercambio de productos locales, comercialización y embarque de personas de forma local.

(*) Fuente: Compendio Estadístico 2001 - INEI

- Bocatoma Chicllarazo ($Q = 10 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Canal de derivación colector Chicllarazo-Cuchoquesera ($L = 23,1 \text{ km}$ $Q = 10,8 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Canal de derivación colector Cuchoquesera-Allpachaca-Ichocruz ($L = 47,5 \text{ km}$ $Q = 8,6 - 7,0 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Canal de suministro de agua - Ayacucho ($L = 20,02 \text{ km}$ $Q = 2,0 \text{ m}^3/\text{s}$).
- Presa Cuchoquesera (80 MMC)

Obras por Ejecutar:

- Construcción del Canal Chiara - Chontaca (en ejecución).
- Construcción de canales laterales (en ejecución).
- Operación y mantenimiento de la infraestructura mayor (en ejecución).
- Construcción de canales secundarios de irrigación (106,17 km).

b) Proyecto Especial Tambo-Ccaracocha

Ubicación:

Departamentos de Ica y Huancavelica, provincias de Ica, Huaytará y Castrovirreyna.

Creación:

Mediante Decreto Supremo N° 421-90-MIPRE

Objetivos:

- Rehabilitar y construir los diversos componentes del sistema hidráulico de regulación y trasvase Choclococha, con el propósito de asegurar y mejorar las disponibilidades hídricas y el aprovechamiento agrícola en el valle de Ica.
- Efectuar obras de mejoramiento y/o remodelación de la infraestructura de riego para elevar su eficiencia de captación y conducción, contribuyendo al uso racional de los recursos hídricos.
- Ejecutar las obras de ingeniería que comprende el represamiento de los ríos Tambo y Ccaracocha, potenciando el incremento de las disponibilidades hídricas actuales, durante la época de estiaje.
- Construir obras de defensas ribereñas en las márgenes del río Ica y tributarios para darle seguridad a los principales centros poblados, a la infraestructura de riego y las tierras de cultivo expuestas a inundaciones por eventuales avenidas.

Obras:

- Rehabilitación del canal de derivación Choclococha (20,8 km).
- Remodelación y reconstrucción de la bocatoma Amara y La Achirana.
- Construcción de la presa Ccaracocha.

Obras Complementarias:

- Obras de arte, construcción de caminos de acceso y mantenimiento de caminos de servicio (113 km).
- Defensas ribereñas en el río Ica.
- Construcción de caminos vecinales.
- Rehabilitación de infraestructura de riego y defensa civil dañadas por el fenómeno El Niño 1997-1998.
- Mantenimiento de caminos de servicio.

Obras por Ejecutar:

I Etapa

- Obras de rehabilitación del sistema Choclococha (en ejecución).
- Rehabilitación del túnel Supaymayo
- Rehabilitación del canal de derivación Choclococha.
- Reconstrucción del canal Montalván.
- Construcción del canal variante La Achirana
- Saldo de remodelación y rehabilitación del sistema Choclococha, remodelación de la bocatoma La Achirana, remodelación Mamacona - Quilloay, construcción de la bocatoma La Banda, La Venta, La Pinilla y defensas ribereñas del río Ica.

II Etapa

- Recrecimiento de la presa Choclococha, presa Tambo, canal aductor Tambo y canal colector Ingahuasi.

Obras Complementarias:

- Encauzamiento y defensas del río Ica (en ejecución).
- Construcción de caminos vecinales de tercer orden y sistemas de electrificación en zonas de extrema pobreza (en ejecución).

o) Proyecto Integral El Platanal

El proyecto El Platanal, se ubica en el departamento de Lima, entre las provincias de Cañete y Yauyos, está en la fase de estudio.

El proyecto El Platanal aprovechará el caudal del río Cañete, e incluye:

- Una central hidroeléctrica con capacidad para generar 270 megavatios. El 25% de la electricidad generada será comprada por dos cementeras (Cementos Lima y Andino), promotoras de El Platanal. El 75% restante estará a libre disposición de empresas como Luz del Sur, Aceros Arequipa y la Cia. Minera Milpo S.A., que prevé desarrollar el proyecto minero Loma Linda, ubicado en una zona aledaña a El Platanal.
- Irrigar 27 000 ha de tierras eriazas de las pampas Concón y Topará.

d) Proyecto Pampas Verdes

Este proyecto se desarrollará en los departamentos de Ayacucho (provincias de Huancasancos y Lucanas), Ica (provincia de Nasca) y Arequipa (provincia de Caravelí).

Es un proyecto hidroenergético, que consiste en el represamiento de los ríos Caracha y Urabamba (Ayacucho), lo cual permitirá construir tres centrales hidroeléctricas (La Capilla, Pirca y Jarhuac), que generarán 1,600 megavatios de electricidad. Después las aguas serán conducidas mediante canales hacia las pampas de Nasca y Caravelí donde irrigarán 120 000 y 100 000 ha, respectivamente, para uso agrícola.

Dentro de la franja solamente se encontraría el represamiento del río Caracha.

En el cuadro N° 2.6 se presenta una descripción de las principales presas ubicadas en la Franja N°3

2.3.3 Infraestructura Energética

En la Franja N° 3 se ubican las centrales hidroeléctricas del Mantaro, San Gabán Y Machu Picchu. Otra fuente energética será la que se desarrolle por el proyecto Camisea, que también se ubica dentro de la franja. A continuación se presenta una breve descripción de ellas.

a) Central Hidroeléctrica del Mantaro

El Complejo Mantaro está compuesto por las centrales hidroeléctricas:

- Santiago Antúnez de Mayolo y Restitución.

La primera central fue concebida en 1945 por el sabio Santiago Antúnez de Mayolo quien vislumbró la posibilidad de explotar la energía potencial de las aguas del río Mantaro. La construcción de las obras se inició en 1966, siendo inauguradas el 6 de octubre de 1973 con una potencia inicial de 342 Mw.

Cuadro N° 2.6
Descripción de las Principales Presas

Nombre de la Presa	Ubicación Política			Observaciones
	Departamento	Provincia	Distrito	
Presa de Cuchoquesera	Ayacucho	Cangallo	Chuschi	Proyecto Especial Río Cachi. Tiene un embalse de 80 millones de metros cúbicos.
Tablachaca	Huancavelica	Tayacaja	Colcabamba	Presa de la Central Hidroeléctrica del Mantaro.
Laguna Antacocha	Apurímac	Andahuaylas	San Jerónimo	
Laguna Pampahuasi	Apurímac	Andahuaylas	San Antonio de Cachi	
Laguna Razuhillca	Ayacucho	Huanta	Huanta	
Presa de relaves Achila	Huancavelica	Angaraes	Cochaccasa	
Laguna Coylococha	Huancavelica	Huancavelica	Acobambilla	
Laguna Huichicocha	Huancavelica	Huancavelica	Acobambilla	
Laguna Caracocha	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	Proyecto Especial Caracocha-Tambo
Laguna Choclococha	Huancavelica	Huaytará	Pilpichaca	Proyecto Especial Caracocha-Tambo
Laguna Orcococha	Huancavelica	Huaytará	Pilpichaca	Proyecto Especial Caracocha-Tambo
Laguna San Francisco	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	Proyecto Especial Caracocha-Tambo
Yurajcocha	Huancavelica	Huancayo	Chongos Alto	Proyecto Especial Caracocha-Tambo

La Central Hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo está constituida por tres componentes principales:

1. La represa de Tablachaca, posibilita el almacenamiento y regulación de las aguas tomadas del río Mantaro.
2. El túnel de aducción, tiene una longitud de aproximadamente 18 ,830 m entre la toma y la cámara de válvulas.
3. La casa de máquinas, está ubicada sobre la margen izquierda del río Colcabamba, contiene siete turbinas tipo Pelton, de eje vertical, de cuatro chorros, 114 Mw, 450 rpm, accionadas por un salto hidráulico de 820 m. Los transformadores (22 en total) son monofásicos de 13,8/220 kv, y están ubicados en la parte exterior del edificio de la casa de máquinas.

La central hidroeléctrica de Restitución fue construida posteriormente en 1985, y es accionada por las aguas turbinadas de la central hidroeléctrica Santiago Antúnez de Mayolo, las cuales son transportadas a través de un puente-tubo de 93 m de largo y 5 m de diámetro, que empalma con un túnel de aducción de 790 m de longitud que pasa por debajo del campamento de Campo Armiño y llega hasta la margen derecha del río Mantaro desde donde son devueltas las aguas represadas en Tablachaca. Consta de tres turbinas de 70 Mw cada una, lo que permite una producción total de 210 Mw de potencia.

b) Central Hidroeléctrica de San Gabán II

Ubicación:

Departamento de Puno, provincia de Carabaya, distritos de Ollachea, San Gabán y Ayapata.

Objetivo:

Captar las aguas del río San Gabán y generar energía eléctrica por medio de turbinas, que beneficie a los centros poblados, asentos mineros e industrias comprendidas en la región Moquegua-Tacna-Puno, a través de la red eléctrica del Sistema Interconectado Sur y pronto a nivel nacional con la integración eléctrica.

La empresa de Generación Eléctrica San Gabán S.A. fue creada el 07 de noviembre de 1994, con el objetivo principal de construir la Central Hidroeléctrica San Gabán II, de 110 MW de potencia.

La Central Hidroeléctrica San Gabán II pertenece al Sistema Interconectado del Sur (SIS). Posteriormente, y mediante la línea de Mantaro a Socabaya, estará interconectado al sistema nacional. Por ende, su energía contribuirá al desarrollo no sólo del sur, sino a todo el ámbito nacional.

En los Cuadros N° 2.7, 2.8 y 2.9 se presentan las características de las principales centrales hidroeléctricas, térmicas y líneas de transmisión de la Franja N°3.

c) Proyecto Camisea

Ubicación del Yacimiento: Los yacimientos de gas están ubicados aproximadamente a 500 km al este de Lima, en la cuenca Ucayali, dentro del departamento del Cusco, provincia de La Convención, distrito de Echarate. Para los efectos del Lote 88 solo se consideran los yacimientos San Martín y Cashiriari.

Cuadro N° 2.7
Centrales Hidroeléctricas dentro de la Franja N° 3

N°	Central Hidroeléctrica	Tipo	Ubicación			P.I. (MW)
			Departamento	Provincia	Distrito	
1	Antúnez de Mayolo	Central	Huancavelica	Tayacaja	Colcabamba	798,00
2	Restitución		Huancavelica	Tayacaja	Colcabamba	210,00
3	San Gabán II		Puno	Carabaya	San Gabán	110,00
4	Machu Picchu		Cusco	Urubamba	Machu Picchu	107,20
5	Catalinayocc	Minicentral	Ayacucho	Cangallo	Chuschi	
6	Llaray		Lima	Yauyos	Laraos	
7	Ingenio		Huachocolpa	Huancavelica	Huancavelica	0,76
8	Acobambilla		Acobamba	Acobamba	Huancavelica	
9	Villa de Arma		Huancavelica	Castrovirreyna	Arma	
10	Llosita		Ayacucho	Víctor Fajardo	Huancaraylla	

(MW) Potencia instalada a diciembre 1999.

Fuente : ATLAS MINERÍA Y ENERGÍA EN EL PERÚ 2000.

Cuadro N° 2.8
Centrales Térmicas de la Franja N° 3

N°	Central Térmica	Situación	Ubicación			P.I. (MW)
			Departamento	Provincia	Distrito	
1	Santa Rosa	Autorización	Lima	Lima	Lima	281,30
2	Fundición	Autorización	Lima	Callao	Callao	1,00
3	Oltiviesa	Menor a 500 kw	Lima	Callao	Callao	0,12
4	Planta 10 de Junio	Autorización	Lima	Lima	San Martín de Porres	0,30
5	La Molina	Autorización	Lima	Lima	La Molina	1,97
6	Quillabamba	Menor 500 kw	Cusco	Cusco	Cusco	0,32
7	Good Year	Autorización	Lima	Callao	Carmen de la Legua	2,02
8	Oleaginosa Callao	Autorización	Lima	Callao	Callao	
9	Creditex	Autorización	Lima	Lima	Ate-Vitarte	3,08
10	Planta Far Los Molinos	Autorización	Lima	Callao	Callao	1,89
11	Sudamérica	Autorización	Lima	Callao	Callao	3,00
12	Atocongo	Autorización	Lima	Lima	Villa María del Triunfo	26,00
13	Autoridad Autónoma	Autorización	Lima	Lima	Villa el salvador	5,40
14	Pucará	Menor 500 kw	Huancavelica	Acobamba	Pucará	1,28
15	Mala	Autorización	Lima	Cafete	Mala	2,18
16	Puerto Maldonado	Autorización	Madre de Dios	Tambopata	Tambopata	7,04

N°	Central Térmica	Situación	Ubicación			P.I. (MW)
			Departamento	Provincia	Distrito	
17	Pucachaca	Autorización	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica	2,21
18	Sulzer	Autorización	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana	2,23
19	San Genaro	Autorización	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	1,19
20	Ayacucho	Autorización	Ayacucho	Ayacucho	Huamanga	5,50
21	Chincheros	Menor a 500 kw	Cusco	Urubamba	Chincheros	0,15
22	Castrovirreyna	Menor a 500 kw	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna	0,10
23	Cangallo	Menor a 500 kw	Ayacucho	Cangallo	Cangallo	0,10
24	Cusco	Autorización	Cusco	Cusco	Cusco	1,43
25	Dolorespata	Autorización	Cusco	Cusco	Santiago	15,62
26	Abancay	Autorización	Apurímac	Abancay	Abancay	2,10
27	Phinaya	Menor a 500 kw.	Cusco	Canchis	Pitumarca	0,01
28	Pisco	Autorización	Ica	Pisco	Paracas	3,27
29	El Progreso	Autorización	Ica	Pisco	Pisco	3,20
30	Santiago de Chocorvos	Menor a 500 kw.	Huancavelica	Huaytará	Santiago de Chocorvos	0,10
31	Curibamba	Autorización	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas	0,67

* (MW) Potencia instalada a diciembre 1999.

Fuente : ATLAS MINERÍA Y ENERGÍA EN EL PERÚ 2000.

Cuadro N° 2.9
Características de las Principales Líneas de Transmisión Existentes de los Sistemas

N°	Nombre de Línea	Sistema Interconectado	Tensión (kv)	Long. Real de Cada Línea (km)
1	C.H. Mantaro - C.H. Restitución	Centro Norte	220	2,20
2	C.H. Mantaro - S.E. Independencia			248,50
3	C.H. Mantaro - S.E. Pomacocha			193,00
4	S.E. Pomacocha - S.E. San Juan			72,70
5	C.H. Mantaro - S.E. Huancavelica			67,00
6	S.E. Huancavelica - S.E. Independencia			180,90
7	C.H. Mantaro - S.E. Pachachaca			195,00
8	C.H. Mantaro - S.E. Huayucachi			76,60
9	S.E. Huayucachi - S.E. Zapallal			238,30
10	C.H. Machu Picchu - S.E. Cachimayo Inca			Sur
11	C.H. Machu Picchu - S.E. Quencoro	95,40		
12	S.E. Cachimayo - S.E. Abancay	97,40		

Fuente : ATLAS MINERÍA Y ENERGÍA EN EL PERÚ 2000.

Reservas del Yacimiento: Los yacimientos San Martín y Cashiriari, conjuntamente conocidos como Bloque 88, Camisea, albergan una de las más importantes reservas de gas natural no asociado en América Latina. Sus reservas (probadas + probables) ascienden a aproximadamente 11 trillones de pies cúbicos de gas natural y 600 millones de barriles de líquidos asociados. Las reservas de Camisea son diez veces más grande que cualquier otra reserva de gas natural en el Perú.

Esquema del Proyecto: Consiste en extraer el gas natural de los yacimientos San Martín y Cashiriari para ser procesados en una planta de separación ubicada en las Malvinas (orillas del río Urubamba). En esta planta se separarán los líquidos del gas natural y se eliminarán el agua y las impurezas. El gas natural se acondicionará y se transportará por un gaseoducto hasta la costa, mientras que el gas excedente será reinyectado a los reservorios productivos.

Los líquidos del gas obtenidos en la planta de separación serán conducidos mediante un ducto de líquidos hasta una planta de fraccionamiento ubicada en Pisco, donde se obtendrán productos de calidad comercial (GLP, gasolina natural) para despacharlos al mercado a través de buques y/o camiones cisternas.

Finalmente, en Lima y Callao se instalará una red de ductos para distribución del gas natural, que en primera instancia se orientará principalmente, al suministro de gas a la industria y a las plantas de generación de electricidad y posteriormente se ampliará esta red para suministro residencial, comercial y transporte.

Longitud de los ductos: Para transportar los hidrocarburos de Camisea hasta la costa central deberán construirse dos ductos:

- Un gaseoducto de aproximadamente 700 km de longitud, desde los yacimientos hasta el «City Gate» en Lima.
- Un poliducto para los LGN (Líquidos de gas natural) de aproximadamente 550 km de longitud, desde los yacimientos hasta la planta de fraccionamiento y terminal de exportación (Pisco).

2.3.4 Minería

Para una mejor presentación de la actividad minera dentro de la Franja N° 3, en el Cuadro N° 2.10 se muestran las minas metálicas y no metálicas que están en actividad dentro de la franja.

Cuadro N° 2.10
Minas Metálicas y No metálicas dentro de la Franja N° 3

N°	Mina	Sustancia	Ubicación		
			Departamento	Provincia	Distrito
1	Yauricocha	Pb,Zn	Lima	Yauyos	Alis
2	Satanás (San Valentín)	Cu, Pb, Zn	Lima	Yauyos	Laraos
3	Cobriza	Cu, Ag	Huancavelica	Churcampa	San Pedro de Coris
4	Raúl	Cu	Lima	Cañete	Mala
5	Julcani	Pb, Zn	Huancavelica	Angaraes	Cochaccasa
6	San Genaro	Pb, Zn	Huancavelica	Castrovirreyna	Castrovirreyna
7	Caudalosa Chica	Pb, Zn	Huancavelica	Castrovirreyna	Santa Ana
8	Ollachea	Au	Puno	Macusani	Ollachea
9	Chabuca	Au	Madre de Dios	Tambopata	Laberinto
10	Monte Bello	Au	Madre de Dios	Tambopata	Laberinto
11	Valencia	Au	Puno	Macusani	Ituata
12	Santa Teresa	Au	Puno	Macusani	Ayapata
13	Benditani	Au	Huancavelica	Angaraes	Lrcay
14	Mario	Ag, Pb, Cu	Junin	Huancayo	Chacapampa
15	Santa Beatriz	Cu	Huancavelica	Castrovirreyna	San Juan
16	Almacén	Cu	Ica	Chincha	San Juan de Yanac
17	Cerro Lindo	Zn, Pb,Ag	Ica	Chincha	Chavín
18	Santa Glorias	Zn, Pb,Ag	Lima	Huachochiri	San Damián
19	Martha	Ag,Pb,Cu	Huancavelica	Huancavelica	Huancavelica
20	Mina Cerro Azul	Au, Cu	Lima	Cañete	Cerro Azul
21	Yauricocha	Zn, Ag (Au)	Lima	Yauyos	Laraos
22	Canaria	Zn, Pb, Ag (Au)	Ayacucho	Victor Fajardo	Canaria
23	Pampamale Centro	Au	Ayacucho	Huancasancos	Huancasancos
24	Chauja	Ag	Huancavelica	Huaytara	Pilpichaca
25	Antapite	Au, Ag, Mo, Pb	Huancavelica	Huaytara	Laramarca
26	Huinchos	Fe	Apurímac	Andahuaylas	Andahuaylas
27	Quebrada Seca	Au	Madre de Dios	Manu	Madre de Dios
28	Río Nusiniscuto	Au	Cusco	Quispicanchis	Camanti
29	Huacyumbic	Au	Cusco	Quispicanchis	Camanti
30	C° Camanti (veta 2)	Au	Cusco	Quispicanchis	Camanti
31	Sector Pipilayo	Au	Cusco	Quispicanchis	Camanti
32	Sector Puerta Falsa / C° Terraza	Au	Cusco	Quispicanchis	Camanti
33	Qda. Primavera	Au	Madre de Dios	Manu	Madre de Dios
34	C° Santa Inés	Au	Madre de Dios	Manu	Madre de Dios
35	C° Apu Vilasirca	Au	Cusco	Quispicanchis	Ocongate
36	Atocongo	Caliza	Lima	Lima	Villa María del Triunfo
37	Lomo de Corvina	Cal	Lima	Lima	Lurin
38	Moyoc	Diatomita	Ayacucho	Huamanga	Quinua
39	Piedad Iglesiasyoc	Yeso	Ayacucho	Huamanga	Santiago de Pischa
40	Yrac Era (Ticllas)	Yeso	Ayacucho	Huamanga	San José de Ticllas
41	Calina III	Yeso	Ayacucho	Huamanga	San José de Ticllas
42	San Carlos N° 3	Diatomita	Ayacucho	Huamanga	Tambillo
43	El Porvenir	Arcilla	Ayacucho	Huamanga	Acos Vinchos
44	Santa Sofia	Arcilla	Ayacucho	Huamanga	Pacaycasa
45	Santa Cruz	Arcilla	Ayacucho	Huamanga	Huamanga
45	Zeus 7	Diatomita	Ayacucho	Huamanga	Carmen Alto
47	Zeus 1	Diatomita	Ayacucho	Huamanga	Carmen Alto
48	La Yesera	Yeso	Ayacucho	Huamanga	Vilcashuamán
49	Puyhuanhuayjo	Diatomita	Ayacucho	Huamanga	Chincho
50	Allparujuna	Arcilla	Ayacucho	Cangallo	Cangallo
51	Chacolla	Yeso	Ayacucho	Cangallo	Sarhua

N°	Mina	Sustancia	Ubicación		
			Departamento	Provincia	Distrito
52	Chachihuancaray	Sal Gema	Apurímac	Andahuaylas	Santa María de Chicho
53	Contucna	Yeso	Apurímac	Andahuaylas	Huancaray
54	Quitasolapa	Yeso/Arena	Apurímac	Tamburco	Pichirhua
55	Minapacha	Sal	Cusco	Anta	Limatambo
56	San Alejandro	Grava/ Arena	Apurímac	Tamburco	Lambrama
57	Cantupata	Yeso	Apurímac	Andahuaylas	Kishuara
58	Cachicunca	Sal	Apurímac	Andahuaylas	Pacobamba
59	Cantera Virgen de Fátima	Lajas	Cusco	Anta	Limatambo
60	Cantera Pampacongá	Grava, arenas	Cusco	Anta	Limatambo
61	Ma Mirian Yovana	Yeso	Cusco	Cusco	Poroy
62	Cachimayo I, II, III	Yeso	Cusco	Cusco	Cachimayo
63	Ma Quera Manzanapata	Yeso	Cusco	Anta	Pucyura
64	Marsal	Sal	Cusco	Urubamba	Maras
65	Ma Mishca	Yeso	Cusco	Anta	Huaracondo
66	Huachuni	Grava, arena	Cusco	Urubamba	Huayllabamba
67	Cantera Tambillo Pata	Cascajo	Cusco	Urubamba	Maras
68	Huaracondo	Arena y grava	Cusco	Anta	Huaracondo
69	Huallanay	Grava	Cusco	Anta	Huancahuasi
70	Rachi	Material de construcción	Cusco	Calca	Taray
71	Narro Blanco	Caliza	Cusco	Calca	Pisac
72	Narro Blanco III	Yeso	Cusco	Calca	San Salvador
73	Coya	Material de construcción	Cusco	Calca	Coya
74	Cruz Moco	Yeso	Cusco	Quispicanchis	Cusco
75	Huallapampa	Arcilla	Cusco	Paucartambo	Calcay
76	Qullpahuanca	Mármol	Cusco	Quispicanchis	Quispicanchis
77	Piñapampa	Arcilla	Cusco	Quispicanchis	Huaro
78	Rayallacta	Material de construcción	Cusco	Quispicanchis	Huaro
79	Cantera Amachuni	Yeso	Cusco	Canchis	Pitumarca
80	Isivilla	Arcilla	Puno	Carabaya	Corani
81	Cantera Requena	Mármol	Junín	La Convención	San José de Quero
82	Virgen de Guadalupe	Material de construcción	Ica	Pisco	Independencia
83	Las Hienas	Yeso	Lima	Cafete	San Antonio
84	Pampa Noco	Material de construcción	Ica	Chincha	Chincha
85	Las Dunas	Yeso	Ica	Chincha	San Clemente
86	San Luis	Sal común	Ica	Chincha	San Clemente
87	Cantera Luren	Caliza	Lima	Cafete	Chilca
88	Cantera Firth Lurín	Material de construcción	Lima	Lima	Lurín
89	Cantera Aldabas	Material de construcción	Lima	Lima	Lurín
90	Cantera Pachacamac	Material de construcción	Lima	Lima	Pachacamac
91	Manchay	Material de construcción	Lima	Lima	Pachacamac
92	Cantera Benvenuto	Caliza	Lima	Lima	Lurín
93	Cantera Fray Pedro Urraca	Material de construcción	Lima	Lima	Cieneguilla
94	Cantera Firth Huachipa	Material de construcción	Lima	Lima	San Juan de Lurigancho

Fuente: Dirección de Geología Económica y Prospección Minera - INGEMMET (2002).

Capítulo III

ASPECTOS HIDROLÓGICOS

3.1 METEOROLOGÍA

El territorio de la Franja N° 3, de oeste a este presenta altitudes que varían de 0 m a más de 6 000 msnm (nevado Salcantay, 6 274 msnm). Esta diferencia de altitud, así como la influencia de la geografía andina sobre el régimen de temperaturas y precipitaciones, es la causa de la variedad climática existente: árido, clima seco, clima del Altiplano y clima húmedo tropical (Lámina N° 4).

3.1.1 Precipitaciones

La vertiente occidental de la Costa comprende la mayor parte de la zona costera de Ica, Pisco, Cañete, Lurín y Lima, presenta lluvias escasas con índices de precipitación menores de 100 mm. En sus colinas, lomadas y pampas se producen «neblinas advectivas», que al colisionar contra los cerros, humedecen el desierto y dan origen a las lomas costeras, a manera de oasis de vida en medio de la aridez del desierto circundante, refugio de flora y fauna silvestre, de carácter esporádico o temporal.

La humedad es intensa en el invierno y llega con frecuencia en muchos sectores, al 100% (Lima y Callao), lo que genera persistentes lloviznas y garúas, sobre todo en invierno.

La distribución de precipitaciones en el territorio de la franja es irregular, en la Vertiente Pacífica, Cordillera Oriental, Altiplano, Faja Subandina y Llano Amazónico. En la zona costanera se presentan lluvias inferiores a 100 mm, siendo mayores a partir de los 2 000 msnm, con isoyetas entre 200 y 800 mm anuales en las alturas de la Cordillera Occidental, con algunas anomalías como las encontradas en la cuenca alta de los ríos Ocoña y Pisco donde se llega a los 1 000 mm anuales.

En la vertiente Atlántica se registran los mayores valores de precipitación, específicamente en el sector oriental de la franja (vertiente oriental de la Cordillera Occidental, Cordillera Oriental, Faja Subandina y Llano Amazónico); por ejemplo, en la zona intercordillerana, los valores oscilan entre 750 y 1 500 mm (cuencas de los ríos Mantaro, Apurímac y Pampas; localidades de Huancayo, Ayacucho, Andahuaylas y Abancay) y más hacia el este los índices de precipitación están entre 1 000 y 3 000 mm, más o menos siguen un contraste y distribución de acuerdo con la topografía existente en la región. Valores por encima de 6 000 mm, como los registrados en las estaciones de Quincemil y

San Gabán, son los más elevados que se han encontrado dentro de la franja y difieren del mapa de isoyetas preparado por el SENAMHI (1991), sin embargo, las tendencias en general se mantienen. Al este de Puerto Maldonado las lluvias son superiores a los 3 000 mm anuales. En la región de Cusco, sobre la cota 3 000 m, se registran lluvias con promedios entre 500 y 1 000 mm anuales y en Abancay 750-1 000 mm.

3.1.2 Temperatura

En el área costera, entre el nivel del mar y los 2 000 msnm, la temperatura promedio anual es superior a los 20 °C, mientras que entre los 2 000 y 4 000 msnm, es moderada, con registros anuales que se mantienen entre 8 °C y 14 °C.

En la zona altiplánica y puna, sobre los 4 000 msnm (región de Anta, Cusco, Ocongate, Catcca y abras principales), el clima es frío de alta montaña, las temperaturas diurnas son siempre positivas, pero a la sombra, así como en las noches, a lo largo del año las temperaturas bajan a 0 °C, originando la congelación de los charcos que se forman por la fusión del hielo nocturno, la nieve y la escarcha. La temperatura anual varía entre 2 °C y 5 °C, con máximas entre 15 °C y 20 °C y las mínimas nocturnas oscilan entre -5 °C a 10 °C. De abril a noviembre las temperaturas promedio son inferiores y presentan valores negativos entre junio y agosto.

En alturas superiores a los 4 500 m y hasta los 5 200 msnm, las características son parecidas a las existentes en las mesetas muy altas, sin embargo, el hielo nocturno es más abundante y las mínimas absolutas descienden probablemente más. Encima de los 5 200 msnm las temperaturas son positivas durante el mediodía y gélidas durante la noche.

3.1.3 Fenómenos Oceanográficos del Pacífico Sur (El Niño y La Niña)

No se puede obviar la presencia de el fenómeno meteorológico de El Niño, que es un fenómeno climatológico global con recurrencia periódica e irregular. En los últimos años la frecuencia de recurrencia es de 4 a 7 años. Los Niños más fuertes ocurridos en los últimos 50 años han sido los de 1972, 1982-83, 1997-1998 y 2001.

Cuando ocurre este evento, se producen lluvias torrenciales en el norte del Perú, simultáneamente con sequías que afectan parte de las zonas altas de Cusco, Apurímac, Ayacucho y Huancavelica, afectando sobre todo sus cultivos, produciendo afecciones respiratorias en la población (debido a las heladas).

En la zona costanera y en la vertiente occidental del área de la franja, los efectos de este fenómeno se sienten y/o incrementan durante los Niños intensos y excepcionales, con ocurrencia de inundaciones en las márgenes de los valles costeros (Ica, Pisco, San Juan-Chincha, Cañete y Lurín), huaycos y flujos de lodo generados por el lavado de mate-

rial, en las quebradas secas causando pérdida de vidas y afectando la propiedad e infraestructuras.

En la vertiente oriental, El Niño de 1997-98 causó grandes daños, principalmente en la cuenca del río Vilcanota, con la ocurrencia de dos grandes aluviones (Aobamba y Santa Teresa), deslizamientos de laderas en los valles, así como también huaycos e inundaciones, afectando vías de comunicación, áreas agrícolas y poblados.

3.2 CLASIFICACIÓN CLIMÁTICA

Para la clasificación climática del territorio de la Franja N° 3, se ha tomado como referencia la información del Mapa de Clasificación Climática del Perú, elaborado por el SENAMHI, el cual ha sido realizado con datos meteorológicos de un período de 20 años (1965-1984), utilizando el sistema de clasificación de climas de Werren Thornthwaite (ver Lámina N° 4).

El Cuadro N° 3.1 resume las características principales de las zonas climáticas diferenciadas en la franja.

3.3 HIDROLOGÍA

3.3.1 Aguas Superficiales

La Franja N° 3 es ocupada por once cuencas de la vertiente del Pacífico y diez de la vertiente Atlántica (ver Lámina N° 5).

Los ríos que conforman estas dos vertientes presentan regímenes temporales e irregulares en sus caudales, avenidas máximas de diciembre a mayo y un prolongado período de estiaje (7 a 9 meses, mayo a diciembre), en la vertiente occidental la situación no es favorable para las necesidades hídricas de la región costera (poblacional, agrícola e industrial), haciéndose indispensable ejecutar presas o embalses reguladores en los valles, así como obras complementarias en las cuencas o transvases para lograr el afianzamiento hídrico de ellas.

Vertiente del Pacífico

Los ríos de la vertiente del Pacífico se originan por los deshielos de la Cordillera de los Andes, las precipitaciones pluviales estacionales de la cuenca alta, desagüe de lagunas y el alumbramiento de manantiales de aguas permanentes. Estos ríos en su mayoría, son de régimen irregular de corto recorrido, de caudal variable, torrentosos y presentan máximas avenidas en el verano (diciembre a mayo, con 60-70 % de la masa anual) y

Cuadro N° 3.1
Zonación Climática en la Franja N° 3

Zona Climática	Altitud (msnm)	Descripción	Lugares Representativos
Pampas Costaneras, Vertiente Occidental, Valles Interandinos, Cordillera Occidental y Altiplano			
E _(a) B ₁ H ₃	0-2000	Zona desértica semicálida con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, húmeda	Lima, San Vicente de Cafete, Chincha Alta, Paracas, Pisco.
C _(a,1p) B ₂ H ₃	2000-3000	Zona semiseca, templada con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, húmeda.	San José de los Olleros, San Juan de Yanac, Santiago de Chocorvos, etc.
C _(a,1) B ₂ H ₃		Zona semiseca, templada, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, húmeda.	La Merced, Santillana, Iguani, Acos, Vinchos, Curahuasi, Mollepata, etc.
C _(a,1p) C ₁ H ₃	3000-4000	Zona de clima frío, semiseco con deficiencia de lluvias en otoño, invierno y primavera, húmeda.	Lahuaytambo, Mariatana, Ayaviri, Tahuripampa, Viñac, Castrovirreyra, Huayacundo Ama, etc.
B _(a,1) C ₁ H ₃		Zona de clima frío, lluvioso con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, húmeda.	Huancayo, Acostambo, Izcuchaca, Acobamba, Acoria, Socos, Huancasancos, Vilcashuamán, etc.
B _(a,1) D ₁ H ₃	4000-5000	Zona de clima semifrío lluvioso con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, húmeda.	Chongos Altos, Tanta, Santa Ana, Pilpichaca, etc.
C _(a,1) C ₁ H ₂		Zona de clima semiseco, frío con deficiencias de lluvias en otoño e invierno, seca.	Chincheros, Quispicanchis, Paucartambo, Sangarara, etc.
B ₍₁₎ F ₁ H ₂	>5000	Zona de clima polar, lluvioso con deficiencia de lluvia en invierno; seca.	Zona de nevados como Acopaca-Huaynacutuni, Salcantay, etc.
Cordillera Oriental y Faja Subandina			
B ₍₁₎ A ₁ H ₃	0-500	Zona de clima cálido, lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones del año, húmeda.	Las Piedras, Puerto Maldonado.
B ₍₁₎ A ₁ H ₄	500-1000	Zona de clima cálido, lluvioso, con precipitación abundante en todas las estaciones del año, muy húmeda.	No hay poblado representativo.
A ₍₁₎ A ₁ H ₄		Zona de clima cálido muy lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones del año; muy húmeda.	Manú, Madre de Dios, Inambari, San Gabán, Camanti.
A ₍₁₎ B ₁ H ₄	1000-2000	Zona de clima semicálido muy lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones del año; muy húmeda.	No hay poblados representativos.
A ₍₁₎ B ₂ H ₃	2000-3000	Zona de clima templado muy lluvioso, con precipitación abundante en todas las estaciones del año, húmeda.	No hay poblados representativos
B ₍₁₎ B ₁ H ₄		Zona de clima semicálido, lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones del año, muy húmeda.	Santa Teresa (Cusco), Acobamba (Cusco).
B ₍₁₎ B ₂ H ₃		Zona de clima templado, lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones del año.	Ollachea
B ₍₁₎ C ₁ H ₃	3000-4000	Zona de clima frío, lluvioso con precipitación abundante en todas las estaciones del año.	Marcapata, Ayapata, Colquepata, Paucartambo, etc.

Fuente: Mapa de Clasificación Climática del Perú - SENAMHI-1988.

prolongado período de estiaje (meses de mayo a diciembre). El río de mayor escurrimiento superficial y caudal anual, es el río Cañete con 58,3 m³/s (ver Cuadro N° 3.2).

Vertiente del Atlántico

Los ríos de la vertiente del Atlántico tienen como colector principal al río Amazonas. Éste a su vez tiene como uno de sus mayores afluentes (ver Cuadro 3.2), al río Alto Madre de Dios con un caudal promedio de 6 577,9 m³/s, y otros ríos importantes, caudalosos y de régimen permanente: Urubamba (2 234,0 m³/s), Inambari (1 200,4 m³/s), y Tambopata (1 132,6 m³/s) al este, que nacen en la Cordillera Oriental y los ríos Apurímac (1 050 m³/s), Mantaro (429,9 m³/s) y Pampas (228,3 m³/s) al oeste, que nacen en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental y Cordillera Oriental.

3.3.2 Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas en nuestro país son un recurso poco estudiado, pero sí muy explotado principalmente, en los valles aluviales de la región de la Costa. En las regiones de sierra y montaña son muy poco conocidos y poco explotados, sin embargo igualmente se desconoce su potencial. Las reservas de aguas subterráneas ubicadas en la vertiente del Pacífico se estiman en 2 739 millones de metros cúbicos, explotadas en un 50% (uso agrícola y urbano). Por otro lado, la calidad de las aguas con fines agrícolas, va de buena a excelente en aguas superficiales y de excelente a muy mala en aguas subterráneas. En este último caso, se debe mayormente a los materiales litológicos dominantes y a la cercanía del océano.

Acuíferos

Según estudios de diagnóstico de la calidad de las aguas superficiales en la cuenca del río Vilcanota, efectuado por el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA, 1998), las aguas subterráneas o acuíferos extendidos en la cuenca no son de magnitud; pero pueden representar un potencial interesante en ciertos lugares de la franja como Anta y Cusco. La presencia de manantiales, aunque en forma dispersa, aporta al caudal de los ríos en época de estiaje; por otro lado, este recurso es el más utilizado principalmente, en pequeños sistemas de riego y consumo humano de poblados menores.

Asimismo, en el referido estudio se indica que a lo largo de la cuenca del río Vilcanota se han observado acuíferos, que afloran en las cotas medias de los flancos en sustrato de calizas y areniscas pertenecientes a las formaciones Ayabaca, Yuncaypata y en las capas rojas donde probablemente, se encuentre el mayor potencial de aguas subterráneas que aún no ha sido estudiado.

Cuadro N° 3.2
Disponibilidad Hídrica en las Cuencas de las Vertientes Pacífica y Atlántica

Cuenca	ELECTROPERÚ m ³ /s	ONERN m ³ /s	CEDEX m ³ /s	Promedio m ³ /s
Vertiente Pacífica				
Rímac	29,00	25,90	24,00	26,30
Lurín	9,00	6,60	4,50	6,70
Chilca*	1,40	0,40	0,20	0,70
Mala	17,50	18,00	16,90	17,50
Omas*	3,80	1,50	0,80	2,00
Cañete	57,10	63,00	54,90	58,30
Topara	1,20	0,00	0,40	0,50
San Juan-Chincha*	28,40	13,80	14,10	18,80
Pisco*	26,20	23,50	24,60	24,80
Ica	13,10	11,30	8,30	10,90
Grande-Nasca*	17,10	19,40	13,30	16,60
Vertiente Atlántica				
Mantaro	414,00	457,00	418,70	429,90
Pampas	242,00	229,00	214,00	228,30
Apurímac	924,00	1 148,00	1 078,10	1 050,00
Ene	-----	-----	-----	-----
Tambo	-----	-----	-----	-----
Urubamba	1 194,00	2 890,00	2 618,00	2 234,00
Vilcanota	112,00	6,00	583,00	233,70
Inambari	934,00	1 710,00	957,30	1 200,40
Tambopata	415,00	1 168,00	1 814,70	1 132,60
Alto Madre de Dios	3 987,00	7 413,00	9 333,80	6 577,90
De Las Piedras	472,00	928,00	2 223,20	1 207,70

Fuente : CEDEX 1990

* Cuencas cubiertas en su totalidad, dentro de la franja.

Los sectores de Anta y Cusco presentan napas freáticas importantes del tipo acuífero no confinado o libres, en suelos de origen lacustre, aluvial y coluvio-aluvial que están generalmente relacionados con problemas de drenaje y salinidad; por la morfología del área, su explotación es restringida al uso pecuario y agrícola, habiéndose implementado sistemas de drenaje. En el Cusco estas fuentes se utilizan para consumo humano e industrial (Cervecería, gaseosas).

La zona de Piñipampa presenta un acuífero libre constituido por material aluvial con roca encajante de origen volcánico lávico (andesitas), cuya fuente de recarga principal es el río Vilcanota. En este acuífero se han hecho exploraciones mediante pozos tubulares, y parece ser de alto rendimiento y posiblemente sean utilizado por el Plan Maestro para el consumo humano de la ciudad del Cusco. El uso de este acuífero para consumo humano puede resultar adecuado por su calidad y aspectos económicos, por que al ser agua filtrada disminuye los costos de tratamiento; sin embargo, su uso puede ocasionar impactos

ambientales en desmedro de su propia calidad, en el sentido de que actualmente la parte seca que suprayace al acuífero es utilizada para el pastoreo libre, la repercusión contaminadora actual por esta actividad, es inexistente; al explotarse el acuífero y deprimir la napa freática que sustenta los pastos naturales, esta área puede cambiar de uso y posibilitar el riego complementario, con la consiguiente utilización de fertilizantes u otros insumos químicos que pueden contaminar el acuífero.

En el estudio de Evaluación de Recursos Naturales de la Cuenca del Río Araza, el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA, 2001), diferencia tres zonas litológicas: una que corresponde al 55,51 % de unidades paleozoicas, 16,77 % de rocas intrusivas, 6,41 % de rocas mesozoicas y 20,8 % de rocas paleógenas, cada una con diversas características de reservorio, destacando entre ellas los acuíferos fisurados metamórficos. El sistema de recarga de los acuíferos lo constituyen las precipitaciones en forma directa e indirecta, los deshielos de glaciares. La fisiografía, geomorfología y la alta densidad de vegetación favorecen la infiltración. Dentro de las unidades acuíferas destacan las areniscas de la Formación Huayabamba, los depósitos fluvio aluviales, así como las unidades superficiales fisuradas del Paleozoico, Mesozoico e intrusivos.

Se han diferenciado : **a) Acuíferos porosos semi-consolidados:** destacando en este grupo las unidades de la Formación Huayabamba, los niveles porosos de las formaciones Vivian, Oriente, San Gabán y Chonta, compuestas por grava, arena y limos semiconsolidados. La característica fundamental es la porosidad primaria intergranular. La alta porosidad de estos acuíferos hacen presumir que la transmisión del flujo subterráneo del agua es violenta, con fuertes avenidas espontáneas después de una precipitación, es por ello que el uso de estos acuíferos es poco o nada aprovechado; **b) Acuíferos porosos no consolidados:** son depósitos aluviales y fluvio-aluviales recientes, su configuración litológica es material heterogéneo de clastos y gravas en una matriz areno limosa, ubicados mayormente en los bordes de los lechos de los ríos donde el nivel freático se encuentra al mismo nivel. Son para el consumo doméstico, en muchos casos no se da el uso completo, por la alta precipitación pluvial en estos sectores (hasta 6 500 mm/año). **c) Acuíferos fisurados:** caracterizados por presentar una porosidad secundaria (fisuras, fracturas y diaclasamientos), se aprecian en unidades de mayor dureza como las formaciones Vivian, Oriente, San Gabán, intrusivos y algunos niveles del Paleozoico. La presencia de estos acuíferos en su mayoría, ocurren en las partes altas donde el constante cambio de la cobertura de suelo por erosión y los constantes esfuerzos tectónicos hacen que las fisuras y fracturas sean óptimas para la infiltración. La manifestación de estos acuíferos se traducen en pequeñas fuentes o manantiales que originan los pequeños ríos permanentes de primer orden que en su mayoría utilizan el agua en forma directa o indirecta de la fuentes para el consumo de agua potable. En cuanto al tratamiento o manejo adecuado de estos acuíferos no se tiene referencia alguna; **d) Acuífugos:** unidades de impermeabilización total donde la circulación del agua subterránea es casi nula, en ciertos casos condicionan a otras unidades actuando como controles de los reservorios acuíferos. En general lo conforman estratos de formación micáceas, lutíticos, horizontes de fallas, glacio fluviales, anfíbolitas e intrusivos; **e) Acuitardos:** Transmisión lenta de los flujos subterráneos, aunque almacenan el agua en escalas regionales. La dinámica de sus movimientos es a través de los poros

intergranulares muy finos y en ocasiones en fisuras, dentro de estas características hidrogeológicas se encuentran en terrazas aluviales con matrices finas cementadas de la Formación Cancao, depósitos basales de la Formación Huayabamba, volcanos sedimentarios de la Formación Mítu y en pizarras y esquistos micáceos de las formaciones Sandía, Ananea y San José.

En la Evaluación de Recursos Naturales de la cuenca del Río Llaveró, el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA, 2001), menciona tres zonas litológicas altamente diferenciadas: el 96,17 % que corresponde a unidades paleozoicas, el 0,48 % a rocas mesozoicas y el 3,33 % a rocas intrusivas, cada una con diversas características de reservorio acuífero, que pueden representar un buen potencial para la zona de estudio. Los aportes hídricos en su primera etapa están dados por los ríos Ocongate, Ccatca y sus principales tributarios de aguas permanentes soportados por la descarga de los principales nevados circundantes y las precipitaciones que alimentan los acuíferos fisurados. El factor geomorfológico es destacable en la cuenca alta del valle, donde las pendientes de las laderas varían entre 15 y 25 %, así como en las partes bajas, donde los ríos de primer orden recorren con menor velocidad y provocan una mayor infiltración de las aguas, recargando de esta manera los acuíferos.

Las principales unidades acuíferas que se presentan en la cuenca son: **1) Acuífero poroso semi-consolidado:** estratos con recursos hídricos explotables con reservorios acumulables, destacando las secuencias microconglomeráticas de la Formación Zapla y algunos niveles de areniscas. La distribución superficial es del orden de 1,46 % del área total de la cuenca. La característica fundamental de estas unidades radica en la porosidad primaria intergranular donde albergan grandes cantidades de agua subterránea producto de la infiltración; **2) Acuíferos porosos no consolidados:** ubicados mayormente, en los pisos de valle y en menor proporción, en comparación a las otras unidades (0,96 % del área de la cuenca), compuesta de unidades aluviales y fluvio-aluviales recientes, con material heterogéneo, de clastos y gravas en una matriz areno limosa; **3) Acuífero fisurado:** distribuido en forma irregular con tectónica marcada (3,23 %). La presencia de una porosidad secundaria origina la circulación del flujo de las aguas subterráneas por fisuras, fracturas y diaclasamientos (intrusivos granodioríticos, dioríticos y niveles cuarcíticos de las unidades paleozoicas); **4) Acuífero acuitardo:** constituye la mayor unidad que ocupa el área de la cuenca (82,9 %). La litología permite la transmisión lenta de flujos subterráneos, aunque almacenan el agua a escala regional (terrazas de depósitos fluvio-glaciares, volcanosedimentarios de la Formación Mítu, pizarras y esquistos micáceos de las formaciones Sandía, Ananea y San José). Los procesos de infiltración en estos tipos de unidades son aún más bajos principalmente, en pendientes muy pronunciadas de rangos superiores a 25 %; **5) Acuífero acuífugo:** éstos ocupan 11,40 % del área total de la cuenca. Se caracterizan por presentar permeabilidad baja, donde la circulación del agua subterránea es casi nula, en ciertos casos condicionan a otras unidades actuando como controles de los reservorios acuíferos. Lo conforman estratos de formaciones micáceas, lutíticas, horizontes de formaciones locales y regionales glacio fluviales, anfíbolitas e intrusivos.

A nivel de la franja, por sus características petrológicas y sedimentarias se asumen como acuíferos a las siguientes unidades sedimentarias: Formación Pisco (como los encontrados similarmente más al sur en la mina Marcona donde se explota aguas subterráneas en un volumen del orden de los 100 l/s), capas rojas del Grupo Puno; formaciones volcánicas fracturadas del Paleógeno-Neógeno de la Cordillera Occidental y formaciones volcanoclásticas y lacustrinas del Plio-Cuaternario en la región de Ayacucho-Huancayo, así como formaciones calcáreas, con procesos de karst (aún poco aprovechados).

En la zona costanera los acuíferos se localizan en los conos de deyección de los ríos Rímac, Lurín, Mala, Chilca, Omas, Cañete, San Juan-Chincha y Pisco, en depósitos aluviales predominantemente acuíferos libres. El basamento se halla relativamente profundo y su recarga se realiza a través de las filtraciones de la cordillera, retorno de las aguas de riego y en menor grado por las precipitaciones pluviales que ocurren en sus cuencas media y alta. Son ampliamente explotados mediante pozos tubulares, y pozos a tajo abierto, sus aguas son usadas para uso agrícola (valles inferiores), doméstico (áreas urbanas), diferentes industrias y minería (caso de minas Raúl y Condestable), como se indican en el Cuadro N° 3.3.

En el caso de la cuenca del río Pisco (INGEMMET, 1981; y datos de TAHAL Consulting Engineers), las aguas subterráneas del valle se encuentran en cuatro diferentes acuíferos: 1) El **pedimento y terrazas de la pampa Cabeza de Toro**, de grosor poco conocido y con alto contenido de arcilla (facies sedimentarias), 2) El **relleno aluvial del valle de Pisco**, de 20-100 m de grosor, con alto contenido de sales que impiden su uso con fines de riego, 3) El **aluvión de Pampa de Ocas**, que sobreyace a la Formación Pisco, de 20 m de grosor, con aguas de mejor calidad y 4) **Sedimentos de la Formación Pisco**: acuícluido conformado por material limo arcilloso de cientos de metros de grosor que por sus características estructurales, permite una circulación local de agua subterránea, son explotados en pequeña escala para uso doméstico. Los coeficientes de transmisibilidad y permeabilidad calculados fueron de 200 m²/día y 10 m/día respectivamente.

Cuadro N° 3.3
Explotación de Aguas Subterráneas para Diferentes Usos
Vertiente del Pacífico (miles de m³)

Cuenca	Poblacional	Agrícola	Pecuario	Industrial
Rímac	186 288	16 627	3 444	5 508
Lurín	1 776	18 806	102	102
Chilca	2 208	9 654	744	12
Mala	9 768	156	-----	11 208
Omas	96	10 697	-----	-----
Cañete	3 288	2 665	108	1 152
Topara	-----	2 569	20	-----
San Juan – Chincha	4 041	103 928	1 231	183
Pisco	-----	-----	-----	-----
Ica	15 186	113 574	109	354
Grande-Nasca	2 172	51 452	60	----

Fuente: CEDEX 1990

3.3.3 Lagos y Lagunas

Constituyen una fuente disponible de recurso hídrico de la franja, ya sea de depósitos de agua de régimen temporal o permanente de tamaño variable, ubicadas generalmente sobre los 4 000 msnm en la Cordillera de los Andes y en el Altiplano, a lo largo de la cima o en las depresiones de la cordillera. Su recarga principal es la precipitación estacional, el deshielo de nevados de la región cordillerana (cordilleras Occidental y Oriental de los Andes), filtraciones, oconales o bofedales de las vertientes superiores, escurrimiento superficial, etc.

Es conocida la formación continua de nuevas lagunas por efectos de la actividad de deglaciación por la que atraviesa actualmente nuestro planeta. Los estudios sobre vulnerabilidad y adaptación al cambio climático adoptados por nuestro país («Estudio de Vulnerabilidad de Recursos Hídricos de Alta Montaña», y el Plan de Acción 1999-2004 (CONAM-1999); refieren que la disminución de las áreas glaciares se ha acelerado a partir de la década de los ochenta, determinando que en un período de 27 a 35 años la superficie total de glaciares en el Perú se redujo en un 22% y las reservas de hielo en más de 20% (11 303 220 millones de m³). Las consecuencias más importantes son:

- a) La formación de nuevas lagunas glaciares con potencial suficiente para producir aluviones,
- b) Menor disponibilidad de aguas para las comunidades que dependen de los cursos de agua que nacen en los glaciares, y
- c) Menor caudal de agua para las centrales hidroeléctricas que utilizan las aguas del deshielo.

Las lagunas más importantes en la Franja N° 3, se ubican en las cuencas altas de los ríos Mantaro y Pampas, en la vertiente oriental de la Cordillera Occidental, mientras que en la vertiente del Pacífico destacan las cuencas altas de los ríos Cañete (segunda en importancia a nivel nacional con 447 lagunas), Pisco y San Juan-Chincha con un número importante de lagunas (ver Cuadro N° 3.4), actualmente aprovechadas y/o en proyecto de aprovechamiento agrícola, doméstico, energético y también turístico.

La laguna de Sibinacocha, es una importante y hermosa laguna situada muy cerca al nevado Ausangate en la Cordillera Vilcanota, en la parte sur del departamento de Cusco (cuadrángulo de Ocongate). Se caracteriza por ser de color turquesa y estar ubicada en «la región de las alpacas»; es la de mayor dimensión dentro de la Franja N° 3.

Las lagunas de Coricocha y Piuray abastecen de agua potable a la ciudad del Cusco, y son administradas por Sedacusco.

Algunas lagunas de la vertiente Atlántica, se emplean para diversos usos (doméstico, turístico, agrícola, etc), algunas de ellas reguladas; la laguna de Pacucha y las lagunas de Choclococha y Orconcocha, en la vía hacia Lima, la que se denomina como «la ruta de los espejos» constituyen lugares turísticos del departamento de Huancavelica; en estas lagunas existen diversas aves y gran cantidad de auquénidos de gran atracción para el

turista, el espejo donde se refleja la agreste naturaleza es el lugar ideal para la pesca de truchas; asimismo es regulada para el agricultor de los valles de Ica. Mientras que un sin número de lagunas de la cuenca alta del río Cañete, por su belleza paisajística constituyen un potencial turístico poco explotado.

Cuadro N° 3.4
Inventario de Lagunas

Cuenca	Numero de Lagunas		Represamientos o	
	Total	Mayor de 4 km ²	En explotación	En estudio
Vertiente Pacífica				
Rímac	191	25	3	2
Lurín	32	1	0	3
Mala	110	11	0	2
Cañete	447	54	0	2
San Juan - Chincha	90	4	0	10
Pisco	116	9	1	8
Ica	19	1		5
Grande-Nasca	6			2
Vertiente Atlántica				
Pampas	924	52		17
Mantaro	2332	146	2	22
Apurímac	747	40		1
Vilcanota				
Urubamba	280	11		
Inambari	171	11		
Tambopata				

Tomado de INRENA, 1995.

3.3.4 Aguas Termales

Se han inventariado 48 manifestaciones de aguas termales, termominerales y minerales (STEINMÜLLER, K. & HUAMANÍ, 1998; HUAMANÍ, A., 2000), agrupadas de acuerdo a sus características físico-químicas en cinco áreas geotermales (Cuadro N° 3.5).

3.3.5 Balance Hídrico

Dentro de los pocos estudios de recursos hídricos realizados en nuestro país, destaca el elaborado por el Plan Nacional de Irrigaciones (PLANIR, 1990), que con la cooperación española CEDEX, publicaron el «Estudio de Reconocimiento del Uso del Recurso Hídrico por los Diferentes Sectores Productivos en el Perú» (INRENA, 1995). Empleando una metodología hidrológica a nivel de planificación se calcularon los balances hídricos a nivel de cuencas.

Parte de este estudio, en la franja, indica los balances hídricos de las cuencas involucradas (Cuadro N° 3.6). En su balance refieren un marcado déficit mensual en la región costera y vertiente pacífica, por la ausencia de lluvias significativas, mas no así en la región sierra que presenta una relación menos crítica. Sin embargo para la vertiente Atlántica el balance es altamente positivo.

3.3.6 Glaciares

Los glaciares de los Andes en Perú representan el 70 % de la superficie total del hielo existente en el cinturón tropical de la Tierra. Estos glaciares cumplen un importante papel, pues determinan el régimen de los ríos y regulan el clima de las zonas bajo su influencia.

La deglaciación es una amenaza a largo plazo para los habitantes de los valles andinos y costeros de Perú, ya que disminuirá la futura provisión de agua de los ríos, que se origina en los deshielos, y como consecuencia afectará entre otras cosas, la generación de energía hidroeléctrica.

En el Perú las áreas de glaciares se encuentran en 17 lugares extendidos desde la parte norte central hasta el borde sur. La segunda área de mayores glaciares con 539 km² se ubica en la Franja N° 3, en las cordilleras de Vilcanota, Vilcabamba, Urubamba y parte de Carabaya (Cusco), y en dos de ellas sobrepasan los 6 000 msnm (Lámina N° 5).

La cordillera de Vilcanota tiene la segunda concentración más grande de glaciares en el Perú, extendida en dirección norte (80 km) y luego dirección oeste (40 km), presentando un área glaciada de 539 km², según lo estimado en las imágenes satelitales (ver Cuadro N° 3.7). Los nevados de esta cordillera se ubican en los cuadrángulos de Ocongate, Corani y Ayapata, entre los principales destacan: el nevado Auzangate (6 372 msnm), Santa Catalina o Chilenita, Collpa Ananta, Chumpe, Alcamarinayoc, Jolljepunco, Cinajara, Abcahuachana, Ambroja, Joljecruz, Quisoquiña, San Braulio, Quelcaya, etc.

La cordillera de Vilcabamba, cuyo drenaje es hacia los ríos Apurímac y Urubamba tiene una área glaciada estimada en 173 km², destacando los nevados de: Moyoc, Huayanay, Ocobamba, Paljay, Salcantay (6 264 msnm), Huamantay, Tucaruay, Padreyoc, Corihuaynachina, Sacsarayoc, Quenuaorco, Azulcocha y Choquezafra. Un estudio glaciológico efectuado en la cuenca del río Aobamba (INGEMMET, 1999) inventarió 27 glaciares distribuidos en tres grupos principales: Palkay (12 glaciares), Salcantay (5) y Tokorhuay (10), calculando un área de 6,6 km² en base a imágenes de satélite. Comparando fotografías aéreas de 1963 e imágenes satelitales de 1998 los grupos Palkay y Salcantay han experimentado pérdidas del orden de 75,63% y 53,67% en un período de 35 años; mientras que para el grupo Tokorhuay comparando imágenes satelitales de 1993 y 1998, en sólo 5 años la disminución de la superficie glaciada alcanzó 48,97%.

Cuadro N° 3.5
Principales Características de las Fuentes de Aguas Termales,
Termominerales y Minerales – Franja N° 3

Área	Nombre de la Fuente	Caudal l/s	Tipo de Surgencia	Uso	Parámetros físicos			Gases	
					Temperatura (°C)	pH	Conductiv. Eléctrica. (µS/cm)		
Matucana	Cancaro	0,5	Manantial	Baños en construcción	20	6,7	2 200		
	Huahuapuquio	1,0	Manantial	Baños	21	5,9	600		
Andahuaylas	Hualalachi	0,3	Manantial	Baños	20	5,9	800		
	Ccoñas Puquio	20,0	Manantial	Baños abandonados	18	6,7	500		
	Larcay	1,0	Manantial	Baños	49	5,9	600		
	Pincahuacho		0,7	Manantial (3)	Baños abandonados. Construcción	62	7,2	500	
			0,4			48	7,4	600	
			0,3			55	7,8	700	
	Tintasma	<0,1	Manantial	Ninguno	20	6,1	3 900	CO ₂	
Huancavelica	Colpa	0,5	Manantial	Ninguno	17	6,4	9 700	CO ₂	
	Aguas Calientes	1,0	Manantial (2)	Baños abandonados	22	6,6	1 400		
		0,5			22	6,6	1 400		
	Coris	0,5	Manantial (3)	Baños	50	6,4	7 600		
		1,0			37	6,6	4 600		
		0,5			42	6,3	5 700		
	Baños del Inca	0,5	Manantial	Ninguno	27	6,4	2 600		
	Huancavelica	1,0	Manantial	Baños	21	6,8	1 500		
	Ramón Castilla	1,0	Manantial	Piscina	19	6,6	1 700		
	Uchuraccay		Manantial	Poza rústica	19	7,5	400		
	Huapa	1,0	Manantial	Baños	19	6,4	1 200		
	Huachocolpa	1,0	Manantial	Ninguno	25	6,4	3 500		
	Pirata	25,0	Drenaje de Mina	Piscinas abandonadas.	37	7,0	6 400		
	Niñobamba		0,3	Manantial (2)	Baños	44	6,3	7 400	
0,3			42			6,2	7 000		
Licapa		Ausente	Ninguno						
Sector I (Abancay-Lamay)	Quellomayo	3,0	Manantial (3)	Pozas rústicas	52	6,5	1 100	H ₂ S	
	Urpipata	2,0	Manantial	Poza rústica	43	7,0	800		
	Coolpani	0,5	Manantial	Poza rústica	42	6,1	1 600		
	Aguas Calientes-Machu Picchu	1,0	Manantial	Complejo termal turístico (piscinas)	39	6,4	1 900	H ₂ S	
	Yanatile	0,5	Manantial	Ninguno	42	6,0	900		
	Coolpapampa	8,0	Manantial	Poza rústica	47	6,4	2 500		
	Agua Termal Sauceda	0,5	Manantial	Ninguno	28	6,4	>20000	H ₂ S	
	Ccónoc	30,0	Manantial	Complejo termal local (piscinas)	41	7,3	3 700		
	Santo Tomás	1,0	Manantial	Ninguno	33	6,3	440	CO ₂	
	Choquecancha	2,0	Manantial, géiser	Poza rústica de concreto	88	7,6	1 200	H ₂ S	
	Ccahuaymayo	3,0	Manantial	Poza rústica de concreto	50	8,0	600	H ₂ S	
	Baños termales Lares		5,0	Manantial (2)	Complejo termal turístico (piscinas)	33	5,9	1 100	
			3,0			45	6,2	100	
	Maras	8,0	Manantial (2)	Explotación de sal	31	6,4	> 20 000		
	Machacancha	1,0	Manantial	Complejo termal (piscina)	37	6,4	1 100		
	Agua mineral Minasocco	1,0	Manantial (4)	Pozas naturales (bebida como purgante)	17	6,0	2 600		
	Baños geo-medicinales Ccacatu		3,0	Manantial (4)	Complejo termal local y recreacional (piscina)	22	6,4	1 000	
			1,0			17	5,8	400	
			1,0			25	6,2	1 400	H ₂ S
2,0			24			6,6	1 200	H ₂ S	

Área	Nombre de la Fuente	Caudal l/s	Tipo de Surgencia	Uso	Parámetros físicos			Gases
					Temperatura (°C)	pH	Conductiv. Eléctrica. (µS/cm)	
Sector Ocongate	Marcapata	2,0	Manantial (3)	Complejo termomedicinal	64	7,6	600	
		2,0			63	8,0	600	
	Baños Pampacancha	1,0	Manantial	Complejo termal local (piscinas)	47	7,2	300	
	Baños Pacchanta	3,0	Manantial	Piscina rústica de concreto	63	6,4	400	
	Agua mineral Chilca	2,0	Manantial	Ninguno	19	6,1	100	CO ₂
	Pahtana	1,0	Manantial	Ninguno	32	6,2	900	CO ₂
	Uchulluclo	3,0	Manantial	Piscina rústica (concreto)	32	6,3	1 600	
	Coomunto	3,0	Manantial	Ninguno	25	6,0	900	
	Agua mineral Ccollupata	8,0	Manantial (3)	Poza de concreto (bebida como purgante)	12	5,8	600	CO ₂
	Ollachea	4,0	Manantial	Complejo termal local	70	9,8	600	
	Ccollpapampa	0,5	Manantial	Ninguno	54	7,3	1 200	
	Calachaca	5,0	Manantial	Ninguno	49	6,9	600	
	Ventitane	0,5	Manantial	Ninguno	60	6,9	500	H ₂ S
	Agua termal Uchu Uma	2,0	Manantial	Piscina rústica de concreto	52	8,7	200	H ₂ S

Fuente: Datos compilados de Estudios de Hidrotermalismo en el Perú (INGEMMET, 1998 y 2000).

La Cordillera de Urubamba, que corre con dirección oeste-noroeste por la margen derecha del río Vilcanota, drena tanto al río Vilcanota, como al río Yanatile. Presenta una superficie glacial de 23 km², siendo los principales nevados, de este a oeste: Ccolquecruz (5 818 msnm), Sirihuani, Chicón, Pumahuanja, Halancoma, Verónica (5 682 msnm), Huajayhuilca/Marconi, y Bonanta.

Parte de la Cordillera de Carabaya sigue una dirección NO-SE, y se halla en el cuadrángulo de Ayapata prolongándose hasta el cuadrángulo de Macusani (fuera del área de estudio), presenta como exponente principal al nevado Aullin Japac con 5 805 msnm, y otros nevados como el Vela Cunca y Chichijapac.

Otras áreas importantes con glaciares dentro de la franja son las cordilleras Central y Chonta, ubicadas en el lado noroccidental de la franja.

La denominada «Cordillera Central» ubicada dentro de la Cordillera Occidental se emplazó en dos sectores (cuadrángulos de Yauyos y Huarochiri) y en conjunto cubren 176,3 km², siguiendo una dirección norte, tratándose mayormente de montañas y también algunos valles glaciares. Su drenaje es hacia el océano Pacífico por el río Cañete y hacia el océano Atlántico por el río Mantaro. Su elevación mayor es el nevado Ticlla (5 897 msnm) y otros nevados como el Acopalca, Huaynacutuni, Llongote, Ancovilca, Yaduñe, Umán (en el cuadrángulo de Yauyos), Upianca, Huancarcocha (cuadrángulo de Tupe) y Runcho (cuadrángulo de Huarochiri).

Cuadro N° 3.6
Balance Hídrico en las Cuencas Hidrográficas

N°	Cuenca	Área Total (km ²)	Área de Aportación (km ²)	Precipitación Total Anual (mm)
Vertiente Pacífica				
11	Rímac	3 130	2 250	600
10	Lurín	1 400	680	452
9	Chilca	530	90	350
8	Mala	2 220	1 520	594
7	Asia-Omas	930	350	375
6	Cañete	5 950	5 050	743
5	Topara	620	150	390
4	San Juan - Chíncha	3 350	2 250	565
3	Pisco	3 590	3 430	618
2	Ica	4 330	2 030	465
1	Grande-Nasca	10 370	3 800	435
Vertiente Atlántica				
I	Pampas	22 800	22 800	672
II	Mantaro	34 780	34 780	937
III	Apurímac	42 530	42 530	1 151
IV	Ene			
V	Vilcanota-	26 540	26 540	1 219
	Urubamba	32 110	32 110	2 678
VI	Yavero			
VII	Inambari	18 920		
VIII	Alto Madre de Dios	38 500		
IX	Tambopata	16 650		
X	De Las Piedras	20 030		

Tomado de INRENA, 1995 (Fuente CEDEX, 1990).

La Cordillera de Chonta consiste de una serie de picos con capas de hielo que se extienden con dirección norte por aproximadamente 50 km. Se trata de glaciares aislados o muy separados en el cuadrángulo de Conayca que en conjunto abarcan una superficie estimada de 42 km². Su drenaje hacia el oeste es por el río Cañete y entre sus nevados principales se tiene: Citac (5 328 msnm), Altar, Antarazo, Huamanraza, Antarazo, Carhuarazo, Huallojasa.

Cuadro N° 3.7
Distribución de Glaciares en la Franja N° 3

Cordillera	Ubicación		Área Cubierta de Hielo (km ²)	Extensión (km y Orientación)	Cota y Nombre de elevación máxima	Cuenca de Drenaje	Fuente de Datos	
	Latitud	Longitud						
Cordillera Occidental								
Central	11°37' 12°26'	75°30' 76°18'	176,3	100, norte	58 174	Nevado Ticlla	Pacífica, Atlántica	1
Chonta	12°37' 13°07'	75°00' 75°30'	42	50, norte	53 284	Nevado Citac	Pacífica, Atlántica	3
Cordillera Oriental								
Vilcabamba	13°10' 13°27'	72°21' 73°20'	173	85, este	62 644	Nevado Salcantay	Atlántica	2, 3
Urubamba	13°08' 13°17'	71°58' 72°27'	23	30, noroeste	58 184	Nevado Ccolquecruz	Atlántica	2,3
Vilcanota	13°39' 14°29'	70°30' 71°20'	539	120, norte, oeste	63 724	Nevado Ausangate	Atlántica	2,3
Carabaya			100	75, noroeste	58 054	Nevado Allinacpac	Atlántica	2,3

Fuente: Modificado de USGS: Glaciers of South America (1 Datos de inventario de glaciares en Perú; fotos aéreas. 2 Datos publicados en Revista Peruana de Andinismo. 3 Datos de imágenes de satélite. 4 Datos de hojas fotogramétricas del IGN)

Capítulo IV

GEOMORFOLOGÍA

4.1 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS

La Franja N°3 comprende las siguientes unidades geomorfológicas (Lámina N° 6):

4.1.1 Islas (Is)

Son promontorios con altitudes de hasta 396 msnm, constituidos por rocas sedimentarias y diques volcánicos, rodeados por aguas del océano Pacífico. Entre ellas destacan las islas San Lorenzo y Frontón frente al Callao, divididas por un canal de 800 m de ancho, y las islas Pachacamac, Palomino, Chincha, Asia, etc. (Fotos N° 1 y 2).

4.1.2 Faja Litoral (FL)

La Faja Litoral es la región ubicada entre la línea de costa hacia el continente y la unidad Planicie Costanera. Es una franja angosta de dirección sureste a noroeste, posee anchos reducidos, inferiores a 5 km, con playas y sectores de acantilados que le dan un perfil irregular (Foto N° 3).

Entre Paracas y la ciudad de Lima, esta unidad presenta geoformas de acumulación marina consistentes en playas y bahías como: *Medía Luna, la Palmilla, Chilca, Puerto Viejo, Alto, Bujama, Asia, Jahuay, San Bartolo, Pucusana, Santa María, Conchan, Villa, Ventanilla, etc.*, niveles de terrazas marinas de pocos metros de altitud y depósitos marinos dentro de las bahías.

Destacan también otras geoformas como la península de Paracas (Ica) y los acantilados, bien representados por los de la Costa Verde en la bahía de Miraflores, conformados por depósitos de abanicos aluviales distribuidos entre el Morro Solar (Lima) y el distrito de La Perla (Callao), con alturas variables que en el área de Miraflores, tienen hasta 80 m. En Ventanilla se observan colinas de rocas sedimentarias cubiertas por arena y promontorios escarpados en el litoral.

4.1.3 Cordillera de la Costa (CC)

Se denomina así a remanentes de afloramientos rocosos antiguos, cuya edad data desde el Precámbrico hasta Paleozoico inferior, apareciendo en forma de colinas con altitudes máximas de 500 msnm, formando acantilados marinos en la Península de Paracas. Esta cordillera viene del sur con orientación sureste a noroeste. Está conformada por un complejo de rocas metamórficas consistentes en gneises bandeados y plutones pertenecientes al batolito de San Nicolás de edad del Paleozoico. Estos afloramientos se encuentran cubiertos por secuencias recientes de conglomerados, areniscas, coquinas y depósitos de arenas por sectores en la unidad de Planicie Costanera.

4.1.4 Planicie Costanera (PC)

Esta unidad se desarrolla entre la Faja Litoral y el Flanco Andino Occidental, está conformada por una faja angosta con extensiones variables y paralela al litoral (Foto N° 3). Hacia el sur tiene un ancho de 55 km en Pisco y hacia el norte 10 km, en el cono de deyección del río Rímac. Es una superficie de acumulación de depósitos eólicos como dunas y mantos de arena que cubren relictos de afloramientos rocosos aislados de 200 m de altitud. Por ejemplo, en Pisco se observan grandes extensiones de depósitos de arenas que cubren el Tablazo.

También presenta terrenos planos, ondulados, de suaves pendientes como lomas denominados «pampas», como las «pampas de Villacuri» y «pampa Cabeza de Toro» en Ica, cubiertas por depósitos de dunas y atravesadas por el río Pisco. Más al norte se localizan las pampas de Ñoco, Jahuay y Clarita, cortadas por quebradas y ríos intermitentes. En la zona de Asia se localiza la pampa de Sarapampa. Existen también en esta unidad, depósitos de terrazas aluviales antiguas y recientes con altitudes que varían en decenas de metros, y además conos deyección cortados por el curso actual de los ríos que bajan del flanco occidental cordillerano.

Unidades localizadas en la Planicie Costanera

Depósitos eólicos (De)

Se encuentran ampliamente distribuidos en la zona a manera de mantos, cordones y dunas de arena (Foto N° 4) que muestran la dirección de los vientos predominantes; el grosor es variable y las arenas son de grano grueso y fino, de color gris oscuro a blanco. Estos depósitos rellenan depresiones y cubren geoformas preexistentes, observándose su mayor extensión en las afueras de las ciudades en dirección a la línea de costa, como por ejemplo, se tiene el denominado Lomo de Corvina, que es el más importante localizado al sur de la ciudad de Lima, y es explotado como cantera no metálica de donde se extrae arena para la construcción, pero que actualmente ha sido ocupada por asentamientos humanos.

Abanicos aluviales (Ab)

Se ubican entre el borde litoral y el flanco andino occidental de la Cordillera de los Andes. Están formados por superficies planas constituidas por depósitos aluviales, donde en la actualidad, se emplazan las principales ciudades de la costa, las mismas que forman extensas áreas agrícolas.

La morfología de estos depósitos está conformada por las secuencias de abanicos aluviales superpuestos a través del tiempo, están constituidos por bloques, bolos y fragmentos de rocas distribuidos caóticamente en matriz de arenolimososa y limos. Estos materiales provienen de la cordillera, acarreados por aluviones de sistemas fluviales que se exhibieron en la planicie costanera.

Esta unidad ha recibido aportes de varias quebradas tributarias; ejemplo de ello tenemos en el abanico aluvial del río Rímac, de gran grosor, que termina bruscamente en un acantilado (Foto N° 6), el mismo que está relacionado posiblemente, a etapas de subsidencia y levantamiento tectónico. También los abanicos aluviales de los ríos Pisco y Chíncha forman superficies planas de gran extensión.

El relieve de esta unidad se inclina suavemente, conforme se aproxima al mar o a algún nivel de base local, cabe mencionar que estos depósitos se encuentran cubiertos por mantos de arena proveniente del litoral.

Colinas (Col)

Están representadas por afloramientos rocosos de poca elevación, que se hallan dentro de la planicie costanera o de valles cercanos al litoral y que han quedado como monte isla, ejemplos de ello son en el macizo del Morro Solar y el cerro San Cristóbal y otros observados en el litoral de Mala (Foto N° 5).

4.1.5 Valles

Esta unidad comprende dos principales vertientes: la Pacífica y la Atlántica donde se emplazan valles principales y secundarios. Los ríos que drenan en dirección al océano Pacífico labran su cauce en las partes altas del flanco andino occidental de la Cordillera de los Andes, continuando por la planicie costanera hasta su desembocadura en el océano.

Los ríos de la vertiente Pacífica nacen en el flanco oeste de las cumbres de la Cordillera Occidental y en la Franja N° 3, de sur a norte tenemos: Ica, Pisco, Chíncha, Cañete, Mala, Lurín y Rímac, mientras que los de la vertiente Atlántica nacen en el flanco oriental de la Cordillera Occidental y drenan hacia el Llano Amazónico. Los ríos de la vertiente Atlántica corresponden a las cuencas de los ríos Ene, Urubamba, Yavero, Pam-

pas, De las Piedras, Intercuencas Madre de Dios, Inambari y Tambopata. También existen valles que se encuentran entre cordilleras, denominados Interandinos siendo los más importantes los valles de los ríos Apurímac y Mantaro.

Valle Cañón (Vc)

Esta geoforma es predominante en la región Alto Andina y es característica de ríos juveniles. Está constituida por zonas encajonadas y profundas en forma de «V» con paredes verticales y laderas abruptas labradas en rocas del flanco andino occidental y de la Cordillera Oriental, donde los ríos siguen controles estructurales y litológicos. Las cajas son angostas con materiales gruesos en el cauce como bolos y bloques de roca provenientes de derrumbes de las paredes producto de lluvias, erosión de las márgenes, fracturamiento de rocas, sismos, etc; ejemplo son los valles de los ríos Mantaro, Apurímac, Pampas, Urubamba, Soras, Cangallo, Esquena, etc.

Entre los principales valles Interandinos en la Franja N° 3 se tienen:

Valle del río Mantaro

Es un valle interandino, ubicado entre la Cordillera Occidental y la Oriental. El río Mantaro es un importante colector en la zona de estudio, recorre con dirección noroeste-sureste las unidades de relieve estructural plegado, el flanco andino oriental de la Cordillera Occidental y atraviesa la Cordillera Oriental de sureste a noroeste para luego hacer una inflexión hacia el sureste, desembocando en el río Ene. El río Mantaro hacia el norte del área de estudio tiene tramos anastomosados con llanuras de inundación que llegan a ser kilométricos y tramos rectos encañonados atravesando depósitos recientes y rocas antiguas del Paleozoico y Mesozoico.

Valle del río Apurímac

En la franja de estudio, el valle del río Apurímac recorre con dirección general sureste-noroeste y en todo su trayecto queda encajonado en un profundo valle labrado en rocas paleozoicas limitado por las laderas empinadas de las montañas de Chillihua-Antacaray y por la Cordillera de Vilcabamba (Foto N° 7). El río Apurímac posee dos tipos de drenaje: paralelo y dendrítico.

Los valles más importantes de la vertiente Atlántica en la Franja N° 3 son:

Valle del río Pampas

Es el principal tributario del río Apurímac. Se encuentra encañonado en rocas paleozoicas y recorre con dirección noroeste-sureste siguiendo un alineamiento estructural. Corta la Cordillera Oriental, separando a las montañas de Chillihua-Antacaray al norte y al flanco andino de la Cordillera Oriental al sur. Su drenaje es subparalelo a recto.

Valle del río Urubamba

Posee dirección aproximada este-oeste entre la localidad de Cedrobamba y la quebrada Aobamba, para luego hacer una inflexión y continuar hacia el noroeste, es un valle tipo cañón que corta al macizo de Machu Picchu constituido por rocas intrusivas paleozoicas. Posee dos tributarios importantes que son los ríos Yanatile, que tiene una dirección de este-oeste a noreste-suroeste y el río Yavero que va de sureste a noroeste, ambos se encuentran cortando rocas paleozoicas.

Valles de la vertiente Pacífica

Son angostos y amplios en diversos sectores de la trayectoria de los ríos costeros. En sección transversal la profundidad que existe entre la cresta de sus taludes naturales o flancos y el lecho es variable, así como también, la forma y la inclinación de las vertientes. Los flancos son empinados y escarpados, según el tipo de litología que atraviesan; sin embargo, pueden estar suavemente inclinados a medida que se aproximan al litoral.

En temporada de lluvias, los ríos de la vertiente del Pacífico transportan considerables volúmenes de agua, disminuyendo en lo que resta del año. Estos ríos dan origen a valles angostos que en la planicie costanera se expanden originando terrenos aptos para la agricultura y donde se suscitan por lo general desbordes en períodos de lluvias.

En la Franja N° 3, estos valles pertenecen a los ríos: Rímac, Lurín, Mala, Omas, Cañete, Chincha, Pisco e Ica. El valle del río Rímac nace en Ticlio, mientras que los valles de los ríos Ica, Pisco, Chincha, Cañete, Omas y Mala nacen en las alturas de Huancavelica a 4 000 y 5 000 msnm. El río Rímac tiene como afluente al río Santa Eulalia y a la quebrada Jicamarca, mientras que el río Lurín nace en las alturas de Matucana y Huarochirí, se encuentran orientados perpendicularmente a las estribaciones del flanco occidental de la Cordillera Occidental, de topografía abrupta y que ha sido labrada por estos ríos y sus tributarios formando valles profundos y encañonados en varios tramos cortando rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias.

En los depósitos aluviales del río Rímac se ubica la ciudad de Lima, siguiendo hacia el sur encontramos ciudades y poblados pequeños en vías de desarrollo localizados en los valles de los ríos Lurín, Mala, Cañete, Chincha, Pisco (Foto N° 8) y Guadalupe.

Valle inundable (VI)

Se ha considerado dentro de esta unidad a la zona de los valles susceptible a inundarse anualmente, durante la creciente de los ríos, se caracteriza por presentar una topografía plana donde el cauce del río divaga o migra. Ejemplos de ello se encuentran en los valles inundables de la selva donde los ríos forman meandros al recorrer una superficie llana, de tal manera que originan geofomas de acumulación dentro y fuera de sus cauces.

Entre los principales se encuentran:

Valle del río Madre de Dios

El río Madre de Dios discurre paralelo a estructuras regionales de dirección oeste a este sobre la extensa Llanura Amazónica y nace en las alturas de las sierras de Carabaya y Marcapata en la Faja Subandina. El río Madre de Dios forma cursos anastomosados con canales trenzados, posee tributarios importantes por su margen derecha como el río Colorado cuyo curso es trenzado, Inambari, Tambopata y Heath de cursos meandriiformes; este último constituye el límite internacional Perú-Bolivia y discurre de norte a sur. Por su margen izquierda drenan los ríos Los Amigos y De las Piedras, de canales meandriiformes. En la margen derecha del río Madre de Dios y cerca de la confluencia con el río Tambopata se ubica la ciudad de Puerto Maldonado. El sistema de drenaje de este importante río es rectangular y tiene un recorrido de aproximadamente 400 km en territorio peruano.

Valles de los ríos Manu y Pinquén

Estos ríos discurren por la Llanura Amazónica, formando una extensa cobertura de sedimentos aluviales y superficies colinosas con alturas inferiores a 300 m. Son de pendiente suave y atraviesan rocas mesozoicas formando a su paso depósitos de arenas, gravas y limos en sus terrazas; por la divagación de estos cursos de agua se forman también áreas inundables y aguajales. Los ríos Manu y Pinquén forman canales meandriiformes.

Las geofomas asociadas a la dinámica fluvial son:

Terrazas altas (Ta)

Corresponden a terrenos no inundables antiguos, que se ubican a lo largo de los ríos de la selva, debido a la migración de canales trenzados a través del tiempo, existen terrazas de 12 a 18 m, como por ejemplo las terrazas del río Madre de Dios de donde se extrae oro aluvial.

Terrazas Bajas (Tb)

Son superficies inundables en cada crecida del nivel de los ríos, están conformadas por arenas y limos. Estos depósitos son de altura variable e inferiores a 8 m. En el cauce actual de los ríos se forman depósitos de islas, barras, cordones y diques. Existen poblaciones que ocupan estas terrazas, pero por lo general son utilizadas para sembríos de arroz durante las épocas de estiaje en las que quedan al descubierto.

4.1.6 Cordillera Occidental

Esta unidad se encuentra dividida en tres subunidades:

Flanco Andino occidental (FAOC)

Es una cadena montañosa de dirección noroeste-sureste, adyacente a la unidad de Planicie Costanera hacia el sur. Está conformada por rocas del Jurásico y Cretáceo intruídas por segmentos del Batolito de la Costa, recubiertos en algunas zonas por depósitos eólicos. La topografía es irregular y su relieve es abrupto, con un sistema de drenaje dendrítico, disectado por numerosas quebradas. Las alturas varían de 400 a 3 600 msnm y los principales ríos y quebradas que bajan hacia la Planicie Costanera, disectando los terrenos hasta su desembocadura en el océano Pacífico, tienen sus orígenes en esta unidad (Foto N° 9).

Flanco Andino oriental (FAOR)

Corresponde a la cadena de montañas que colindan con la unidad de Lomadas Volcánicas. Está constituido por rocas volcánicas piroclásticas que forman superficies planas a manera de techos y también por rocas volcánicas efusivas y volcano-sedimentarias cortadas por rocas intrusivas de extensión regional. Posee relieve escarpado, con cumbres que alcanzan hasta los 5 300 msnm y geoformas glaciares. En esta unidad tienen su origen los ríos pertenecientes a la vertiente Atlántica que drenan, cortando a la Cordillera Oriental, al Llano Amazónico. Poseen drenaje dendrítico y subparalelo controlado por factores estructurales (Foto N° 10).

Relieve estructural plegado (REP)

Esta unidad se encuentra limitada por el sur con la parte final del Arco Volcánico, al este con la Cordillera Oriental y al oeste con la Cordillera Occidental. Comprende superficies de lomadas y colinas que tienen un patrón estructural de plegamiento que sigue una dirección sureste a noroeste, conservando rasgos reconocibles de las estructuras originales como anticlinales y sinclinales, afectadas por procesos denudativos.

Estas colinas se encuentran a una altura de 4 400 msnm y sus cimas son de forma plana disectadas por quebradas poco profundas. Litológicamente están conformadas por potentes bancos de calizas que le confieren una morfología cárstica con presencia de dolinas, existiendo también rocas volcánicas y conglomerados, todos ellos de edad jurásica y cretácica. Esta unidad alberga estructuras volcánicas (domos) y depósitos glaciofluviales que rellenan depresiones.

Al oeste de la ciudad de Huanta y contiguo a la Cordillera Oriental afloran superficies colinosas que poseen plegamientos. Sus altitudes están comprendidas entre 2 300 y 2 700 msnm y afloran a lo largo de la margen izquierda del río Huarpa-Cachimayo.

Unidades Localizadas

Depresión estructural (Des)

Se localiza entre las unidades de colinas estructurales y la Cordillera Oriental. Se trata de una superficie que presenta terrazas escalonadas originadas por el río Mantaro y cortadas por abanicos aluviales provenientes de los afluentes del mismo; las secuencias de terrazas más antiguas se encuentran plegadas. En esta unidad se ubica la ciudad de Huanta y se le conoce como depresión de Huanta, debido a que es un bloque que está controlado por fallas regionales que ponen en contacto secuencias paleozoicas con secuencias neógenas (Foto N° 11).

Superficie de Flujos Piroclásticos (Sfp)

Son superficies locales de suave a moderadamente inclinadas, muy disectadas por su naturaleza litológica y por estar constituidas por tobas y sedimentos volcanoclásticos provenientes de fases explosivas de centros y complejos volcánicos que se distribuyen en la región y que han sido depositados como flujos y oleadas piroclásticas. Se encuentran cubriendo a rocas antiguas a manera de techo, las principales zonas se observan en el río Chillarazo-Cachi y en la ciudad de Huamanga. Se manifiestan a manera de lomas de cimas elongadas, de suave pendiente, con altitudes de 2 800 a 4 200 msnm (Foto N° 12). Presenta un drenaje subparalelo por donde bajan torrenteras que traen material aluvial en época de lluvias.

Mesetas (Me)

Esta unidad se encuentra dentro del flanco oriental de la Cordillera Occidental, corresponde a geformas planas a manera de mesetas muy localizadas con inclinación suave de 4°-6° y grosores de 30 a 50 m, como la superficie observada en el entorno del nevado de Ananta. Están constituidas por ignimbritas blancas y flujos de cenizas que forman figuras peculiares a las que comúnmente se conocen con el nombre de «bosque de rocas»; se encuentran muy erosionadas por el hielo y disectadas por pequeñas quebradas de corto recorrido.

Valles Glaciares y Morrenas (Vgm)

Afloran en la región Altoandina por encima de los 4 500 msnm, donde se han preservado las geoformas glaciales del Pleistoceno. Se distinguen valles en U, típicos de morfología glaciár (Foto N° 13) que por retroceso han formado lagunas como la laguna Sabinacocha ubicada a una altura de 4 900 msnm, morrenas, constituidas por bloques heterométricos y subangulares en matriz de arena, limo y arcilla, producto del acarreo y depositación de sedimentos provenientes de los casquetes glaciares que sirven de diques naturales para represar estos cuerpos de agua. El entorno natural muestra una topografía de cimas empinadas producto de la acción del hielo en rocas sedimentarias y volcánicas o por la destrucción de antiguos aparatos volcánicos, depósitos de escombros, que forman en la base de los taludes conos de derrubios originados por procesos de criofracción.

4.1.7 Arco Volcánico

Se encuentra dentro de la Cordillera Occidental de los Andes y es una franja cuyo ancho tiene en promedio 90 km, posee una dirección sureste a noroeste, siguiendo un alineamiento paralelo a la dirección del levantamiento andino y limita hacia el oeste con el flanco occidental de la Cordillera Occidental y hacia el este con el flanco oriental de la misma cordillera, dentro del relieve montañoso colindando con superficies plano-onduladas.

Esta unidad agrupa a formas determinadas por el volcanismo y modeladas por los agentes denudativos, conservando aún rasgos definidos de sus formas iniciales (Foto N° 14).

Complejo de conos volcánicos (Com)

Esta unidad de aparatos volcánicos antiguos se encuentra ubicada a 4 400 msnm y presenta formas que han adoptado erosionados a través del tiempo y que se exponen en la actualidad como geoformas elípticas, en cuyo entorno se encuentran materiales de naturaleza volcánica de fases explosivas y efusivas que han sido depositados durante el período de actividad de estos aparatos volcánicos. En este sector aflora la secuencia inferior del Grupo Barroso, conformada por derrames volcánicos lávicos y piroclásticos cuyos depósitos han sido modificados por acción glaciár. La morfología de sus cumbres y laderas es de suave pendiente y en su entorno existen morrenas y superficies de lomas y pampas.

Conos volcánicos (Cov)

Superficie que sigue una dirección de sureste a noroeste, se encuentra ubicada a 4 800 msnm y está constituida por una serie de aparatos volcánicos alineados estructuralmente que sobresalen en la llanura Altoandina, dándole a la zona un relieve agreste. Dentro de los principales conos volcánicos y domos se observan los afloramientos

tos del sector Ritipata (4 800 msnm), el volcán nevado Portuguesa (5 172 msnm) y Yahuarcocha (5 035 msnm) ubicados al noroeste de la localidad de Paras. El patrón de drenaje para estas geoformas es radial centrífugo. También existen remanentes de conos volcánicos que han sido destruidos por una actividad explosiva violenta o por erosión glaciaria y superficies horizontales de coladas lávicas con 7° de inclinación promedio que la erosión forman escarpas verticales.

Colinas volcano-sedimentarias (Colvs)

Esta unidad se encuentra circunscrita a las unidades de complejos de aparatos volcánicos y conos localizadas por encima de los 4 300 msnm. Se caracteriza por presentar relieves suaves como lomadas, pampas y colinas. Esta unidad está constituida por materiales producto de la actividad glaciaria y volcánica que han originado el relieve actual. La actividad volcánica dio lugar a depósitos de flujos piroclásticos que son fácilmente erosionables por los agentes denudativos y se encuentran cubriendo secuencias de rocas mesozoicas plegadas como calizas y areniscas. En esta zona también se encuentran geoformas de origen glaciaria como morrenas y depósitos glaciofluviales que rellenan las depresiones. Se localizan a una altura promedio de 3 800 msnm, disectadas por quebradas con patrones de drenaje subparalelo y de corto recorrido.

Domos (Do)

Los domos son masas de roca en forma de hongo de cimas redondeadas y su origen está en la extrusión de lava muy viscosa, localizadas sobre el orificio de salida, siendo su crecimiento muy lento. En la zona de estudio se encuentran distribuidos alrededor de conos y complejos volcánicos, en altitudes promedio de 4 000 msnm y forman parte de la configuración del relieve volcánico de la región, un ejemplo de esta geoforma se encuentran en la zona de Ritipata.

Bofedales y pampas (Bof-Pam)

Son superficies planas a moderadamente onduladas ubicadas en las inmediaciones de los ríos, lagunas y lagos a una altitud aproximada de 4 500 msnm. Son zonas inundables por precipitaciones pluviales intensas. También se ubican en las inmediaciones de aparatos volcánicos y muchas de ellas coinciden con zonas hidrotermales (Foto N° 15).

4.1.8 Cordillera Oriental

Es una unidad morfoestructural relevante y continua que se extiende con dirección sureste a noroeste, paralela a la Cordillera Occidental, haciendo una inflexión de este a

oeste conocida como la deflexión de Abancay y que forma la Cordillera del Vilcanota o de Verónica, su relieve es muy accidentado, encontrándose disectada por valles profundos con numerosas quebradas. Está constituida por rocas metamórficas, sedimentarias, volcánicas e intrusivas de edad paleozoica, posee drenaje dendrítico, paralelo y rectangular relacionado con una intensa actividad tectónica en el pasado.

En la región de Huancayo se levanta parte de la cordillera de Huaytapallana con 5 500 msnm de altitud en sus cumbres nevadas desde donde descienden los glaciares a los valles. En la Cordillera de Vilcabamba existen elevaciones que sobrepasan los 5 000 msnm, en los nevados Salcantay (6 271 msnm), la cadena de nevados Salcantay-Corihuagrachina (5 404 msnm) y Sacsarayoc (5 994 msnm)-Pumasillo (5 104 msnm) y Chuquetacarpo (5 512 msnm), la cadena de nevados Comballa-Quenuaorco ubicado al sureste de Chalcas (4 900 msnm). Al sur del río Urubamba también existen importantes nevados como el Huayanay (5 308 msnm) y Moyoc (5 210 msnm).

Este relieve se encuentra disectado por quebradas, las que luego forman ríos importantes como Urubamba, Apurímac, Yavero, etc.

En esta unidad se desarrollan geformas como los circos glaciares y morrenas. Existen también montañas con nevados temporales como las montañas de Chillihua-Antacaray entre los ríos Apurímac y Pampas con altitud promedio de 4 800 msnm. Las cordilleras de Razuhilca y Yanaorco con altitudes entre 4 200 y 4 954 msnm.

Zonas de nieve perpetua (Np)

Se denomina así a las cumbres más altas que conforman el relieve cordillerano y corresponde a altitudes por encima de los 5 000 msnm, con presencia de nieves perpetuas. Comprende en algunos casos, conos volcánicos como el de Portuguesa y los nevados Salcantay (6 271 msnm), Corihuagrachina y Sacsarayoc-Pumasillo; Comballa-Quenuaorco, Panta-Otaña, ubicados en la cordillera de Vilcabamba; el nevado Auzangate en la Cordillera de Vilcanota (Foto N° 16), el nevado La Verónica (5 682 msnm) en la cordillera del Urubamba y el nevado Allinjapoc en la prolongación de la Cordillera de Carabaya. En estas zonas suceden desprendimientos o arranques bruscos de masas de hielo del cuerpo del nevado como consecuencia del cambio climático global que contribuye a que estas masas se encuentren en franco retroceso glaciar, lo que podría originar aluviones que ocasionarían desastres naturales como es el caso de la quebrada Aobamba.

Collnas Intracordilleranas (Coll)

Son observadas dentro de la Cordillera Oriental y Faja Subandina, se trata de pequeñas elevaciones en el terreno, de suave morfología, que siguen un alineamiento paralelo al curso del río Apurímac y son atravesadas de sur a norte por los ríos Picha y Parotori. Están conformadas por capas rojas del Cenozoico constituidas por conglomerados, arenas

y limos poco consolidados. Estas colinas se encuentran a una altitud promedio por debajo de los 800 msnm.

Mesetas (Me)

La meseta de Ocongate es otra geoforma resaltante dentro de la unidad mayor que es la Cordillera Oriental, donde se encuentran los denominados depósitos de piedemonte de Tinki cubiertos por material aluvional. La altitud promedio de esta geoforma se encuentra comprendida entre 4 000 y 4 800 msnm y está conformada por depósitos morrénicos y fluvioglaciares. La meseta de Sacsayhuamán caracterizada por su relieve plano, es una geoforma muy localizada entre las cabeceras de los ríos Yavero y Vilcanota aledaña a la meseta de Ocongate y está formada por rocas sedimentarias como lutitas y calizas.

Morrenas (Mor)

Los depósitos morrénicos se encuentran situados por encima de los 4 500 msnm, adyacentes a los casquetes glaciares, aquí tienen su origen debido a la fusión del hielo y donde los glaciares depositan la mayor parte de su carga. La mezcla de estos materiales forman un depósito de tillitas cuya textura en general está constituida por formas angulosas, tamaños heterométricos y mal clasificados, y presentan formas de cordones que sirven de diques naturales para lagunas. Un ejemplo de ellas lo tenemos en el área circunscrita a las unidades de la Cordillera de Vilcabamba en los nevados de Comballa-Pumasillo-Sacsarayoc y Salcantay (Foto N° 17).

Depresión Interoordillerana (DI)

Esta unidad está muy localizada entre la Faja Subandina y la Cordillera Oriental, en esta unidad se ubican los pueblos de Patria y Pillcopata, está conformada por una serie de abanicos aluviales constituidos por materiales acarreados por los ríos que bajan de las vertientes de la Cordillera Oriental y se le conoce con el nombre de Pampas de Pillcopata.

4.1.9 Faja Subandina

Es una unidad morfoestructural ubicada entre la Cordillera Oriental y el Llano Amazónico siguiendo la dirección del levantamiento andino. Está constituida por rocas mesozoicas conformadas por secuencias de conglomerados, areniscas, lutitas y calizas, cubiertas por depósitos cuaternarios aluviales. Posee cadenas de montañas y colinas con altitudes que fluctúan entre 3 800 y 1 000 msnm.

Llamada también precordillera, su relieve varía de accidentado a moderado y en el área de estudio aflora como una delgada franja formada por colinas estructurales de plegamiento destacando estructuras como anticlinales y sinclinales, se encuentra fallada y cortada por cursos de agua que forman valles en «V» (Foto N° 18).

4.1.10 Llano Amazónico

Esta unidad se ubica contigua a la Faja Subandina, de topografía baja plano-ondulada a llana, por donde discurren los ríos Inambari, Colorado, Tambopata y Madre de Dios, Manu y Pinquén, principalmente (Foto N° 19). Está constituida por colinas y lomadas con alturas menores a 500 msnm, forma una extensa cobertura de sedimentos aluviales como terrazas de diferentes niveles y llanuras meándricas formadas por la migración lateral de los canales de éstos. Los aportes de material moderno han sido ocasionados por ríos transversales con canal trezados, meandriiformes y anastomosados, típico de los ríos anteriormente mencionados. También se encuentran aguajales y lagos pequeños circundados por vegetación pantanosa.

Colinas y terrazas (Col-Te)

Son superficies planas y onduladas, disectadas por quebradas que forman un drenaje paralelo, se encuentran ubicadas al este de la Faja Subandina. La altura de estas geoformas son inferiores a 500 msnm y en ciertos sectores poseen terrazas, constituidas por conglomerados, arenas y arcillas (Foto N° 20).

4.2 MAPA DE PENDIENTES DE LOS TERRENOS

La variable pendiente es un parámetro importante en la evaluación de procesos de remoción en masa. Estos fenómenos ocurren más fácilmente en laderas cuya inclinación varía de media a fuerte ($> 30^\circ$), como es el caso de los deslizamientos, derrumbes, flujos o huaycos, movimientos complejos, y también en la erosión de laderas (laminar, surcos y cárcavas); sin embargo, algunos procesos también pueden ocurrir con un mínimo de pendiente como la reptación de suelos, inundaciones y erosión fluvial y en algunos casos deslizamientos de laderas, donde intervienen y se conjugan otros factores para su evolución. Asimismo, cuanto existe mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y por tanto la erosión hídrica, mientras que a menor declive se produce o retiene agua y por ende ocurre infiltración.

Para la elaboración del mapa de pendientes (Lámina N° 7), se ha utilizado la base topográfica de las hojas fotogramétricas del Instituto Geográfico Nacional, digitalizadas a escala 1:100 000, calculando para diferentes sectores de la franja los grados de pendiente. Se ha empleado el criterio de densidad de curvas de nivel, para obtener patrones diferentes

de pendiente, para posteriormente extrapolarlos a otras áreas similares, que presentan igual pendiente o inclinación.

Para este caso se consideraron cinco rangos o grados de pendiente: Muy Baja ($< 5^\circ$), Baja ($5^\circ-20^\circ$), Media ($20-35^\circ$), Fuerte ($35^\circ-50^\circ$) y Muy fuerte ($> 50^\circ$), como se muestra en la Lámina N° 7.

Los terrenos de baja y muy suave pendiente están circunscritos principalmente, a la Llanura Amazónica donde resaltan las localidades de Puerto Maldonado, Masuco y Cosñipata, en menor porcentaje las pampas costaneras, conos deyectivos de los ríos y franja litoral (localidades y áreas agrícolas de Pisco, Chincha, Cañete, Mala, Lurín y Lima), un pequeño sector en los alrededores de Anta, Zurite, Maras, Cusco (región del Cusco). Hay sectores dispersos en los flancos occidental y oriental de la Cordillera Occidental y algunos sectores altoandinos (donde destaca la localidad de Huancayo) y el valle del río Apurímac (sector Quimbiri y Pichari, hacia aguas abajo).

Los terrenos de mediana pendiente están distribuidos mayormente en una amplia extensión de las laderas de la Faja Subandina, valles interandinos (destacan los sectores de Andahuaylas y Ayacucho), valles del Mantaro y Pampas (cuenca media), alrededores del Cusco (valle del río Vilcanota: sectores de Ccatca, Ocongate, Pillpinto, Ccorca), así como los sectores de las cuencas altas y divisorias de aguas de los ríos de la vertiente Pacífica y Atlántica (Cordillera Occidental).

Áreas con fuerte pendiente se encuentran ampliamente distribuidas en las inmediaciones de Huanta, Acobamba, Huancavelica, Tayacaja, Castrovirreyna, Cangallo, Huancasancos, Chincheros, Paruro, Acomayo, así como el lado occidental de la Cordillera Oriental y las laderas medias a altas del flanco andino occidental.

Áreas con muy fuerte pendiente se distribuyen ampliamente en la Cordillera Oriental, en los valles de los ríos Vilcanota-Urubamba, Yavero y Apurímac, donde destacan las localidades de Abancay, Curahuasi, Quillabamba, Paucartambo, Calca, Machu Picchu, Cotabambas, Tambobamba, Quellouno y sectores superiores de las cuencas de los ríos Inambari y Alto Madre de Dios. También en el sector de Paras, Cangallo, Ocros (río Pampas), Churcampa, Conayca, Acoria, Pariahuanca, Huachocolpa, Angaraes (valle del río Mantaro); así como amplios sectores de la vertiente occidental, principalmente en las cuencas de los ríos Cañete (localidades de Yauyos, Lunahuaná, Huancaya, etc.), Pisco (Huaytará y Castrovirreyna, San Juan-Chincha (Tantará), Mala (aguas arriba de Calango), Asia (aguas arriba de Coayllo), Lurín (aguas arriba de Cieneguilla e Ica (Santiago de Chocorvos).

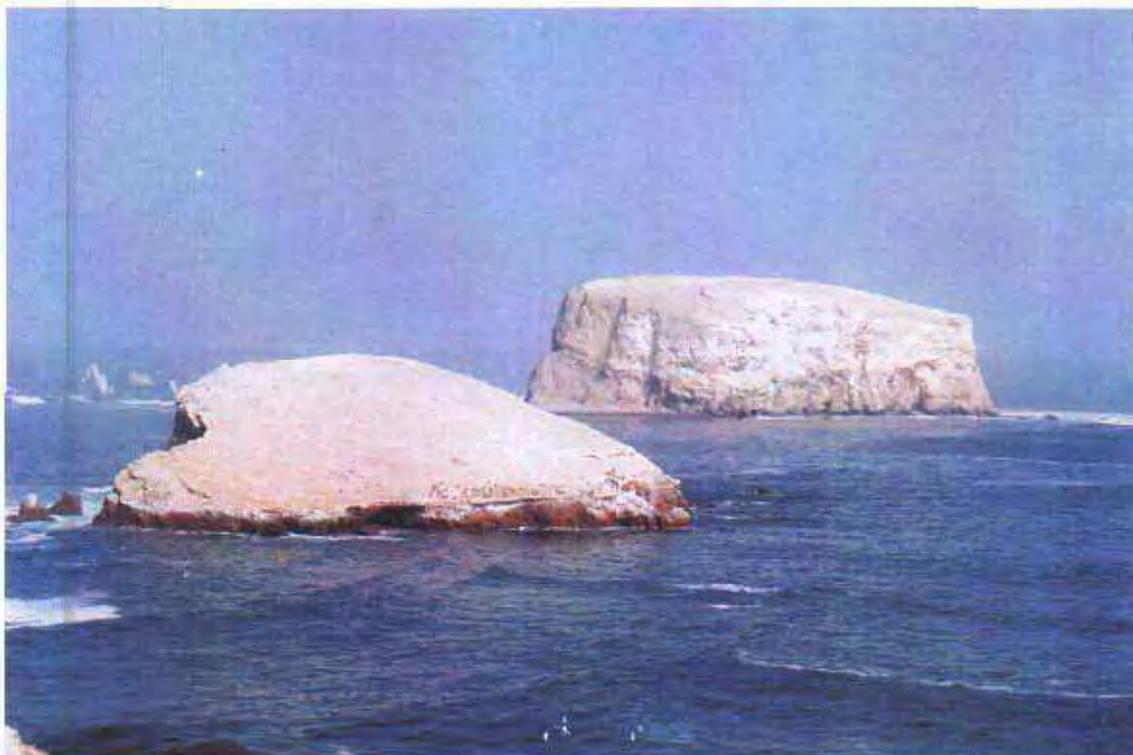


Foto N° 1 Islas Zaratillo (A) y Zárate (B), vista tomada desde la pampa Salinas (cuadrángulo de Pisco).



Foto N° 2 Vista de las islas El Frontón y San Lorenzo, frente al Callao, Lima.

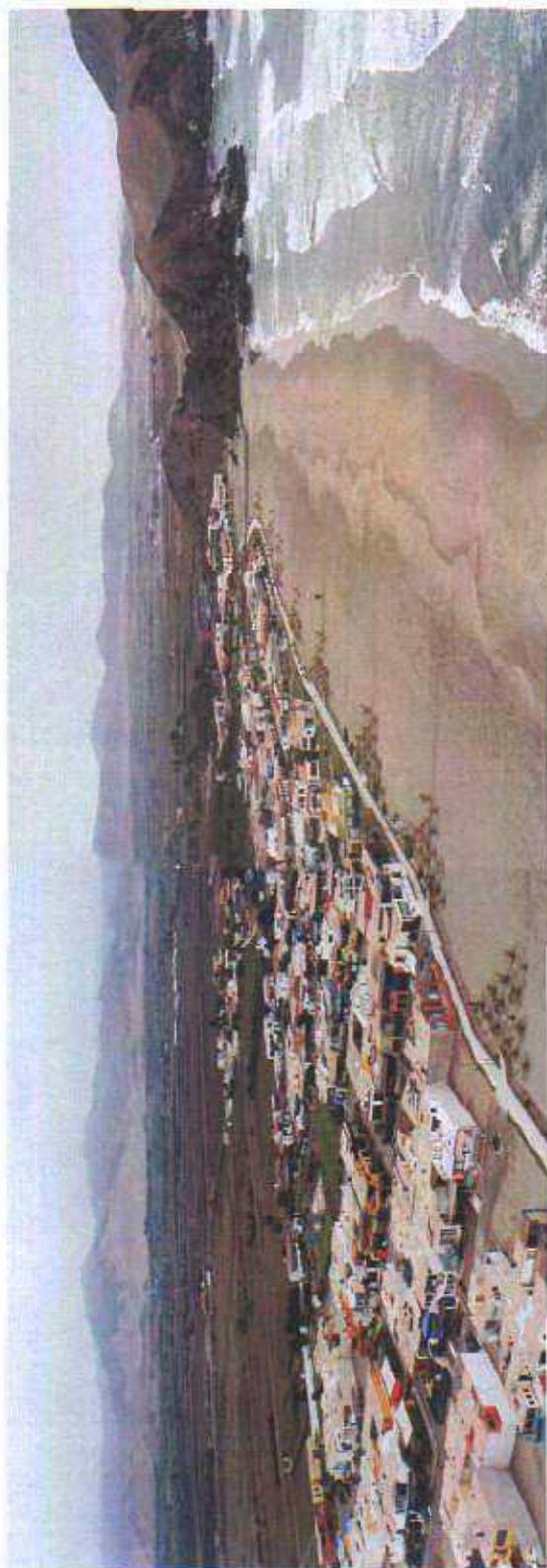


Foto N° 3 Faja Litoral y Planicie Costanera, sector de la playa Las Totoritas (Mala).



Foto N° 4 Depósitos eólicos en el sector de Paracas (Ica).



Foto N° 5 Geoformas de colinas en el litoral de Mala.

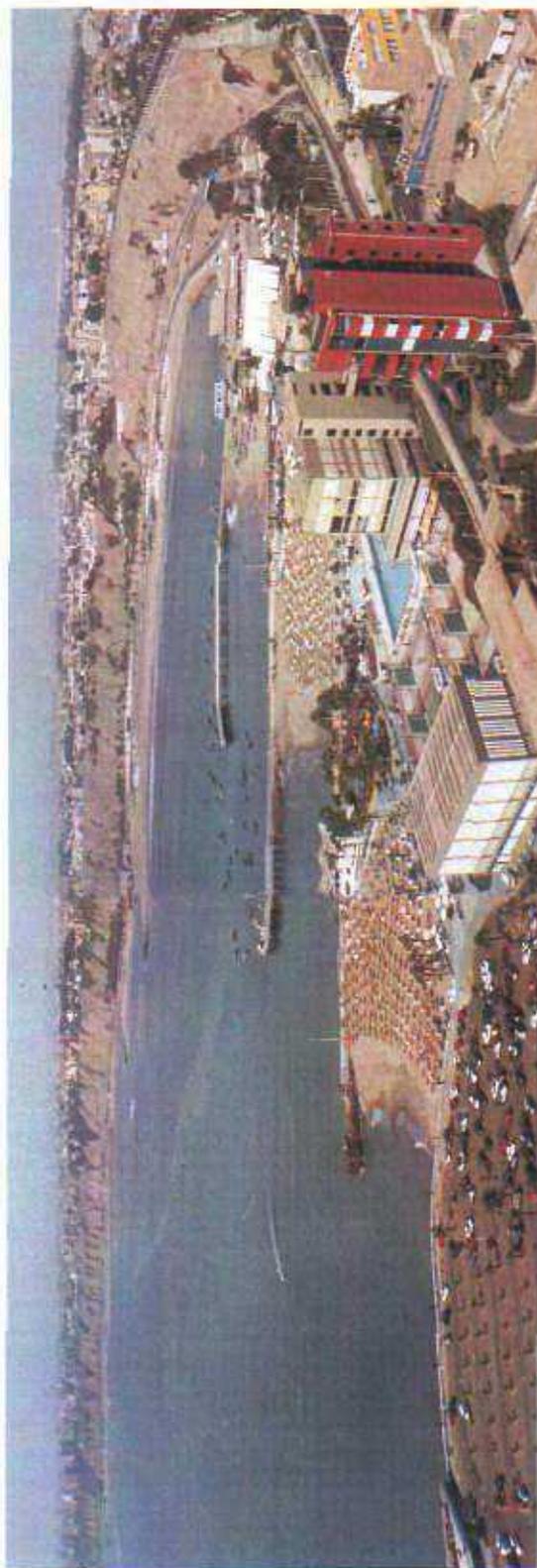


Foto N° 6 Antiguo abanico aluvial del río Rímac, donde se localiza la ciudad de Lima y donde destacan los acantilados de la Costa Verde.



Foto N° 7 Valle cañón del río Apurímac.



Foto N° 8 Valle inundable en la cuenca baja del río Pisco.



Foto N° 9 Valle de Omas, localizado en el flanco oeste de la Cordillera Occidental.



Foto N° 10 Poblado de San Miguel de Chacrampa, localizado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental.



Foto N° 11 Depresión estructural (A) unidad geomorfológica donde se ubica la localidad de Huanta. Funciona desde el punto de vista estructural, como un bloque hundido.



Foto N° 12 Superficie de depósitos de flujos piroclásticos (rocas volcánicas).



Foto N° 13 Valle glaciario de Tamboruma (Dist. de Coasa, Prov. de Carabaya, Puno).



Foto N°14 Complejo de domos y conos volcánicos en Ritipata (Ayacucho).



Foto N° 15 Bofedales y pampas en el sector Chanpiyoc-Mesa Rumiyoq (Huamanga, Ayacucho).



Foto N° 16 Zona de nieves perpetuas en el nevado Auzangate (Cusco).



Foto N° 17 Morrena frontal (A) en la cabecera de la quebrada Sisaypampa. Sector Corihuayrachina, flanco sur del nevado Salcantay (Cusco).



Foto N° 18 Faja Subandina: vista del valle del río Esquena (A), sector Huatamarca, y valle del río Coasa al fondo (B).

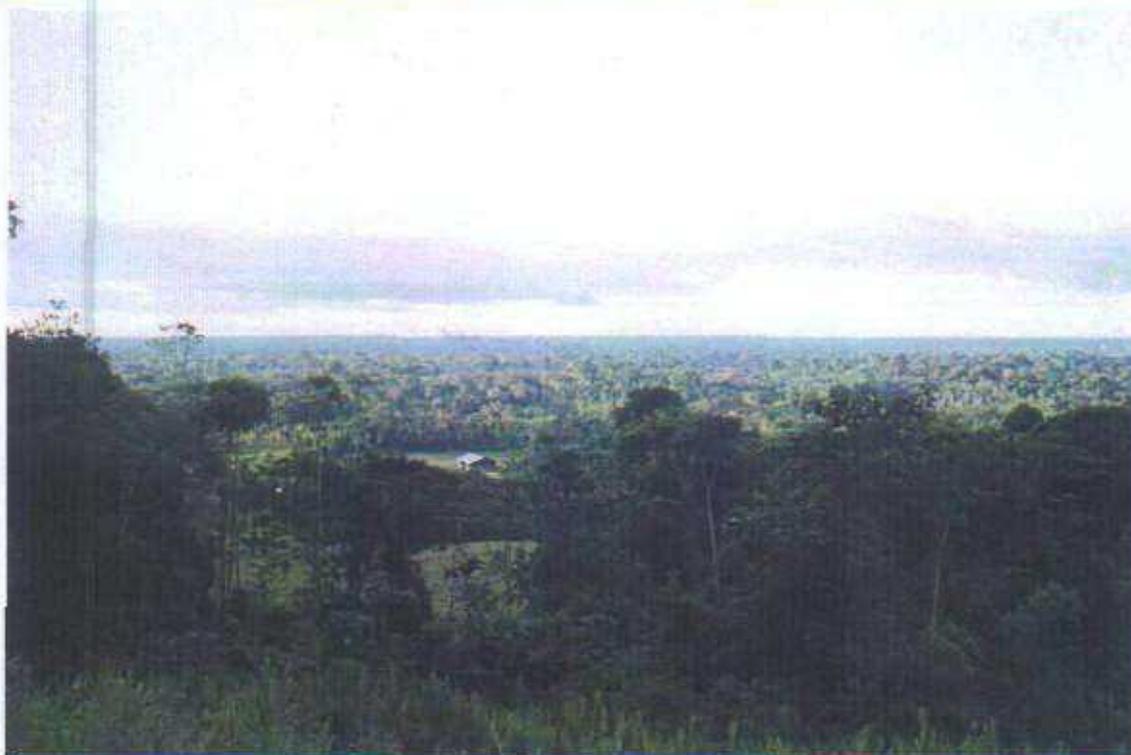


Foto N° 19 Llano Amazónico: río Inambari, visto desde Santa Rosa (Madre de Dios).



Foto N° 20 Colinas y terrazas, localidad de Alegría (Madre de Dios).

ASPECTOS LITOLÓGICOS

5.1 UNIDADES LITOLÓGICAS

En el área de la Franja N° 3 afloran seis unidades litológicas, agrupadas de acuerdo a sus características según su origen y composición (Lámina N° 8). A continuación se describen sus características principales y su susceptibilidad a los procesos de remoción en masa.

5.1.1 Unidad I: Depósitos Superficiales

Se clasifican principalmente de acuerdo a su origen en:

Depósitos eólicos

Se ubican cercanos al litoral y cubren grandes extensiones de terreno, se les localiza en la unidad Pampa Costanera formando cordones y dunas de arena que son desplazados por los vientos, también cubren a las estribaciones andinas. Algunos de estos depósitos son susceptibles a flujos de arena que se deslizan por las laderas de áreas colinosas e interrumpen las vías de acceso durante las lluvias.

Depósitos fluvioglaciares y depósitos glaciares

Los depósitos fluvioglaciares y glaciares se encuentran a partir de los 4 500 m de altitud, se forman por la erosión de depósitos morrénicos y abanicos aluviales que descienden a los valles constituyendo terrazas u ocupando laderas de colinas, también se les encuentra en quebradas que cruzan altiplanicies. En forma general estos depósitos están constituidos por bloques, gravas y arenas, de granulometría heterométrica en matriz limo arenosa, medianamente compactas y de permeabilidad baja a media, se encuentran estables en el área.

Depósitos piroclásticos

Se hallan principalmente en las inmediaciones de remanentes de antiguos centros volcánicos, generalmente formando mesetas que se inclinan muy suavemente, también bosques de rocas con disyunción columnar debido a su rápido enfriamiento. Están constituidos por flujos de cenizas e ignimbritas blancas y rosadas, masivas, susceptibles a la erosión y caídas.

Depósitos aluviales y fluviales

Los depósitos aluviales conforman llanuras y depósitos de piedemonte, algunos de ellos presentan cierto grado de litificación y constituyen terrazas erosionadas por las quebradas actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de gravas y arenas, así como limos y arcillas; que tienen mala selección y estratificación, su permeabilidad es de media a alta. Los depósitos fluviales conforman terrazas en el cauce de los ríos, están constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeadas en matriz arenosa o limosa. Son depósitos inconsolidados con permeabilidad alta.

Depósitos proluviales, coluviales y lacustres

Los depósitos proluviales son aquellos formados a partir de torrentes de agua que bajan por quebradas formando abanicos y terrazas, el material que los constituye es heterométrico y mal clasificado, por lo general son angulosos en matriz fina, permeables, medianamente consolidados a muy consolidados y susceptibles a la erosión.

A los depósitos coluviales o de caída se les reconoce por la geometría que poseen y son producto de deslizamientos, el material que los constituye es grueso y heterométrico, distribuido dentro de materiales finos como arena, limo y pueden estar bien o medianamente consolidados.

Los derrumbes en roca y suelo se caracterizan por distribuirse caóticamente al pie de los taludes a manera de escombros. Es muy común encontrarlos en los cortes de carretera y en zonas de altas cumbres donde se acumulan formando canchales.

Los depósitos lacustres, se presentan en capas horizontales a subhorizontales, poseen variaciones laterales en el tamaño y en la composición de los sedimentos, constan de materiales como arcillas intercaladas con diatomitas y niveles de turba, arenas y limos finamente estratificados. Estos depósitos se encuentran en las inmediaciones de las lagunas y son susceptibles a sufrir asentamientos y erosión.

Depósitos marinos

Estos depósitos están distribuidos en la ribera litoral, están constituidos por acumulaciones de arena suelta con restos de conchas que forman terrazas y pueden también contener materiales gruesos tipo gravilla. También constituyen extensas playas estables a las condiciones geodinámicas, salvo los movimientos sísmicos de gran intensidad que podrían originar licuefacción.

5.1.2 Unidad II: Rocas Intrusivas

Entre las rocas intrusivas que afloran en la Franja N° 3 en la región costera, se encuentran las rocas que pertenecen al Batolito de San Nicolás, conformado por granodioritas y gabros; el Batolito de la Costa, con las superunidades Jecuan y Linga en la región andina occidental están conformadas por dioritas, tonalitas, granodioritas y granitos y en la región central y oriental las superunidades Patap, Incahuasi, Pampahuasi, Cotahuasi y Tiabaya están constituidas por tonalitas y granodioritas. Destaca también el Complejo Granítico de Querobamba, el batolito de San Miguel de naturaleza sienogranítica y el macizo de Abancay de naturaleza diorítica a granodiorítica.

Los fenómenos de geodinámica externa que afectan a este tipo de rocas son las caídas, que pueden manifestarse como desprendimientos de roca y derrumbes donde el agua, la gravedad, el fracturamiento y los sismos las hace susceptibles a colapsos de magnitudes variables que causan daños a la infraestructura vial de la región.

5.1.3 Unidad III: Rocas Volcánicas

Esta unidad está claramente diferenciada en dos grupos de rocas, el primero representado por rocas de naturaleza volcánica tipo lava-tufo y el segundo grupo, representado por rocas de naturaleza piroclástica.

Lavas y tufos (III-1)

Este grupo está representado por materiales que pertenecen al Grupo Barroso, formaciones Chahuarma, Astobamba, Rumihuasi, Rumicolca conformados por lavas de composición mayormente andesítica, dacitas y traquitas, con texturas porfíricas y afaríticas, con intercalación de secuencias de piroclastos de ceniza lapilli y tobas. Estas rocas se encuentran rellenando la topografía actual, y se encuentran en algunas zonas sobre depósitos aluviales recientes. Dada la naturaleza litológica de este grupo, las condiciones estructurales, hidrológicas y sísmicas pueden ser susceptibles a caídas.

Tufos (III-2)

Se observan a manera de techos que cubren relieves preexistentes, está constituido principalmente por tobas riolíticas y riolíticas y brechas tobáceas. Este grupo de rocas se encuentra representado por las formaciones Sencca, Rumihuasi y Omacongá, se encuentran en capas gruesas, teniendo un aspecto masivo con marcada disyunción columnar.

En estos materiales normalmente suceden caídas cuando la roca es compacta, por ejemplo en un tufo soldado y fracturado, su comportamiento es diferente por ser más resistente a los agentes de la erosión. En el caso de los depósitos de cenizas los materiales son inconsolidados y susceptibles a la erosión por el agua y el hielo.

5.1.4 Unidad IV: Rocas Volcano-Sedimentarias

Esta unidad consta de secuencias volcanoclásticas con sedimentos lacustrinos intercalados con flujos lávicos. Dentro de las rocas que constituyen esta unidad se encuentran las andesitas, basaltos y tobas, secuencias piroclásticas lacustres de areniscas, calizas, tobas riolíticas y lavas, conglomerados y brechas volcánicas. En esta unidad se ubican las formaciones Puente Inga, Chocolate, Ayacucho, Chincheros y los grupos Rímac y Colqui.

Los valores de resistencia a la compresión en este tipo de rocas son variables, por estar constituidas por secuencias litológicas mixtas, de la misma manera su susceptibilidad a los fenómenos de geodinámica externa es variable siendo las caídas en forma de derrumbes los fenómenos más comunes.

5.1.5 Unidad V: Rocas Sedimentarias

Esta unidad está conformada por secuencias de rocas sedimentarias que afloran en la Franja N° 3 y se les ha dividido en 5 grupos:

Cuarcitas, areniscas, lutitas y carbón (V-1)

Esta unidad está representada en mayor proporción por secuencias de areniscas, cuarcitas, lutitas rojizas y limoarcillitas con contenidos de yeso y carbón, en menor proporción por niveles de calizas; dentro de los principales grupos y formaciones que se encuentran en esta división están los grupos Ambo, Yura, Morro Solar y las formaciones Chimú y Carhuaz.

Pizarras, lutitas, areniscas y esquistos (V-2)

Este grupo está constituido predominantemente por pizarras y lutitas negras con contenido de carbón, en menor proporción se pueden encontrar areniscas y esquistos, ocasionalmente horizontes calcáreos y volcánicos. Las secuencias más representativas la conforman el Grupo Cabanillas, las formaciones Celendín, Ananea Sandia, Quillabamba y el Grupo Excélsior.

Areniscas rojas, lutitas y yeso (V-3)

Es una secuencia de sedimentos lacustrinos, constituidos por areniscas y conglomerados, limolitas y lutitas rojas con niveles de calizas, yesos intercalados con lutitas rojizas, también se pueden observar intercalaciones de tobas. Algunas unidades que caracterizan a este grupo son la Formación Huanta y el Grupo Puno.

Calizas, areniscas y lutitas (V-4)

Este grupo está constituido principalmente, por calizas grises macizas en bancos gruesos, areniscas conglomerádicas, areniscas calcáreas y en menor proporción por lutitas negras y limolitas intercaladas con tufos y margas. Dentro de las secuencias más representativas que pertenecen a este grupo están los Grupos Pucará, Copacabana y Gollarisquizga, las formaciones Aramachay, Arcurquina y Atocongo.

Conglomerados, areniscas, lutitas, evaporitas (V-5)

Este grupo está representado por secuencias de capas rojas de conglomerados, areniscas y lutitas negras con niveles calcáreos y evaporíticos, areniscas cuarzosas, blanco amarillentas intercaladas con limolitas rojizas con contenido de carbón. Dentro de las formaciones más representativas se encuentran el Grupo Mitu y las formaciones Casapalca, Huancané en la Cordillera Occidental y Oriental y las formaciones Vivian y Chonta en la Faja Subandina.

El clima es un factor preponderante para hacer a estas rocas susceptibles a los fenómenos de remoción en masa debido a que la variación de la textura entre los mismos tipos de roca hace que su comportamiento geomecánico sea diferente y además si se encuentran rocas del tipo lutita y marga como parte del macizo rocoso lo hace aún más inestable por que estas últimas suelen ser muy alterables a la intemperie y en contacto con el agua. Estos grupos tienden a experimentar deslizamientos, caídas como desprendimientos de roca, derrumbes y ser erosionadas.

5.1.6 Unidad VI: Rocas Metamórficas

Esta unidad está representada por los complejos metamórficos Mantaro, Pichari-Cielo Punco e Izcaybamba, constituidos litológicamente por gneises, esquistos, metavolcánicos y mármoles. La susceptibilidad de este tipo de rocas a los fenómenos geodinámicos está relacionada a las condiciones estructurales, hidrológicas, sísmicas y geomecánicas del macizo rocoso. En este tipo de rocas en la mayoría de los casos, ocurren derrumbes debido a sus características propias de esquistosidad, pizarrosidad y foliación que sirven como planos de debilidad según se le encuentre en cortes o taludes naturales.

PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA

6.0 CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (CPGM) Y BASE DE DATOS GEOREFE- RENCIADA (BDGR)

La Base de Datos Georeferenciada (BDGR) utilizada para el presente estudio, incluye 4 778 registros efectuados en las campañas de Cartografiado de Peligros Geológicos Múltiples (CPGM), así como de la recopilación bibliográfica existente de procesos naturales ocurridos, conocidos y/o documentados, incluidos en los principales estudios realizados en el área, principalmente de la Base de Datos GEOEXDAT-PERU (INGEMMET, 1997), de la cual se extrajo archivos con información correspondiente al área de la Franja N° 3. También incluye datos de los estudios geodinámicos de las cuencas de los ríos Ica, Cañete, Pisco; archivos de estadísticas de las emergencias producidas en el Perú en los últimos años reportados por el INDECI (1995, 1996, 1997, 1998 y 1999); compilación de estudios geológicos y geodinámicos en áreas puntuales efectuados por el INGEMMET, el Servicio de Geología y Minería, tesis de grado, así como reportes periodísticos, etc. Toda esta información bibliográfica (aproximadamente 750 ocurrencias de peligros) se sometió a una comprobación de campo, para validar sus datos, ampliar su contenido in situ, eliminarla o descartada de acuerdo a la veracidad y exactitud de sus datos.

El CPGM en 55 cuadrángulos de la Franja N° 3, se efectuó en 360 días de trabajos de campo, con cuatro brigadas (un promedio de 90 días de campaña por cada brigada), el inventario y cartografiado de peligros geológicos de remoción en masa, en cartas topográficas a escala 1: 100 000, empleando para ello, la clasificación de fenómenos de remoción en masa adoptada de VARNES y otros peligros geológicos incluyendo los peligros hidrológicos (ver Boletines N° 23 y 27, INGEMMET, Serie C, Estudios de Riesgo Geológico del Sur del Perú - Franjas N° 1 y 2 respectivamente).

Cada ocurrencia de peligro fue registrada en una «ficha de inventario», empleando para ello un formato especial, el cual se ha adecuado para un llenado fácil y rápido, y en el cual se consignan los siguientes datos:

- Georeferenciación del lugar (coordenadas UTM, cota, ubicación geopolítica: departamento, provincia, distrito y lugar; cuenca hidrográfica, cuadrángulo y hoja del IGN).

- A cada ocurrencia se le asigna un código de acuerdo a la denominación del cuadrángulo en números correlativos. Ej. ABA-042, corresponde a la ficha cuarentidos del cuadrángulo de Abancay.
- Causas principales o desencadenantes que dan o dieron lugar a su origen (naturales: de sitio y entorno geográfico como causas antrópicas)
- Evidencias visuales de los procesos geodinámicos (descripción del fenómeno actual, de eventos antiguos y/o actualmente estabilizados o reactivados; fecha de ocurrencia y recurrencia del fenómeno, etc.)
- Aspectos geomorfológicos e hidrológicos del lugar (relieve, pendiente del terreno, forma del terreno, drenaje superficial y aguas subterráneas)
- Características geoestructurales: substrato (roca) y depósitos superficiales (suelo); discontinuidades en las rocas (fracturamiento, esquistosidad, buzamiento, etc.), familias, grado de fracturamiento y grado de meteorización.
- Daños causados a la vida y la propiedad.
- Calificación del riesgo: determinando el grado del peligro y la vulnerabilidad del área a la que está expuesta.
- Comentarios adicionales (observaciones y recomendaciones) y fuente de información.

Las fichas fueron ingresados en una base de datos en EXCEL y transferidas al programa ACCESS, para ser fácilmente trabajados en el SIG, el cual permitió su presentación gráfica (Lámina N° 9), así como un listado de todos los peligros inventariados, actualizando el Banco de Datos de Peligros Geológicos del Perú.

Se reconocieron 15 tipos de peligros geológicos más frecuentes (incluyendo la inundación); los peligros volcánicos y sísmicos se evalúan en los capítulos siete y ocho de esta publicación.

Debido a las dimensiones del área del presente estudio, el **Mapa de Inventario de Peligros Geológicos**, se elaboró a escala 1:500 000 (en dos hojas), cuya base cartográfica fue digitalizada de hojas actualizadas a escala 1:100 000 del IGN, con toponimia, de poblados a nivel de distritos, red hidrográfica principal, curvas de nivel cada 100 m, red vial existente, ubicación de embalses y presas, puertos, minas principales, etc. (Lámina N° 9).

Cada peligro geológico se representa con un símbolo particular de acuerdo a su tipología; el tamaño del símbolo representa el grado de peligrosidad, esto permitirá visualizar su relación con la infraestructura crítica de su entorno, así como el grado de vulnerabilidad y riesgo que genera.

6.1 FACTORES DESENCADENANTES EN LA OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

Los factores que condicionan la estabilidad de los taludes y aquellos que se consideran desencadenantes de los movimientos (factores naturales y antrópicos). Se describen en el Cuadro N° 6.1.

6.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRINCIPALES PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA EN LA FRANJA N° 3

En el Inventario de Peligros Geológicos, se sigue la metodología empleada en las Franjas N° 1 y 2 (Clasificación de Inestabilidades de Taludes de Varnes). Se han reconocido 1700 caídas (564 caída de rocas, 1132 derrumbes y 4 aludes), 16 vuelcos, 608 deslizamientos, 979 flujos (830 huaycos, 127 reptaciones de suelos, 13 flujos de lodo y 9 aluviones) y 319 movimiento complejos.

Una cronología histórica, donde se indican algunos relatos de los principales peligros de remoción en masa, que causaron grandes desastres naturales en el territorio de la franja, se presenta en el Cuadro N° 6.2

En este contexto, a continuación se describen en los Cuadros N° 6.3 - 6.10 los principales peligros geológicos de remoción en masa inventariados.

6.2.1 Caídas

De acuerdo al mecanismo de su ocurrencia, y adoptando la clasificación de Varnes a la terminología local se pueden dividir en tres tipos:

- Caídas de rocas propiamente dichas
- Derrumbes que involucran roca y/o suelo
- Aludes o avalanchas (roca y/o hielo).

A) Caídas de rocas

Están asociadas a terrenos de fuerte pendiente, morfología abrupta, diferente naturaleza litológica (metamórfica, intrusiva, volcánica y sedimentaria), afectados por discontinuidades planares, cuña o mixtas (fracturas, diaclasas, esquistosidades o foliaciones paralelas a los taludes, etc).

Ocurren en taludes artificiales (Fotos N° 21, 22, 23), laderas de valles, valles encañonados, frentes rocosos volcánicos muy diaclasados, donde la incentivación sísmica actúa como desequilibrante.

Cuadro N° 6.1

Factores Condicionantes y Desencadenantes en la Ocurrencia de Peligros Geológicos (Naturales y Antrópicos)

Características		Peligros Geológicos Inducidos
Factores Geológicos-Geotécnicos Inherentes (Factores de Sitio)		
Litología del Substrato	Rocas o formaciones geológicas susceptibles a erosión hídrica; rocas meteorizadas y/o fuertemente fracturadas de mala calidad; substrato rocoso con perfiles altos de meteorización (suelos residuales); rocas muy permeables.	Erosión de laderas, deslizamientos, derrumbes, reptación de suelos, hundimientos (karst).
Tipo de Suelo	Suelos superficiales de poco grosor cohesivos y no cohesivos, sujetos a cambios de volumen por saturación de agua, cambios de temperatura.	Erosión de laderas; reptación de suelos; deslizamientos y derrumbes. Flujos de detritos.
Pendiente del Terreno	Grado de pendiente favorable al movimiento de masas (laderas, acantilado, terraza); Pendiente del cauce o valles fluviales.	Deslizamientos, derrumbes, caídas de rocas, en valles de moderada a fuerte pendiente. Aludes o avalanchas.
Discontinuidades Favorables en las Rocas	Estratificación y buzamiento de las rocas con orientación favorable o desfavorable al corte o talud; tipos de fracturamientos principales en el substrato (roturas: planares, en cuña, por vuelco y globales en macizos rocosos muy diaclasados). Pizarrosidad, esquistosidad en rocas metamórficas, fracturamiento y diaclasamientos columnares en rocas volcánicas	Caídas de rocas, vuelcos y deslizamientos planares (de bloques o estratos); deslizamientos o derrumbes en cuñas y movimientos complejos.
Geomorfología	Formas de relieve en general: Valles encañonados, valles estrechos inundables, laderas o frentes escarpados, frentes glaciares abruptos, acantilados, plano-depresiones, cuevas, laderas estructurales, etc.	Deslizamientos y caídas (aludes o avalanchas); inundaciones y erosiones fluviales por efectos pluviales y características geológicas de los cauces fluviales.
Factores Naturales del entorno Geográfico		
Climáticos e Hidrológicos		
Precipitaciones Pluviales	Índices altos de pluviosidad (estacional) o regímenes excepcionales (El Niño). Saturan suelos y/o rocas, aumentan las presiones del terreno al infiltrarse por discontinuidades, grietas y la sobrecarga debido a su propio peso. Absorción de agua por minerales arcillosos en suelos cohesivos, produciendo hinchamiento de los mismos.	Flujos a lo largo de cauces definidos violentos a extremadamente rápidos (flujos de lodo, huaycos; aluviones), deslizamientos y movimientos complejos, caídas (derrumbes); erosión de laderas. Inundaciones lagunares e inundaciones pluviales.
Dinámica Fluvial y Marina	Socavamiento del pie de los taludes y laderas, durante máximas avenidas; fuerte oleaje en los acantilados costeros	Erosión de riberas (terrazas) y costas (acantilados); inundaciones fluviales y costeras; derrumbes en las márgenes fluviales; caídas de rocas y suelo en los acantilados costeros.
Aguas Subterráneas	Producen disolución y cambios fisicoquímicos en las rocas, afectando su composición. En regiones kársticas producen hundimiento de cavemas. El agua de infiltración produce expansión y contracción de suelos, en períodos alternantes de lluvia (lluvias estacionales a excepcionales) y períodos largos de sequía. Aumento de la presión intersticial o de poros de suelos por cambios bruscos en el nivel freático (saturación).	Deslizamientos y/o movimientos complejos, derrumbes, hundimientos de tierras (formación de dolinas), en las laderas de valles.
Hielo y Nieve	Acción hielo-deshielo de terrenos saturados. Los glaciares modelan valles con paredes rocosas escarpadas. Disgregación mecánica por repetida y rápida fusión del hielo en agua, contenida en las discontinuidades. Saturación de morenas, depósitos fluvio-glaciares y zonas periglaciares.	Flujos y movimientos complejos desde lentos hasta extremadamente violentos (reptación, soliflujón; aluviones); caídas (caída de rocas y/o aludes o avalanchas de nieve y roca).

Características		Peligros Geológicos Inducidos
Sismicidad, Fallas Activas y Vulcanismo		
Sismos, Tsunamis y Actividad Volcánica	Deformaciones, agrietamientos y movimientos de tierra asociados a lo largo de fallas (fallas activas y neotectónicas), durante la ocurrencia de grandes sismos. Licuefacción de suelos y arenas (valles fluviales, playas y áreas urbanas, con arenas saturadas sin drenaje y arcillas). Actividad volcánica o sismo-volcánica asociada, modifican laderas que forman sus conos y los materiales depositados sobre ellos (coluvios, nieve o hielo).	Factores desencadenantes de grandes deslizamientos, derrumbes, desprendimientos, flujos y movimientos complejos y/o avalancha de escombros, inundaciones costeras en el caso de tsunamis o maremotos.
Actividad biológica y presencia de vegetación		
No constituye factor determinante, pero sí condicionan de forma notable la acción de otros factores. Presencia o ausencia de vegetación o cubierta vegetal, para mantener la estabilidad de taludes y laderas; contribuyen al drenaje absorbiendo parte del agua contenida en el suelo, evitan la erosión pluvial. Bosques de reforestación con uso adecuado sostenible.		Erosión de laderas; deslizamientos, derrumbes.
Subsidencia Regional		
Asociada a fenómenos sismotectónicos, que producen cambios en los niveles del mar y la tierra, en grandes sectores de la corteza terrestre. Reajustes locales asociados a grandes accidentes tectónicos.		Procesos lentos de reptación o deslizamiento de tierras. Inundaciones costeras.
Factores Humanos (Antrópicos)		
Excavaciones	Modificación de laderas naturales que influyen en su estabilidad y variación de su estado de equilibrio, creados por la construcción de cortes artificiales carreteras, canales, etc.	Caídas (Caída de rocas y derrumbes); deslizamientos en taludes de redes viales (carreteras, vías férreas), canales. Vuelcos.
Voladuras	Vibraciones producidas, actúan como pequeños sismos; ampliación del fracturamiento preexistente en material rocoso, generando nuevas áreas potenciales de deslizamientos (obras civiles en general, actividad minera).	
Sobrecargas	Incremento del peso debido a diferentes tipos de construcciones sobre terrenos naturales (rellenos y terraplenes) inestables.	Hundimientos de tierras; deslizamientos.
Actividad Minera	Explotación de canteras no metálicas, minería a tajo abierto y minería subterránea (mediana y gran minería). Hundimiento de galerías de explotación abandonadas (pequeña, mediana y gran minería).	Caídas (caída de rocas y derrumbes) en labores mineras activas o abandonadas; vuelcos o toppling en canteras o tajos abiertos; deslizamientos y movimientos complejos.
Aprovechamiento de Recursos Hídricos	Irrigación de grandes áreas de cultivo en terrenos sumamente permeables. Explotación de aguas subterráneas.	Deslizamientos, derrumbes, hundimientos y movimientos complejos, en laderas de valles.
Colapso de alguna Infraestructura Existente	Ruptura de una presa o embalse artificial, presa de relaves, por inducción sísmica y/o volcánica.	Huaycos y/o aluviones; inundaciones; contaminación ambiental.

Cuadro N° 6.2

Cronología y Relatos Históricos de los Principales Peligros Geológicos de Remoción en Masa de carácter destructivo

Fecha	Descripción del Peligro
1555	Deslizamiento que represó el río Apurímac. Algunas notas sobre el río Apurímac, relatadas por Garcilaso, dicen: "El año de 1555 por las muchas aguas de invierno cayó sobre aquel río un pedazo de sierra tan grande y con tanta cantidad de riscos, piedra y tierra que lo atravesó de una parte a otra y la atajó de manera que en tres días naturales no corrió gota de agua, hasta que la represa de ella sobrepujo la montaña que le cayó encima, los que habitaban allí abajo, viendo que un río tan caudaloso se había secado tan súbitamente entendieron que se acababa el mundo. La represa subió 14 leguas el río arriba hasta el puente que está en el camino real, que va del Cusco a la ciudad de los Reyes".
1678	Deslizamiento de Yahuarmaqui. (Kalaifatovich, 1977, en Carlotto & Otros, 1996), describe un deslizamiento en el cerro Yahuarmaqui más o menos en los meses de agosto a octubre de 1678, que produjo el represamiento del río Urubamba, con la destrucción de varias poblaciones y pérdidas de vidas humanas. El depósito de éste deslizamiento se observa en la margen derecha del río Urubamba que consiste en varios montículos de lodo, bloques de yeso, calizas y gravas. Las coronas o escarpas y en general las zonas de arranque se hallan a alturas entre 150 y 450 m del cauce del río.
1926	Aluvión de Quebrada Honda. En la confluencia de los riachuelos de Tambohuaycco y quebrada Honda, existía un puente colgante de 20-25 m de largo, con estribos arqueados, parecidos al antiguo puente de Tablachaca. En 1926?, este puente fue arrastrado por dicho aluvión. Posteriormente se construyó otro puente tipo Bayley, que también fue arrastrado por otro aluvión.
1945	Derrumbe de Condorsenia. Estudios de geodinámica dan cuenta de un derrumbe ocurrido el 18 de agosto de 1945 en Huancavelica que represó el río Mantaro (en la primera curva), formando una laguna, conocida en aquel entonces como mar Huanártico. El material involucrado es roca granítica bastante fracturada. En la actualidad hay leves reactivaciones.
1951	Los días 19 y 23 de febrero de 1951, tras fuertes precipitaciones pluviales ocurrió un deslizamiento en Ampay , produciendo grandes flujos de lodo y piedras que se desplazaron por la quebrada Sahuanay (Ampay), habiendo sepultado a 12 personas, algunas viviendas y más de 15 topos de tierras (27 hectáreas) de cultivo, al oeste de la localidad de Tamburco (Abancay). Testimonios recogidos de pobladores, indican que en la década del 50 se produjo un desembalse de la laguna Ankasq'ocha, arrasando en su trayecto campos de cultivo y algunas viviendas de los sectores Sahuanay y Maucacalle, habiendo incluso puesto en riesgo parte de la ciudad de Abancay en el sector de la quebrada de los riachuelos Olivo y Ullpuhuayqo. En la misma década, en los distritos de Abancay y Tamburco se presentan una serie de movimientos sísmicos, que los pobladores correlacionaron con el probable afloramiento o erupción de un volcán apagado, que según ellos era el Ampay. Estos movimientos alarmaron a la población en general y fueron motivo para realizar una serie de evaluaciones, que permitieron descartar la posibilidad de que el Ampay sea un volcán. En la década del 70, las precipitaciones pluviales ocasionaron pequeños torrentes de agua provenientes de las faldas del Ampay, que se acumularon y llegaron a destruir campos de cultivo y provocaron la muerte de animales domésticos.
30/03/1972	Aluvión Puente de Anco. Deslizamiento en la falda del cerro Huamanripa, represó la quebrada Chucpalla y el posterior desembalse dio como resultado el aluvión. También el 02-04-72; 6 muertes; afectó 180 ha de tierras, al pueblo de Anco, 14 km carretera Cafete-Yauyos (tramo Calachota-Carmincha); 200 cabezas de ganado desaparecidas.
1975	Deslizamiento de Mayunmarca. En la noche del 25 de abril de 1974 una ladera de la margen derecha del río Mantaro se deslizó a lo largo del eje de la quebrada Cochacay. El deslizamiento de unos 1 600 millones de metros cúbicos, formó una presa de enormes proporciones con una altura de 170 m, una longitud en la base de 3 800 m y un ancho en la cresta en el cañón del río, de 1 000 m. El embalse creado alcanzó una profundidad igual a la altura de la presa y una longitud de 31 km, almacenando 670 millones de metros cúbicos de agua en los 44 días siguientes al deslizamiento. Con el sobrevertimiento del agua sobre la presa (junio 6 a 8) se produjo por la erosión un canal de 110 m de altura, con un ancho en la superficie de 244 m y paredes de pendiente 1:1. De acuerdo con la observación, se presentó un caudal pico entre unos 10 000 m ³ /s y 14 000 m ³ /s y en un tiempo aproximado de 24 horas.
01/03/1977	Huavco en la Mina Santa Teresa. Ayapata, Puno. 18 familias damnificadas, un muerto, 4 heridos. AYP-69
24/02/1991	Torrenciales lluvias en la sierra de Cafete; precipitaron masa de piedra y lodo de quebrada en el cerro Cachuy. Arraso el caserío de Chavín, dejando 200 familias sin vivienda; vías de comunicación interrumpidas y chacras destruidas
04/02/1993	Deslizamiento de Qosqo Kawarina. Marcapata, Cusco. Interrumpió la Carretera Interocéánica Asis - Pto. Maldonado - Cusco. QUIN-46
22 y 23-02-1994	Inundación, desborde y erosión fluvial del río Cafete. Desborde de río Cafete; por fuertes precipitaciones desbordó el río por un antiguo brazo, sector Lucma-Cuiba a 500 m. Destruyó puente de la Panamericana Sur (km 151), 200 m de la carretera y 300 ha de tierras de cultivo.

Fecha	Descripción del Peligro
06/03/1995	Huayco de Aguas Calientes. Afectó poblado de Machu Picchu-Baños termales de Aguas Calientes. En 1995 sepultó 8 viviendas, baños termales y arrasó una piscigranja.
Mar-1995	Inundaciones, crecidas, desbordes del río San Gabán. Afectó poblados ribereños. Estos poblados fueron trasladados hacia arriba en las laderas.
09/09/1995	Deslizamiento en el cerro Sig Sag (Erusco, Cavara, Ayacucho). Dejó unas 40 familias sin vivienda; una decena de hectáreas de tierras arrasadas.
18/11/1996	Huayco de Atoc. Primeras lluvias fuertes de la temporada; poblado asentado cerca al cauce de quebrada Atoc (margen derecha). Destruyó 50 viviendas dejando centenares de damnificados; arrasó aprox. 100 has de tierras cultivadas.
1997	Deslizamiento de Ccocha y Pumaranza: Sepultó el poblado dejando 51 muertos, 200 desaparecidos, 53 familias damnificadas y 60 viviendas destruidas. El evento ocurrió el 18-02-97 y se clasifica como de tipo complejo (deslizamiento planar, acompañado de flujo de lodo) por sobresaturación de la cubierta superficial (depósitos coluviales) y estratos incompetentes (capas rojas del Grupo Mitu).
1998	Aluvión de Aobamba. En febrero de 1998 se produjo un aluvión que se generó por la saturación de depósitos morrénicos en la zona de Pacchac Grande, y a la vez generó un flujo violento que bajó por la quebrada Aobamba llegando hasta el valle del río Urubamba, represándolo. El volumen de material se calculó entre 25 y 50 millones de metros cúbicos
	Aluvión de Sacsara-Santa Teresa. El 13 de enero de 1998 en las nacientes y parte media de la cuenca del río Sacsara se produjo un flujo de grandes dimensiones que llegó hasta su desembocadura en el río Urubamba, donde se emplaza el poblado de Santa Teresa, destruyendo varias viviendas del poblado, la estación del ferrocarril y un puente bayle.
Feb-1998	Huayco por la Qda. Supayhuayco. Central Hidroeléctrica de San Gabán, Puno. Afectó los trabajos de la presa derivadora y la vía de acceso. AYP-36
Feb-1998	Los campamentos donde se realizan las obras civiles de la Central Hidroeléctrica de San Gabán II, en el distrito de Ollachea, quedaron aislados al derrumbarse el Puente Osjo Cachi, de unos 20 m de longitud, debido a la crecida (huayco) del río del mismo nombre a consecuencia de las torrenciales lluvias. AYP-47
Feb-1998	Huayco por la Qda. Casahuiri. Central Hidroeléctrica de San Gabán, Puno. Afectando 250 metros de la carretera de ingreso al campamento de la Contratista Odebrecht y terrenos de cultivo. AYP-56
Verano 1998	Huayco de Chile Chile. Marcapata, Cusco. Afectó viviendas, terrenos de cultivo y Carretera Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Cusco. Se reactivó en el verano del 2001 y 2002. COR-41
Verano 1999	Inundación y erosión fluvial en el río Madre de Dios. Sector Tres Islas, Laberinto, Puerto Maldonado. Afectó trabajos en los lavaderos de oro. MLD-1
2000	Deslizamiento de Uralla. El día 16 de marzo, aproximadamente a las 6 de la tarde se sintió un fuerte ruido y movimientos locales del suelo; luego se percataron de la ocurrencia de un deslizamiento de gran magnitud en el cerro Ñahuichan, que originó un flujo siguiendo la quebrada de Zambococha, comprometiendo el poblado de Uralla. Murieron sepultadas 22 personas, un número indeterminado de ganado vacuno, porcino y aves, 6 viviendas arrasadas y 3 hectáreas de cultivo fueron arrasadas.
Verano 2001	Huayco por la quebrada Cuncurchaca. Ollachea, Puno. Afectó la Carretera Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Puno, arrastró un automóvil (1 muerto). AYP-46
26/12/2001	Huayco por la qda. Santa Elena. Marcapata, Cusco. Afectó la Carretera Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Cusco en un tramo de 70 metros, viviendas, y terrenos de cultivo. QUIN-31
2002	Huayco en el poblado de Paullo Ayllu. El 28/11/2002, mientras se editaba el presente informe ocurrió un huayco en la quebrada Tojajahuayco o Huancahuajava, que afectó el caserío de Paullo Ayllu, ubicado en la margen izquierda del río Vilcanota (Cusco). Se produjo una gran masa de lodo y piedras tras lluvias fuertes que causaron flujo de carácter excepcional, que arrasó el 60% del poblado dejando 32 viviendas inundadas, 40 afectadas y 80 familias damnificadas.
2003	Deslizamiento-flujo en el sector de Huascatay. Ocurrido el 01/01/2003, distrito de Pacobamba (Andahuaylas). El deslizamiento de la ladera del cerro Pururuyoc a la vez generó un flujo de material aproximadamente a las cinco de la madrugada que causó la muerte de ocho personas y destruyó al menos veinte viviendas, terrenos de cultivo e infraestructura menor de riego y ganado.
19, 29, 21 - 01 - 2003	Inundaciones de gran magnitud: en los ríos Madre de Dios, Tambopata, Colorado, Inambari, Manu, Punquiri. Afectó a los poblados ribereños en el Dpto. de Madre de Dios: Pto. Maldonado, Boca Amigo, Boca Colorado, Inambari, San Juan, Punquiri y Masuco; ocasionando la desaparición de 8 familias, 1800 familias afectadas, 15 comunidades aisladas, viviendas ribereñas destruidas, vías de comunicación interrumpidas.
Ene-2003	Huaycos, erosión fluvial, inundaciones y desbordes en el río Araza; en los tramos Puente Inambari - Quincemil - Marcapata. Destrucción de puentes, terrenos de cultivo y varios tramos de la Carretera Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Cusco. Evento geodinámico similar también ocurrió en febrero 1998 (ver QUIN-28, QUIN-29, QUIN-42)

Afectan de una u otra manera a:

- Tránsito normal en caminos principales, de segundo orden, trochas, caminos rurales y de herradura, así como vía férrea.
- Centros poblados menores, áreas de cultivos y algunas obras civiles de gran dimensión.
- Generalmente ocurren en áreas despobladas.

En el cuadro N° 6.3 se incluyen las principales áreas afectadas por caída de rocas.

B) Derrumbes

Se presentan en terrenos rocosos y en depósitos inconsolidados, originando «zonas de arranque», generalmente irregulares, de dimensiones variables, desde pocos metros, decenas de metros, hasta algunos de gran dimensión.

En ellos intervienen factores como :

- Rocas de mala calidad (consistencia, fracturamiento y meteorización; capas rojas con presencia de sales; pizarras y esquistos muy foliados, rocas poco consolidadas y fracturadas de diferente naturaleza).
- Discontinuidades favorables a roturas planares, cuñas, vuelcos o mixtas.
- Lluvias copiosas que saturan suelos, o riego en laderas de valles cultivados.
- Socavamiento en el pie de laderas de valle o acantilados costeros.
- Áreas sujetas a erosión de laderas (cárcavas y surcos) con poco o nada de vegetación o también con reptación de suelos, que desencadenan en derrumbes hacia caras libres.
- Deforestación de tierras ganadas para actividades agrícolas.
- Sobre fracturamiento de las rocas por uso de explosivos; reactivación de antiguos procesos de remoción (deslizamientos o derrumbes)

Suelen ocurrir afectando a :

- Valles de moderada a fuerte pendiente, con presencia o no de actividad agrícola.
- Terrazas, con áreas cultivadas y/o pobladas.
- Taludes de corte de carreteras principales, de penetración, caminos rurales recién construidos, trochas y vía férrea (Cusco - Machu Picchu).
- Obras de gran envergadura.
- Frentes rocosos escarpados en áreas despobladas.
- Áreas del patrimonio cultural y geológico.

Cuadro N° 6.3
Caída de Rocas

Sector y Código Inventario	Características	Efectos
Oropesa Chonta/ Balcón del Rímac LMA-13	Bloques sueltos y suspendidos en la ladera a punto de caer, muy cerca de casas construidas a media ladera sobre muros de cimentación rústicos.	Puede afectar viviendas
Huaycán-Zona V-225 - A.H. 12 de Agosto LUR-100	Material suelto en el cauce de la quebrada, se observan derrumbes y caídas de rocas que alimentan a la quebrada con bloques de 1 m de diámetro. Las viviendas se encuentran a lo largo de la quebrada. Viviendas de material rústico sobre material de relleno que pueden ser afectadas en caso de sismos.	Puede afectar viviendas.
A.H. Huaycán - Zona R,S,T LUR-102	Material suelto al pie del talud que alimentan a la quebrada. Antiguas torrenceras (1997). Se presenta a 100 m más arriba. Construcciones a lo largo de la quebrada, viviendas mal ubicadas en la quebrada. El sector R es la zona más peligrosa.	Puede afectar viviendas.
Huaycán- Zona N/ UCV177 LUR-104	Material suelto con bloques <2m en ambas márgenes de la quebrada. Necesita muro de contención.	Puede afectar viviendas.
Horacio Paredes LUR-105	Material suelto con bloques <1 m en ambas márgenes que alimentan la quebrada, por caída de rocas y derrumbes. Viviendas en el cauce de la quebrada.	Puede afectar viviendas. Necesita reubicación de las viviendas.
Horacio Zevallos/ Lomas-Grupo 4 LUR-106	Material suelto al pie de la ladera, bloques<50 cm de diámetro, pendiente moderada a fuerte.	Puede afectar viviendas.
Vitarte – San Juan LUR-108	Material suelto con bloques <1 m al pie de la ladera, se observan algunos derrumbes.	Puede afectar viviendas.
José Carlos Mariátegui LUR-110	Escarpas de 60-70 m y material suelto al pie del talud, fracturamiento planar con aberturas de 2 cm.	Puede afectar viviendas.
María Parado de Bellido LUR-112	Escarpas de 20-30 m con pendiente moderada a fuerte, presenta material suelto al pie del talud, se observa erosión esferoidal.	Puede afectar viviendas.
Cerro Conchitas LUR-121	Material suelto en ladera con bloques de 10 m aproximadamente, fracturamiento planar con aberturas de 5-10 cm. Viviendas construidas en antiguas caldas de roca.	Puede afectar viviendas.
Yanavilla/ Cerro Zorritos LUR-87	Material suelto al pie del talud, fracturamiento planar y diaclasamiento. Escarpas de 10-20 m.	Puede afectar viviendas y trocha
Cerro Arbolito LUR-89	Escarpas de 5-10 m y material suelto al pie del talud, se observan algunos derrumbes.	Puede afectar viviendas.
América / Cerro Mina LUR-91	Escarpas de 5-10 m con pendiente moderada a fuerte. Material suelto al pie del talud, se observan algunos pequeños derrumbes. Se presentan viviendas mal ubicadas, se observó también botaderos de basura.	Puede afectar viviendas.
Cerro Condoray SDCH – 79	Caída de rocas en ladera; bloques hasta de 10 m caídos en la ladera se observa casa aplastada por rocas.	Afectó una vivienda, con sismos fuertes podría reactivarse.
Cerro Jellopucro HCL-101	Material suelto en ladera. Escarpas entre 20 y 40 m. Por sectores se presentan cuñas y discontinuidades en las rocas, naturaleza del suelo; lluvias intensas, sismicidad; voladuras. Desquinchar bloques sueltos.	Afecta cuneta. En un tramo de 3 km a la altura del km 185,5-182,5 carretera Huancayo-Huancavelica.
Colonia Pampas TUP-99	Bloques sueltos <10 m caídos en ladera con vegetación pobre. En la parte alta afloramiento fracturado sin vegetación. Se recomienda reforestar.	Puede afectar viviendas del poblado de Colonia Pampas y terrenos de cultivo.
San Miguel TUP-20	Material suelto en ladera y pie del talud. Bloques menores de 8 m de diámetro.	Puede afectar viviendas que se encuentran en las faldas del afloramiento y terrenos de cultivo, altura del km 70 de la carretera Lunahuana-Yauyos.
Río Alauma - Cerro Patahuasi CNY-06	Bloques grandes de hasta 4 m de diámetro, sobre el cauce de la quebrada provenientes de los afloramientos de la parte superior, presencia de flujos de escombros.	Puede afectar trocha Izcuchaca-Laria en un tramo de 200 m, como también represar a la quebrada.
Cerro Jusco – Tongos HCY-99	Grandes bloques caídos sobre ladera, de hasta 4 m de diámetro, en la parte baja se ubica el pueblo de Tongos.	Puede afectar viviendas, terrenos de cultivo, postes de alumbrado público y carretera.
Cerro Llanahuayqu HCY-93	Escarpa con pendiente abrupta en talud superior de carretera km 25 +440, afloramiento de calizas con fracturamiento abierto y riesgo de caer.	Puede dañar carretera, viviendas y terrenos de pastizales.
Cayahuasi HRC-47	Bloques sobre ladera de afloramientos superiores ocasionan derrumbes de escombros, por sectores en un tramo de 200 m, en la margen derecha del río Mala.	Puede afectar carretera, viviendas y terrenos de cultivo.
Cerro Pajar HVC – 148	Escarpa de 5 a 10 m de altura, fragmentos caídos al pie del talud, se observan algunos bloques inestables que pueden originar algunos derrumbes.	Puede causar daños a trocha Lircay - Huancavelica a la altura del km 71, terrenos de cultivo y viviendas

Sector y Código Inventario	Características	Efectos
Huaribambilla HVC-52	Se observa material (bloques) sobre la ladera, provenientes de la parte superior.	Puede afectar a carretera afirmada Quishuas - Ayacucho en un tramo de 5 km, viviendas y terrenos de cultivo.
Sulcan HCY-46	Bloque sueltos sobre la ladera, de hasta 2 m, de diámetro, provenientes de la parte superior del afloramiento.	Puede afectar a terrenos de pastizales y de ocurrir un fuerte sismo podrían ser afectadas las casas ubicadas en la parte inferior de la ladera.
Esquina de Omas LUN-71	Bloques sueltos (menores a 5 m) y material proluvio-columbial suelto al pie de talud.	Afecta pastizales. En caso de lluvias excepcionales afectaría a viviendas en pie de ladera y a colegio.
Coaylo LUN-69	Bloques y fragmentos sueltos al pie de talud de afloramiento de granodiorita intensamente fracturado y moderadamente alterado. Por sectores se observan derrumbes y conos de canchales de pendiente inestable, cortados por la carretera.	Afectó tramo de 500m de carretera Esquina de Omas-Tauripampa. En caso de sismos y lluvias fuertes podría afectar viviendas aledañas.
Los Ficus LUR-80	Material suelto en ladera y al pie del talud. Bloques de hasta 1 m. Se producen derrumbes por sectores.	Puede afectar viviendas, centros de recreación campestre y carretera de acceso.
Izcuchaca PAM-71	Se observan grandes bloque sueltos sobre la ladera, provenientes del afloramiento de calizas de la parte superior.	Puede afectar a línea de tren y parte del poblado de Izcuchaca.
Lambrospampa PAM-78	Escarpa de fuerte pendiente, de 20 m de altura en afloramiento de filitas en talud superior de corte de carretera, bloques sueltos y material coluvial caído en ladera inferior. Fenómenos similares por sectores en un tramo de 1,3 km.	Puede dañar carretera Pampas - Salcabamba km 50 +700 al km 52, viviendas y terrenos de cultivo.
Tarapata PAM-80	Escarpas de 10 m de altura en corte de carretera en afloramiento muy alterado; con algunas fracturas abiertas que originan caída de bloques sobre carretera en un tramo de 100 m.	De ocurrir en gran escala puede generar derrumbes y causar daño a carretera, terrenos de cultivo y viviendas.
Tauribamba PAM-86	Escarpa de fuerte pendiente de 25 m de altura en afloramiento de roca volcánica en corte de carretera, muy fracturada y alterada, bloques caídos sobre carretera y talud inferior, presenta fracturas abiertas en un tramo de 200 m.	Afectaría carretera Salcabamba - Quishuar km 5 + 900, viviendas y terrenos de cultivo.
Cerro Sepulturayoc (km 2,9 carretera Acobambilla-Viñas CNY-35	Bloques menores a 2 m, sueltos y caídos en ladera de afloramiento de areniscas intercaladas con lutitas, que llegan hasta la carretera. Discontinuidades abiertas hasta 5 cm.	Afecta pastizales y tramo de carretera. Podría afectar a viviendas.
San Martín CNY-56	Escarpa de 10 a 20 m de altura, en afloramiento de areniscas en corte de carretera, con bloques suspendidos a punto de caer, origina caídas de rocas y pequeños derrumbes.	Afecta pastizales y tramo de 400 m de carretera, por sectores.
Sallalli AYA-55	Talud vertical de 80 m de alto, roca volcánica muy fracturada, precipitaciones pluviales periódicas, tránsito de vehículos pesados e incentivación sísmica provocan que caigan bloques y fragmentos de roca.	Afecta aproximadamente 120 m de la carretera Libertadores Huari, en el km 301 y podría ocasionar muertes.
Paccha C° Callaco AYA-145	Taludes verticales con disyunción columnar en ignimbritas que por incentivación sísmica pueden desprenderse y rodar por un talud de 45°.	Podría afectar algunas viviendas ubicadas en las laderas.
Cerros Liacta Raccay y Carnicero CU-120 y 121	Capas rojas con fracturamiento planar y en cuña, bloques inestables colgados. Pendiente media a fuerte (30-50°).	Tramo de carretera Cusco-Paucartambo por sectores (entre Caicay y Huancarani).
Frente a Hda. Mojón CU-80	Corte de carretera en volcánicos lávicos fracturados (F3), con pendiente abrupta (75°). Bloques de roca de hasta 1 m de diámetro.	Tramo de 1,2 km de carretera entre Huacarpay y Pisac.
Cerro Llamayoc CU-77	Afloramiento de areniscas, con fracturas verticales abiertas; bloques caídos de hasta 5 m de diámetro acumulados en ladera.	En la parte inferior se ubica caseríos de Pachipata y Huayllabamba.
Cerro Jatuncacca (Tilpin) TAM-45	Calizas fracturadas (F3) en ladera de 40-50° de pendiente; cascots y bloques mayores de 1 m de diámetro en ladera.	Compromete aproximadamente 25 viviendas del sector de Tilpin.
Puente Inca (Machu Picchu) MP-27	Fracturamiento subvertical en sustrato intrusivo que presenta una ladera escarpada (>70°); material acumulado en la parte inferior.	Sector de camino Inca y Puente Inca, cercano a la ciudadela de Machu Picchu.
Macusani-Ollaeschea, de la Carretera Transoceánica Asis-Itapari-Pto. Maldonado - Puno AYP-23	Fracturamiento en tobas en taludes de fuerte pendiente. Acumulaciones de bloques de roca sueltos en ladera, sismos y fuertes precipitaciones	Puede afectar e interrumpir tramo de aprox. 100 m de carretera.

Los principales ejemplos se describen en el Cuadro N° 6.4 y algunos de ellos se presentan en las Fotos N° 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33.

C) Aludes o avalanchas

Desprendimiento violento en un frente glaciar de una gran masa de nieve o hielo acompañado de fragmentos rocosos de diversos tamaños y material granular, originado por:

- Retroceso actual de un frente glaciar por variaciones climáticas importantes con cambios bruscos de temperatura.
- Pendiente pronunciada del lecho o substrato rocoso subyacente, donde avanza el glaciar.
- Fracturamientos profundos en el frente glaciar y/o rocas del basamento rocoso.
- Explosiones artificiales.
- Nevadas o granizadas de gran intensidad.

En el área de la Franja N° 3, se han reconocido algunos sectores con posibilidades de ocurrencia de aludes (Cuadro N° 6.5), pudiendo afectar áreas despobladas y también áreas pobladas y áreas de cultivo (Fotos N° 35, 36, 37, 38, 39, 40).

6.2.2 Vuelcos

Pocas ocurrencias de vuelcos («toppling») se encuentran en la Franja N° 3. Los ejemplos encontrados están asociados a vuelco de estratos de rocas sedimentarias con buzamientos favorables al talud, afectando tramos de carretera, tal como se describen en el Cuadro N° 6.6 y Foto N° 34).

6.2.3 Deslizamientos

Los deslizamientos cartografiados e inventariados varían en dimensión desde pocos metros, algunas decenas de metros, hasta centenas de metros de longitud, diferenciándose en tres formas principales:

- Masas o terrenos desplazados como una sola unidad de forma circular, convexa, agrietados en forma concéntrica, paralela y con agrietamientos transversales.
- Terrenos en forma escalonada, a lo largo de uno o varios planos de deslizamiento, con agrietamientos transversales y longitudinales.
- Relictos de depósitos cubiertos con vegetación y/o población, que evidencian remoción y/o donde el pie del deslizamiento modificó el cauce o represó un valle.

Cuadro N° 6.4
Derrumbes

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Vista Alegre CNY-37	Bloques menores a 2 m sueltos y caídos en ladera de afloramiento de areniscas intercaladas con lutitas. Escarpas de 15 m.	De ocurrir un sismo, afectaría a 20 viviendas y tramo de 2,5 Km. de la carretera Acobambilla-Viñas
AA.HH. San José/ Nueva Caledonia LMA-01	Material suelto en talud de ladera. Se observa acumulación de desmonte inestable y casas construidas con muros de cimentación sobre roca y material suelto.	Puede afectar viviendas y postes de alumbrado del A.A.H.H San José/ Nueva Caledonia.
Acantilados de la Costa Verde LMA-16, LMA-17, LMA-18	Escarpas de 10-15 m de altura con material suelto al pie del talud, se observan muros secos destruidos en parte y banqueteados por sectores. Antiguas erosiones en cárcavas. Necesita reforestación	Afecta autopista Costanera en un tramo de 300 m. Puede afectar viviendas.
	Escarpas de 20-30 m de altura con material suelto al pie del talud y en la pista. Cárcavas antiguas. Necesita reforestación.	Puede afectar viviendas e interrumpir autopista Costanera en tramo de 400 m.
	Escarpas de 20-25 m de altura con material suelto al pie del talud, se observan muros destruidos y casas de material rústicos en la parte alta. Antiguas erosiones en cárcavas. Necesita reforestación.	Puede afectar autopista y vivienda. Afecta a la Autopista Costanera en tramo de 300 m.
Huáscar LUR-78	Material suelto en cauce de la quebrada. Se observan muros de cimentación construidos en el mismo cauce, donde se han levantado viviendas.	Puede afectar viviendas del poblado de Huáscar.
Cerro Conchitas LUR-85	Material suelto al pie del talud, se observa vegetación cubriendo la ladera. Vivienda de material rústico sobre cimientos de material inestable.	Puede afectar viviendas.
A.H. Virgen de Lourdes LUR-86	Material suelto al pie del talud, se observa vegetación cubriendo la ladera. Viviendas de material rústico sobre cimientos de material inestable.	Puede afectar viviendas.
Pamplona LUR-92	Escarpas de 5 m y material suelto al pie del talud; se observan algunas caídas de rocas.	Puede afectar viviendas.
Pamplona LUR-93	Escarpas de 5-6 m y material suelto al pie del talud inestable; se observan algunas caídas de rocas.	Puede afectar viviendas.
A.H. Las Delicias de Villa LUR-98	Material de relleno suelto en ladera. Posibles derrumbes por desmonte y basura acumulada en la parte media de ladera.	Puede afectar viviendas.
Huaycán/ Horacio de Zevallos LUR-99	Escarpas de 5-6 m con material suelto al pie del talud, en algunos sectores presenta caída de rocas.	Afecta pastizales y camino de herradura
Río Occoro – Miraflores CNY-20	Escarpa de fuerte pendiente, hasta de 10 m de altura	De reactivarse podría represar al río y afectar al poblado de Miraflores.
Vista Alegre CNY-37	Bloques menores a 2 m sueltos y caídos en ladera de afloramiento de areniscas intercaladas con lutitas. Escarpas de 15 m de altura.	De ocurrir un sismo, afectaría a 20 viviendas y tramo de 2,5 km de la carretera Acobambilla Viñas.
Mollepampa CVR-130	Material suelto al pie del talud. Presenta erosión de laderas.	Afecta pastizales y terrenos de cultivo. Puede represar al río Chiris.
Cerro Chillapata (cerro Chuculla) TUP-94	Escarpas de 25 m de altura, pequeños derrumbes en laderas que alimentan a la quebrada. Derrumbe antiguo que puede afectar terrenos de cultivo y a algunas viviendas.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Ayari - margen izquierda del río Mantaro HVC-17	Escarpas de fuerte pendiente, de 15 a 30 m de altura, en la parte superior se aprecian bloques caídos en el talud, fracturas abiertas.	Puede afectar viviendas, carretera afirmada Quishuas - Ayacucho (400 m por sectores entre 50 y 100 m, también a terrenos de cultivo.
Accocucho PAM-125	Escarpas de fuerte pendiente de 4 m de altura en borde superior de derrumbe, en ladera de talud superior de carretera; intrusivo muy alterado, material coluvial, presencia de erosión en cárcavas se presenta en sectores de 15 a 20 m en un tramo de 500 m.	De reactivarse puede ocasionar daños a carretera Colcabamba - Ayacucho km 7 + 800 a km 8 +300, terrenos de cultivo y viviendas.
Tauribamba - C° Yactaoclo PAM-85	Escarpa de fuerte pendiente, de 20 m de altura en borde de ladera, con material coluvial caído al fondo de quebrada. Presencia de erosión en cárcavas. Tramo afectado de 200 m.	De ocurrir puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Agua de las Virgenes HCY-4	Escarpas en borde de terraza, ocasionadas por derrumbe, presencia de escombros al pie de talud.	Afectó algunas viviendas.
Cerro Zunimarca HCY-136	Escarpas de fuerte pendiente de 50 a 80 m de altura, material de escombros caídos al pie del talud. Ubicados en la margen izquierda del río Vilca.	Puede represar al río Vilca y ocasionar daños a la trocha Vilca- Huancayo en tramo de 500 m, como también afectar terrenos de cultivo.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Sojapata HVC-11	Escarpas de fuerte pendiente, material caído al pie del talud y material suelto en su escarpa, fracturamiento abierto, presencia de erosión en cárcavas.	De reactivarse podría ocasionar daños a la carretera y viviendas.
Villa de Arma/rfo Arma TAT-94	Escarpa de 80 – 100 m y material suelto al pie del talud	Afectó viviendas, canal de regadío, terrenos de cultivo, pastizales y puede represar al río Arma.
Tablachaca PAM-161	Filitas, presentan escarpas de fuerte pendiente, se observan placas de concreto con pernos de anclaje, que momentáneamente han estabilizado el derrumbe, se observa un muro de contención al pie de la ladera. Este derrumbe se originó por saturación de la roca al construirse la presa de Tablachaca.	De reactivarse podría afectar a la presa de Tablachaca.
Tablachaca PAM-162	Rocas metamórficas, filitas, con escarpas de fuerte pendiente, material coluvial suelto dentro del cuerpo del derrumbe.	De reactivarse podría afectar a la presa de Tablachaca.
Aguas de las Virgenes HCY-04	Escarpas en borde de terraza, ocasionadas por derrumbe, presencia de escombros al pie de talud.	Afectó algunas viviendas.
Casacancha AYA-16	Roca intrusiva muy fracturada del tipo granito, suelos arenociliosos rojizos con pendiente de laderas > 40°.	Daños a la carretera Libertadores en el km 290+800 en marzo de 2002.
Km 294-297 carretera Libertadores AYA-17	Roca intrusiva muy fracturada y alterada: granito rosado, taludes de corte inestables >30°, suelo arenoso con formación de surcos por donde se canaliza agua de precipitación.	Afecta 3 km de la vía Los Libertadores, siendo el sector más crítico el km 294 donde afecta 30 m de la vía.
Chacco AYA-29	Taludes inestables > 70° de inclinación y 30 – 40 m de alto, roca fracturada: ignimbrita y materiales	Afecta tramo de aproximadamente 500 m de la carretera Huamanga-Huanta.
Km 113 carretera Huamanga-Huanta AYA-31	volcanoclasticos: tobas y limolitas pueden caer con lluvias o incentivadas por sismos.	Afecta tramo de 400 m de la carretera Huamanga-Huanta en la margen derecha del río Occopa.
Pongora AYA-33		Afecta tramo de 200 m en el km 110+800 carretera Huamanga-Huanta.
Carretera Julcamarca-Huamanga Km 93+100 AYA-52	Taludes >70° inclinación contra talud natural, roca fracturada: areniscas, microconglomerados, limolitas rojizas, pendiente fuerte.	Afecta tramo de 200 m de la carretera Julcamarca-Huamanga en el km 93+100.
Carretera Carhuahuran-Ccano HUAN-25	Precipitaciones pluviales intensas, calizas y lutitas muy fracturadas, talud vertical.	provocan derrumbe que afecta tramo de aprox. 500 m de la carretera Carhuahuran-Ccano.
C° Secsinnic SM-4	Ladera inestable del talud superior de la carretera Río Blanco - Chullana. Derrumbe se produce en tramo de 800 m, de longitud.	Afecta tramo de 400 m, de la carretera Río Blanco - Chullana. Zona Crítica.
Río Blanco-Chullama SM-7	Taludes inestables en corte de carretera constituidos por materiales de terrazas aluviales de 20 m de alto.	Afecta tramo de 180 m, de la vía Río Blanco - Chullana.
Ccano SF-33	Intensas precipitaciones pluviales, talud inestable por corte de carretera.	El 10 julio de 2002 afectó el tramo de carretera Huamanga - San Francisco (carretera en desarrollo), tramo total aprox. 80 m, km 111.
Km. 97+750 Cusco-Santo Tomás CU-14	Zona de arranque irregular en capas gruesas de conglomerados y areniscas fuertemente fracturados (F3-F4), bloques inestables de roca de 2 a 2,5 m de diámetro en ladera de 60-70°. Compromete suelo y roca.	Comprende tramo de 300 m de longitud en talud de 20 m de altura.
Frente a Pillpinto CU-26	Derrumbe reciente con zona de arranque irregular a recta y material removido en ladera con bloques de 2-5 m de diámetro; areniscas y limolitas rojas meteorizadas con niveles de brechas. Pendiente de 60° parcialmente saturada.	Compromete 200 m de carretera Pillpinto-Acos (parte inferior) y desarrollo de carretera. Reactivación reciente en lado izquierdo con remoción de bloques de 10 m de diámetro.
Quiquijana CU-87	Derrumbes activos en lutitas pizarrosas muy fracturadas y alteradas. Pendiente de 60° a 80°.	Compromete 400 m de la carretera Cusco-Sicuani; se han colocado zanjas de coronación y también muro ciclópeo.
Km 11-12 desvío a Rondocán CU-100	Conglomerados, con corte de carretera entre 70 y 80°; filtraciones. Material coluvial gravoarenoso, con bloques de 0,5 a 1,5 m de diámetro.	Tramo de 400 m de carretera.
Km 24-31 Cusco-Yaurisque CU-101	Areniscas y conglomerados fracturados (cuñas) y algo alterados, con cortes en los taludes <60° de pendiente. Bloques de rocas de hasta 0,5 m de diámetro.	Derrumbes por sectores en taludes de 20-25 m de altura.
Pomate CU-162	Corte de carretera en Capas Rojas fracturadas y algo alteradas en ladera de 35-50° de pendiente.	Compromete dos desarrollos de carretera Cusco - Yaurisque.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Sector Carmen y Qda. Honda ABA-02 y 03	Derrumbes en taludes de corte subverticales, que involucra depósitos coluviales y substrato de lutitas y areniscas muy fracturadas, cuñas con bloques sueltos, inestables, y alterados. También ocurren desprendimiento de rocas. Zona Crítica.	Afectan tramos de 400 m y 2 km respectivamente en los kms 106, 112 y 113 de la carretera Cusco-Abancay.
Cerro Yorajcaballoyoc ABA-34	Ladera de 45° con cortes subverticales en el talud, en areniscas y calcarenitas con buzamiento a favor del talud, fracturadas y alteradas, depósitos coluviales.	Tramo de 300 m en trocha de carretera Uripipampa-Pichuica.
Uzcubamba, Quebrada Amparaqui, Matelluyoc URU-36, 37, 38 y 39, 40, 42	Derrumbes en ambas márgenes del río Huarcoondo, laderas con muy fuerte pendiente a abruptas (50 a >70°); presencia de yeso y calcita en capas rojas sujetas a despiome. Rocas fracturadas en lugares con fracturas abiertas y bloques de hasta 1 m de diámetro, meteorizadas. Zona Crítica.	Compromete 800 m de vía férrea y postes de línea eléctrica en Uzcubamba, 300 m de vía férrea en Amparaqui y 4 viviendas en Matelluyoc; 500 m, 300 m y 1 km de tramos de carretera entre Pachar y Huarcoondo
Km 30 Carretera Ollantaytambo-Abra Málaga URU-96	Derrumbes en ladera y taludes de corte fuerte a muy fuerte, pendiente 35-70°; sedimentario-volcánico. Proceso se inicia aparentemente como reptación y desencadena en derrumbes hacia cara libre.	Afecta dos desarrollos de carretera
Choncocoyoc TAM-33	Derrumbes en sustrato intrusivo (diorita) muy fracturado y algo alterado; ladera con 80° de pendiente. Clastos y bloques de hasta 1 m de diámetro.	Tramo de 1,5 km de carretera.
San Juan TAM-38	Intrusivo muy fracturado y alterado (F4 y A4), en ladera de 60° de pendiente; zona de arranque regular que involucra suelo residual.	80 m de carretera y otros derrumbes menores en este tramo entre San Juan y Cotabambas.
Chascahualla TAM-46	Dois zonas de arranque más o menos regular que involucra suelo y rocas en bloques de hasta 1,5 m de diámetro; roca muy fracturada (sedimentarios en contacto con intrusivo) y muy alterada. Pendiente de 50° en taludes de 60 m de alto.	Compromete 120 m de carretera, dos viviendas, postes de luz eléctrica y colegio.
Cerro Feroná (Km 87+500) TAM-58	Zona de derrumbes con arranques irregulares, talud de 120 m de altura con 60-65° de pendiente; depósito coluvial en substrato de granodiorita muy fracturada (F4) y alterada (A3). Se distingue derrumbe reciente en lado izquierdo.	Compromete 150 m de carretera en dos desarrollos.
Vía Santa Teresa-Santa María MP-14 y MP-26	Lutitas pizarrosas y pizarras fracturadas y alteradas; ladera de 35-60° de pendiente.	Afecta desarrollo (± 300 m en sector de Jatunpampa). En conjunto afecta aproximadamente 4,5 km de carretera Santa Teresa-Santa María, en la progresiva Km 28+900-29+200.
Km 115+900-116+900 Vía férrea Cusco-Machu Picchu MP-31 y 32	Zona de derrumbes en substrato rocoso, con caída de bloques de roca de gran dimensión (hasta 2,5 m de diámetro). Intrusivo fracturado con pendiente de ladera abrupta (>70°).	Afectó e interrumpió vía férrea por 7 días, una vivienda y terrenos de cultivo del sector de Incarpay.
Río Ocobamba QH-20	Lutitas pizarrosas y filitas fracturadas (F4), algo alteradas (A2); ladera mayor de 70°; corte de carretera en construcción.	Afecta tramo de 150 m de carretera en construcción.
Coopar (Entre Acos y Acomayo) CU-30	Tres zonas de derrumbes y también algunos deslizamientos pequeños en la margen derecha del río Acomayo; dinámica fluvial en ladera de 50-60°.	Trazo de canal en construcción en tramo de aprox. 1 km, pesa por zona de peligros. Compromete también terrenos de cultivo en la parte superior.
Quebrada Collpamayo CU-59	Substrato de capas rojas y suelo residual con zona de arranque de magnitud importante en quebrada afluente al río Cachimayo.	Derrumbe generó flujo de lodo que llegó hasta el río Acomayo.
Río Huasacmayo CU-78-119	Involucra bloques de roca de hasta 2 m de diámetro en ladera de 70° de pendiente; corte de carretera.	Tramo de 1 km en carretera Cusco-Paucartambo (entre Calcay y Huancarani).
Tramo Cuesta Blanca - Pte. Otorongo, Carretera Interoceánica Asis - Iñapari Pto. Maldonado - Puno MAS-29	Areniscas y limo arcillitas muy fracturadas y alteradas, con fuertes pendientes, abundante precipitación, corte en el talud natural para la construcción de la carretera.	Afecta la carretera en un tramo de 100 m.
Puente Inambari. Tramo Masuco - Pte. Inambari, de la Carretera Interoceánica Perú - Brasil MAS-60	Derrumbe y desprendimiento de rocas en substrato de areniscas, lutitas y limoarcillitas muy fracturadas, sub-horizontales alteradas, con pendiente abrupta, abundante precipitación, corte en el talud natural para la construcción de la carretera.	Puede afectar la carretera en un tramo de 50 m. Peligro para el tránsito vehicular.

Cuadro N° 6.5
Aludes

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Nevado Chichón URU-54	Se aprecian dos frentes de hielo agrietados, hacia la quebrada Chichón	Puede comprometer aguas abajo poblado de Urubamba.
Nevado Sullunco MP-083	Fuerte nevada; cambios de temperatura y retroceso del frente glaciar	Perdieron la vida 8 excursionistas argentinos; destruyó parte de Caminos del Inca. 22-01-96

Cuadro N° 6.6
Vuelcos

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Vuelco de Estratos		
Cerro Oquemajo PAM-112	Afloramientos de calizas con buzamiento en contra de pendiente de talud superior de carretera, formando escarpas de 10 a 15 m de altura con peligro de caída de rocas. Fracturas abiertas por sectores de 100 m a 150 m en tramo de 1 km.	De ocurrir vuelco podría dañar carretera Cobriza-Ayacucho y terrenos de cultivo.
Cerro Alto Cruz YAY-102	Buzamiento de rocas en contra la pendiente, se observan algunos bloques sueltos.	Puede afectar a trocha afirmada Yauyos - Huancaya en un tramo de 300 m.

Las escarpas muestran formas irregulares desde semicirculares hasta rectas, y saltos desde centímetros hasta varios metros. Su forma es desde abrupta hasta suave.

De acuerdo a su edad se les ha clasificado (Mc CALPIN, 1984), en:

- 1) Activos: record histórico < 140 años.
- 2) Inactivo-jóvenes: 140-5 000 años.
- 3) Inactivo-maduros: 5 000 a 10 000 años.
- 4) Inactivo-viejos: antiguo > 10 000 años.

Su origen está asociado a diversos factores, como:

- Rocas, suelos o ambos, de diferente naturaleza, con características desfavorables (fracturamiento, meteorización, inclusión de sales y sulfatos).
- Variación de las características hidrogeológicas y estructurales (sobresaturación, presión intersticial, cohesión, fracturamiento), que modifican las condiciones naturales, desencadenando su proceso.
- Áreas con índices de precipitación alta.

- Pendiente del terreno (desde laderas con fuerte pendiente, hasta zonas de suave pendiente).
- Actividad antrópica: modificación de taludes naturales, mal uso del recurso agua (riego), deforestación.
- Reactivación de antiguos deslizamientos.
- Actividad sísmica.

Se distinguen deslizamientos de tres tipos: rotacional, traslacional y planar. Las características de los principales deslizamientos se resumen en el Cuadro N° 6.7, y ejemplos de ellos se muestran en las Fotos N° 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52.

6.2.4 Flujos

Los movimientos de masas encontrados en la Franja N° 3 tipificados como flujos van desde extremadamente lentos hasta extremadamente violentos, existiendo cuatro tipos: reptación de suelos, huaycos, flujos de lodo y aluviones.

A) Huaycos

Su ocurrencia es muy frecuente en el área estudiada, se han inventariado 830 sectores con ocurrencia de huaycos (Cuadro N° 6.8) y se presentan algunos ejemplos en las Fotos N° 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62.

Los *huaycos periódicos y ocasionales*, ocurren en quebradas confinadas en laderas de valles intramontanos, quebradas afluentes de valles principales con amplias cuencas de recepción, quebradas de la Cordillera Oriental, donde se dan:

- Índices de pluviosidad estacional alta, periódica u ocasional.
- Otros factores como la erosión de laderas y relieves de moderada a fuerte pendiente favorecen el arrastre de sólidos de diferente tamaño.

Afectan caminos y carreteras, áreas de cultivo y áreas pobladas.

Los *huaycos excepcionales*, ocurren frecuentemente en terrenos de relieve más llano, quebradas de la vertiente occidental con pendientes moderadas a suaves que cortan pampas costaneras con:

- Áreas desprovistas de vegetación y gran acumulación de material removible en sus cuencas.
- Ocurrencia de lluvias excepcionales, no comunes, que generan el lavado y transporte de sedimentos en cauces amplios o quebradas secas afectando áreas de cultivo, carreteras de penetración y asentamientos poblacionales rurales, asentamientos mineros, chacras, etc.

Cuadro N° 6.7
Deslizamientos

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Jallalhuacra CNY-29	Escarpa circular de 10 m. Material suelto en ladera. Se recomienda reubicación de viviendas. Deslizamiento rotacional. Zona crítica.	Afecta viviendas ubicadas al pie de la ladera.
Chongos Alto HCY-166	El poblado de Chongos Alto está asentado en la base de un antiguo deslizamiento rotacional.	De reactivarse podría afectar al poblado.
Lircay - Margen derecha del río Mantaro HCY-08 Ticrapo CVR-92A	Deslizamiento rotacional. Se observan escarpas de fuerte pendiente, de 10 - 20 m de altura, se observa erosión en cárcavas que producen algunos pequeños flujos. Deslizamiento rotacional que podría represar a la quebrada Upragla. En la otra margen se aprecia otro deslizamiento. En la actualidad se encuentra estabilizado.	Podría afectar carretera Quishuas - Ayacucho en tramo de 200 m, como también viviendas de Lircay, e incrementar el cauce del río Mantaro. Afecto a terrenos de cultivo y pastoreo.
Valle Tangaspampa HCL-24	Corona de 30 m de largo con 5 m de desplazamiento (salto). Escarpas secunarias de 3 m. Se observan puquiales en partes bajas de ladera. Se recomienda canalizar agua de riego. Deslizamiento rotacional.	Puede afectar a viviendas del caserío de Tangaspampa. Se ha llevado terrenos de cultivo
Umaonga HVC-23	Se aprecia la corona de arranque, escarpas de fuerte pendiente de 20 a 30 m de altura, en el cuerpo del deslizamiento se aprecia erosión en cárcavas y algunos pequeños flujos. Deslizamiento rotacional.	De reactivarse puede represar al río Mantaro.
Río Quito Ama SDCH-35	Escarpas irregulares de 10 - 15 m, corona de 80 m de longitud, se observan algunos derrumbes.	Puede represar el río Quito Ama y carretera de acceso a Quito Ama.
Valle Tangaspampa HCL-24	Corona de 30 m de largo con 5 m de desplazamiento (salto). Escarpas secunarias de 3 m. Se observan puquiales en partes bajas de la ladera que generan filtración de agua. Se recomienda canalizar el agua de riego.	Puede afectar a viviendas del caserío de Tangaspampa, como también a pastizales.
Chongos Alto HCY-166A	El poblado de Chongos Alto está asentado en la base de un antiguo deslizamiento de tipo rotacional.	De reactivarse podría afectar al poblado.
Chilcapite HVC-157	Se observan deslizamientos antiguos al NO y SE del poblado de Chilcapite, ocurren en suelos y rocas. Presenta una corona de deslizamiento de 1 km con escarpas verticales semicirculares que varían entre 2 y 15 m. Se observa un sector del deslizamiento que se reactivó en setiembre de 1999 en el norte de Chilcapite, la corona de este nuevo deslizamiento tiene una longitud aproximada de 200 m, con escarpas semicirculares verticales de 10 a 15 m de altura. Los movimientos no son uniformes, algunos sufren mayor aceleración que otros. Se presentan también algunos derrumbes en el lado NE del poblado, que afectan terrenos de cultivo y camino de herradura.	En el año 2000 afectó a terrenos de cultivo, como medida preventiva se han rehubicado las casas cercanas al deslizamiento.
Santa Cruz de Bellavista PAM-40	Zona escarpada de fuerte pendiente de deslizamiento antiguo, derrumbes y flujos posteriores en la parte superior de deslizamiento antiguo reactivados por sectores. Escarpa principal de 30 a 40 m.	De reactivarse el deslizamiento mayor causaría daños a viviendas, terrenos de cultivo y carretera en un tramo de 300 m.
Ichunituma PAM-83	Deslizamiento rotacional. Escarpa circular de fuerte pendiente de 3 - 5 m de altura (zona de arranque), material suelto caído sobre talud superior y carretera, tramo de 50 m de la carretera Salcabamba - Avishuar.	De reactivarse podría afectar carretera, viviendas y terrenos de cultivo.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Colicapampa SDCH-39	Escarpa de 300 – 400 m, corona circular de longitud de 1,5 km, en los lados se observa erosión en cárcavas, surcos de 50 m.	De reactivarse podría afectar viviendas, como también puede represar el río Quito Arma.
Alis YAY-52A	Escarpa circular en la zona de corona de deslizamiento.	Afectó terrenos de cultivo. De reactivarse podría afectar carretera Alis-Cañete en tramo de 200 m y parte del poblado de Alis.
Quebrada Camicería HVC-128	Corona de arranque del deslizamiento con una escarpa de 10 m de altura, se observan otras escarpas.	De reactivarse afectaría terrenos de cultivo y pasizales, y también podría represar a la quebrada.
Cerro Cheche PAM-102	Escarpas de fuerte pendiente y alturas de 3 a 5 m en zonas de arranque, que afectan un sector de ladera en forma escalonada, material coluvial caído al pie de escarpas. Se observa erosión en cárcavas en zona adyacente.	De reactivarse podría dañar terrenos de cultivo y represar quebrada.
Margen izquierda del río Ichu – Mantana HVC-185	Escarpas en la zona de arranque de un antiguo deslizamiento que en la actualidad se está reactivando como derrumbe. Se observan algunos flujos.	Puede ocasionar daños a terrenos de cultivo y represar al río Ichu.
Aucampi LUN-76	Remociones en masa locales en forma escalonada con longitudes de 25 a 27 m. El cuerpo del deslizamiento tiene un ancho de 35 a 40 m. Grietas con desplazamientos horizontales; ancho de 0,2 – 0,4 y escarpas de 1,8 a 2,0 m. Se presentan asentamientos.	Afecta a terrenos de cultivo y puede afectar algunas viviendas del poblado de Aucampi.
Totos (entrada) PARA-16	Deslizamiento traslacional de aproximadamente 80 m de ancho, 60 m de alto y 120 m de longitud. Escarpa antigua de aproximadamente 100 m de longitud y menor a 1 m de alto. Saltos y agrietamientos en el cuerpo. Deslizamiento ocasionado por abundante agua de filtración.	Afecta terrenos de cultivo menores a 1 ha, tramo de la vía Huamanga – Totos (tramo de aproximadamente 180 m). Puede afectar viviendas del poblado de Totos.
Rancho AYA-5	Deslizamiento activo traslacional en materiales volcánico-sedimentarios tales como tobas y areniscas rojas con yeso. Se observa un ojo de agua en el cuerpo del deslizamiento.	Afecta la vía Libertadores-Huari en el km 322+300. En cada temporada de lluvias se producen asentamientos de la vía.
Sallali AYA-12	Deslizamiento activo traslacional en suelos arenosos rojizos, roca basamento granito, agrietamientos y escarpa de 60 m de longitud.	Afecta la vía Libertadores Huari en un tramo de 60 m en el km 307 + 600.
Arzona AYA-237	Deslizamiento activo traslacional producido por lluvias estacionales que saturan material arenoso rojizo. Roca basamento granito.	Afecta 120 m de la vía Libertadores-Huari, asentamiento de vía ocurrido en 2001 en el km 292+500, puede afectar viviendas y centro educativo
Orjopuquio AYA-238	Escarpa antigua de deslizamiento traslacional con salto de 7 m. Existen evidencias de reactivación, materiales volcánico-sedimentarios: areniscas, conglomerados y lavas. Taludes inestables humedecidos donde se producen caída de fragmentos pequeños de rocas y asentamientos en época de lluvias estacionales.	Afecta aprox. 150 m de la vía Libertadores Huari en el km 314 sector Orjopuquio. Cada temporada de lluvias bajan escorrentías y se producen asentamientos.
Cerro Antaccacca-Jaripo HPI-37	Zona inestable donde se producen deslizamientos en materiales arenosos rojizos	Afecta terrenos de cultivo
Cerro Rasuhuilca HPI-37	Ignimbritas poco soldadas de color ocre, fracturadas; filtración de aguas subterráneas; actividad sísmica; talud casi vertical.	Ante un movimiento sísmico puede afectar poblado de Yurajyaco.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Mollepata ABA-65	Deslizamiento antiguo reactivado en el cuerpo de un deslizamiento antiguo, escarpa produce la caída de suelos y roca hacia la margen derecha del río Apurímac. El deslizamiento antiguo tiene 500 m de longitud x 800 m de alto y varias escarpas escalonadas. Areniscas muy fracturadas y ligeramente meteorizadas, presencia de yeso abundante entre las capas, pendiente muy fuerte de 50-70°, morfología de laderas de valle fluvial, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial.	Puede embalsar al río Apurímac y afectar los baños termomedicinales.
Ollantaytambo, Vía férrea Cusco-Machu Picchu (río Huaracocho) LIBU-41 Vía férrea Cusco-Machu Picchu km 44+500- 45 +100. URU-48	Zona de deslizamientos en la margen izquierda del río Huaracocho, se observan varias escarpas en la ladera, hay asentamientos de suelos. Areniscas fracturadas, pendiente abrupta del talud de corte >70°, precipitaciones pluviales intensas, sismicidad. Areniscas y calizas con presencia de yeso interestratificado, pendiente muy fuerte de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas. Zona de deslizamiento en la margen izquierda del río Huaracocho, asentamientos de suelo que compromete la vía férrea.	Afecta unos 500 m de la vía férrea Cusco-Machu Picchu. Afecta la vía férrea, así como también a postes de transmisión eléctrica.
Cerro Panticasa URU-66	Lutitas pizarrosas y esquistos extremadamente fracturados y moderadamente meteorizados, suelo residual arcillo-gravoso con limos, pendiente de 35-50°, luvias intensas. Zona de arranque regular en el talud inferior con 70 m de longitud x 70 m de alto, salto principal de 40 m, ubicado en la margen izquierda del río Lares, se observa el cuerpo del deslizamiento en la parte inferior de carretera, grietas abiertas, represó el río Lares y su desembalse causó erosión en margen izquierda del río Lares. Deslizamiento traslacional. Zona en peligro.	Afecta 70 m de carretera que conduce de Lares a Quebrada.
Choquecancha-Lares-Calca URU-75	Sustrato de lutitas pizarrosas, esquistos, pendiente muy fuerte de 50-70°, rocas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Reactivación de un deslizamiento antiguo que presenta el terreno removido e inestable, asentamientos de suelos.	Afecta tramo de carretera, 6 viviendas y terrenos de pastizales.
Pongobamba-Ayasamachina-Chincheros-Cusco URU-82	Suelo residual de tipo "contay", sustrato rocoso conformado por capas rojas, pendiente muy baja de < 5°, filtraciones. Asentamiento de terrenos hacia la laguna ubicados en la orilla S y N de la laguna de Piuray, terrenos removidos e inestables, agrietamientos.	Está afectando terrenos de cultivo y produciendo alteraciones en las orillas de la laguna de Piuray.
Salinera de Cachi Racay-Maras-Urubamba URU-91 y URU-93	Capas Rojas con abundante yeso y calcita, extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, suelo residual constituido por gravas y arcillas en menores proporciones limos y gravas. Pendiente fuerte desde 35-50°, hasta 70°, precipitaciones pluviales intensas y filtraciones. Deslizamiento en la margen izquierda de la quebrada Salinera con saltos promedio de 5-10 m, asentamiento de terreno y colapso de las pozas de evaporación. Deslizamiento-derrumbe en la margen derecha de la quebrada Salinera, caída de suelos y bloques de hasta 10 m de diámetro en el talud inferior de la carretera de acceso a la salinera, bloques inestables, grietas abiertas en el talud superior. El trazo de carretera está hecho sobre el material caldo.	Afecta las pozas de evaporación de donde se extrae la sal y asimismo 300 m de carretera de acceso a las salineras.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Maucallacia SM-20	Deslizamiento de 120 m de ancho y 80 m de alto. Presenta saltos y agrietamientos en el terreno y una escarpa mayor de 2 m de alto.	Puede afectar viviendas. Afecta terrenos de cultivo menores a 1 ha, además puede afectar tramo de 30 m, de la carretera Chincheros - Huaccana.
Comun Pampa SM-21	Deslizamiento de 70 m de alto y 200 m de ancho que presenta una escarpa antigua de 40 - 10 m de alto, a su vez se observan saltos y agrietamientos en la parte baja de la escarpa, cuya longitud de ésta es de 300 m.	Afecta terrenos de cultivo menores a 2 ha, y algunas viviendas.
Cayara CHROS-84	Deslizamiento de 180 m de ancho y 100 m de alto. Presenta escarpa de 260 m de longitud y 30 m de alto. Saltos y agrietamientos en el cuerpo del deslizamiento.	Afecta terrenos de cultivo (> 1 ha) y tramo de 120 m de la carretera Chincheros-Cayara agrietamientos en 1990 afectaron viviendas
Huacatay ANDA-33	El fenómeno presenta una escarpa extensa y casi vertical; empieza con un deslizamiento y derrumbe para luego originar un huayco.	Afectó terrenos de cultivo y viviendas el 18/04/02 y 20 viviendas, terrenos de cultivo y 8 personas desaparecidas en enero de 2003.
Pacclac	Deslizamiento de aprox. 300 m de ancho y 60 m de alto. Presenta escarpas pequeñas (de poca longitud y altura). Saltos y agrietamientos.	Afecta terrenos de cultivo < 1ha, y tramo de aprox. 320 m de la carretera Huamanga-Huanta, donde hay agrietamientos extensos y asentamientos.
Rosario SF-45	Presencia de viviendas agrietadas y destruidas por asentamiento del suelo, carretera Huamanga - San Francisco localizada sobre la escarpa. Deslizamiento aprox. 120 m de corona y 30 m de escarpa.	Afecta 5 viviendas del poblado de Rosario, carretera San Francisco - Huamanga, y terrenos de cultivo situados en la parte baja.
Samoniato SF-66	Deslizamiento en talud superior e inferior de carretera provocan asentamientos en trocha carrozable, la corona tiene aproximadamente 100 m.	Afecta carretera Quimbiri - Palestina, en tramo de 300 m, km 21 y terrenos de cultivo.
Yauri LLOCHE-17	Lluvias estacionales, limolitas pizarrosas provocan asentamientos, se observa escarpa de aprox. 180 m de longitud y de 2 a 3 m de salto.	En el 2002 afectó 20 viviendas en el poblado de Yauri, actualmente continúan los asentamientos.
Deslizamiento de Ranracasa CU-04	Rocas volcánicas masivas, también volcanoclasticas, areniscas y limolitas interestratificadas con presencia de yeso, fracturamiento en las rocas, algo alteradas, precipitaciones pluviales intensas, abundante filtración de agua en la zona, sismicidad (?). Inadecuado sistema de riego, pendiente desde suave en el depósito (10°) hasta casi 90° en la zona de escarpa. Corona principal entre 35 y 50 m, depósito de flujo a lo largo de la quebrada en forma irregular-escalonada que llegó cerca del poblado de Yaurisque y probablemente afectó terrenos de cultivo. Actualmente se observa un reactivamiento en el cuerpo mediante grietas longitudinales y transversales. abundante filtración de agua en el cuerpo, debajo y sobre la carretera.	Afecta tramo de carretera Yaurisque-Paruro, el material deslizado afectó al poblado antiguo de Yaurisque, se tiene información de que pudo causar muerte de pobladores, así como también afectó terrenos de cultivo.
Que. Sumparasha CU-154	Capas rojas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, pendiente media (20-35°), lluvias intensas, filtraciones. Escarpa circular con salto principal de 40 m, saltos paralelos secundarios, asentamientos de terrenos hacia la quebrada.	Afectó una vivienda.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Cerro Lluomasca – Sector Cuyo -Lares-Calca-Cusco QH-41	Lutitas y esquistos extremadamente fracturados, suelo arcillogravoso con limos, precipitaciones intensas, sismicidad. Escarpas de deslizamientos antiguos en la parte alta del cerro en cuyo material asentado se ha hecho el trazo de carretera y se distinguen reactivaciones, una de las cuales tiene zona de arranque regular de 65 m de longitud x 30 m de alto, salto principal de 1,5 m y saltos secundarios paralelos discontinuos en el talud superior de la carretera.	Afecta tramo de 65 m de carretera.
Lares-Calca-Cusco CAL-17	Lutitas y esquistos, muy fracturados y ligeramente meteorizados, pendiente fuerte de 35-50°, lluvias copiosas. Deslizamiento-Flujó inactivo-joven de escarpa irregular ubicado en lo alto de la ladera, provocó el asentamiento de suelo y roca en la margen derecha del río Amparaes. Aparente reactivación en la parte inferior izquierda.	Puede afectar una vivienda construida en el cuerpo del deslizamiento.
Km 60-63 de la Carretera Amparaes-Quebrada. CAL-18	Sustrato rocoso de lutitas y esquistos, muy fracturados y ligeramente meteorizado (A2), pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas, sismicidad. Deslizamiento inactivo-joven ubicado en la margen izquierda cuyo material removido parece haber embalsado al río Amparaes. Se observan reactivaciones en el cuerpo, en los taludes superior e inferior de la carretera.	Afecta tramo de carretera y terrenos de cultivo.
Km 56 de la carretera Cusco-Paruro en el sector de Huayllhuayajo. CU-06	Rocas compuestas por areniscas conglomerádicas (capas rojas), suelo arenolimoso, rocas muy fracturadas (F3), de moderada a altamente meteorizada (A3-A4), filtración de agua, pendiente media del terreno de 30-35°. Escarpa principal de forma irregular a semicircular elongada de 85 m de longitud con salto de 2,5-3,0 m, grietas longitudinales y transversales de forma lineal y semicircular con profundidades máximas de 1-1,5 m.	Afecta 250 m de la carretera Cusco-Paruro a la altura del km 56.
Entre Cayramayo e Itunpampa. CU-10	Brechas volcánicas y calizas, suelo gravolimoso con menor % de arenas, bolones y bloques. Pendiente del terreno de 25-30°, lluvias intensas, filtraciones en el cuerpo del deslizamiento, corte de carretera que desestabilizó la ladera. Deslizamiento en el talud superior de trocha, escarpa circular de 50 m de longitud x 20 m de alto, salto principal de 1-1,5 m, saltos secundarios de 30 cm y agrietamientos paralelos.	Afecta 50 m de carretera y además compromete líneas de transmisión eléctrica.
Deslizamiento de Ninabamba CU-29	Capas de areniscas, conglomerados y lutitas interestratificadas, suelo arenolimoso con menor % de gravas, morfología de colina en la zona, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, talud de corte de carretera que produjo inestabilidad de la ladera, mal sistema de riego en los terrenos de cultivo. Escarpa circular de 80 m de longitud x 9 m de alto, salto principal de 1 m, asentamiento de terrenos de cultivo y de la carretera en unos 2 m respecto a su nivel inicial. En el talud inferior de la carretera se producen otros deslizamientos con zonas de arranque de 10-15 m de longitud y saltos de 1 m, además se evidencia una fuerte erosión fluvial en la margen izquierda.	Afecta 600 m de carretera, 5 viviendas, 10 hectáreas de terrenos de cultivo.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Complejo Arqueológico de Moray-Maras-Urubamba URU-95	Areniscas, limolitas, arcillitas, presencia de yeso y calcita en las rocas, muy fracturadas (A3) y moderadamente meteorizadas, suelo arcilloso y arenoso. Lluvias y filtraciones, pendiente muy fuerte de 50-70°. Unos 54 metros de andenerías de la ruinas de Moray se encuentran colapsadas a partir del 8º andén. El andén número 7 se encuentra hundido y el andén número 8 de la zona hundida está a la altura del andén número 7. El área afectada es de unos 54 m de longitud x 50 m de alto.	Afecta las andenerías del Complejo Arqueológico de Moray, que están siendo restauradas.
Sector Chacabamba URU-113	Deslizamiento en ladera con pendiente media (20-35°) de forma cóncava, que se inicia como reptación de suelos, en la margen derecha del río Colorado, cuyo material puede represar el río. Sustrato de capas rojas muy fracturadas y alteradas. Se distinguen de 3 a 4 zonas de arranque semicircular encima de trocha y debajo de ésta.	Compromete trocha carrozable (300 m), terrenos de cultivo, puede represar río y afectar aguas abajo.
Cerro Calvario - Coyllurqui-Cotabambas-Apurímac TAM-44	Sustrato con calizas y capas rojas, pendiente media de 20-35°, precipitaciones pluviales intensas y filtraciones. Deslizamiento inactivo-joven con zona de arranque circular de 80 m de longitud x 60 m de alto, salto principal de 15 m, escarpa y depósito ya estabilizado pero que produjo el asentamiento de suelos.	Si se reactiva podría afectar el poblado de Coyllurqui.
Cotabambas-Apurímac TAM-51	Suelo arenolimoso, pendiente media de 20-35°, filtraciones, colector de desagüe desfogó en la quebrada. Plataforma de la carretera deslizada, con corrimiento y agrietamientos circulares con 7 cm de abertura. Plataforma de carretera por colapsar, el agua de desagüe que desfogó por la quebrada humedece el suelo y socava el fondo originando este asentamiento de unos 15 m de longitud.	Afecta la carretera Cotabambas que conduce a Tambobamba, talud inferior, donde se ha construido una variante en la parte superior.
Complejo Arqueológico de Machu Picchu-Cusco MP-29	El sustrato está constituido por granitos y granodioritas muy fracturados y ligeramente meteorizadas, pendiente media de 20-35° hasta fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, sismicidad. Zona de arranque regular que provocó la caída de bloques de hasta 10 m de diámetro que afectaron la carretera de acceso a la ciudadela de Machu Picchu.	Afectó por lo menos 9 desarrollos de la carretera de acceso a la ciudadela de Machu Picchu.
Quebrada Chínche-Maranura-La Convención-Cusco QUI-33	Sustrato de areniscas y lutitas, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas. Zona de arranque circular ubicada en la parte alta del cerro, asentamiento de suelos hacia la cara libre en las laderas del C° Cachimayo.	Puede producir un flujo que podría afectar más de 10 viviendas.
Cerro Ichu - Yanatile - Calca-Cusco QH-08	Sustrato sedimentario, ladera en la margen izquierda del río Yanatile de pendiente fuerte (30-50°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Escarpa antigua que se encuentra reactivada, con salto principal > 10 m, saltos secundarios discontinuos, derrumbes en las partes bajas por erosión fluvial.	Afecta terrenos de cultivo y 2 viviendas.
Cerro Buenavista-Ocobamba - La Convención - Cusco QH-15	Sustrato conformado por lutitas pizarrosas muy fracturadas, pendiente del terreno muy fuerte de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas. Deslizamiento de escarpa circular ha producido el asentamiento de una parte de la ladera que llegó hasta la otra margen del río Ocobamba, salto principal de unos 100 m.	Puede producir el embalse del río Ocobamba.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Cachora ABA-20	Suelo limoarcilloso con menor % de gravas; calizas y capas rojas fragmentadas (F5) y completamente meteorizada (A4), zona de arranque circular de 40 m de longitud x 45 m de alto, salto de 2 m, asentamiento de suelos y bloques de roca hacia la carretera.	Afecta 2 desarrollos de carretera en unos 40 m.
Cerro Sondoruyoc ABA-43	Gneises completamente meteorizados, suelo arenogravoso, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas. Escarpa circular de 50 m de longitud x 30 m de alto y salto principal de 2.5-3 m.	Afecta 50 m de carretera y 2 viviendas. Casa en la parte alta de la escarpa actualmente deshabitada, plataforma de carretera y otra vivienda se encuentran agrietadas y por colapsar.
Janopampa-km 166+500-176 +500 carretera Cusco-Abancay ABA-59	Granitos, brechas, areniscas y lutitas muy fracturadas (F3), suelo arenogravoso con limo en menores porcentajes, pendiente fuerte de 35-50°. Escarpa regular de 80 m de alto x 500 m de longitud, compromete suelo y roca, pendiente del talud de corte de carretera de 50-65°, agrietamientos en la parte alta de la ladera.	Afecta 500 m de carretera y unos 200 m de tubería de agua.
Carretera Cusco-Paruro km 142 +500-km 144 +500 ABA-70	Suelo residual arcillolimoarenoso con gravas en menor proporción, capas rojas extremadamente fracturadas (F4) y altamente meteorizadas (A4), pendiente fuerte de 35-50°, lluvias intensas, filtración, corte de carretera que desestabilizó la ladera. Deslizamiento controlado por muro de concreto y canaletas de agua en el talud de corte, este canal está roto y desplazado pendiente abajo.	Afecta 100 m de carretera a través de 3 a 4 desarrollos, obstruye cuneta de la carretera, canal de agua en el talud de corte.
Sunchubamba, Paucartambo. Cusco. Margen izquierda del río Mapocho.	Se localiza en la margen izquierda del río Mapocho, laderas de fuerte pendiente en suelos deluviales. Presenta saltos de hasta 4 metros. Se puede acelerar con fuertes precipitaciones o sismos. Deslizamiento rotacional. Activo	En la actualidad afecta terrenos de cultivo, pero puede represar el río Mapocho y afectar al poblado de Sunchubamba, además de ocasionar fuertes daños aguas abajo.
CAL-14 Ccopata, Challabamba, Cusco. Margen izquierda del río Mapocho.	Laderas uniformes de fuerte pendiente, presencia de filtraciones. Se puede activar con sismos o fuertes precipitaciones en depósitos deluviales medianamente densos. Saltos verticales de hasta 3 m. Deslizamiento rotacional. Activo.	En la actualidad afecta terrenos de cultivo, pero puede represar el río Mapocho y ocasionar fuertes daños aguas abajo.
CAL-16 Quebrada Chusa, Challabamba, Cusco. Margen derecha de la quebrada Chusa.	Ladera de pendiente media en depósitos deluvio/coluviales, activado al construir la carretera. Se puede reactivar con sismos y fuertes precipitaciones. Se localizan saltos de hasta 2 m. Deslizamiento rotacional.	Puede afectar la carretera en un tramo de 200 metros.
CAL-17 Alpapucará, Challabamba, Cusco. Margen izquierda de la quebrada Chusa.	Laderas de fuerte pendiente en depósitos deluvio/coluviales, presencia de filtraciones, activo. Se puede reactivar con fuertes precipitaciones o sismos. Saltos verticales de hasta 1,5 m por encima de la carretera. Producto de la construcción de la carretera. Deslizamiento rotacional.	Puede afectar e interrumpir tramo de aprox. 250 m de carretera. Afecta terrenos de cultivo.
CAL-18 Carretera a Paucartambo. Cerro Colca, Cusco.	El corte del talud natural (ladera de fuerte pendiente en depósitos proluvio/coluviales) para la construcción de la carretera, ha provocado la inestabilidad. Se localizan saltos de hasta 3 metros. Deslizamiento rotacional.	Afecta la carretera en 200 metros.
CAL-43 Quebrada Mushuay, Paucartambo, Cuzco. Margen izquierda de la quebrada Mushuay.	Taludes naturales de fuerte pendiente, en suelos deluvio/coluviales medianamente consolidadas. Se puede reactivar con fuertes precipitaciones o sismos. Deslizamiento rotacional. Activo.	Afecta puente peatonal, camino de herradura y terrenos de cultivo.
CAL-49		

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Sector de Ichujata CU-38	Calizas y areniscas con presencia de abundante yeso entre las capas de roca, suelo arcilloso con menor proporción de gravas, pendiente abrupta (60°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Zona de deslizamientos con escarpas escalonadas, ladera con irregularidades, asentamientos hacia la carretera talud 200 m de longitud x 100 m de altura. El movimiento es lento y acelerado en épocas de lluvia.	Afecta unos 200 m de carretera.
Deslizamiento de Huamanchampa, río Cachona CU-45	Areniscas intercaladas con lutitas, muy fracturadas (A3), ligeramente meteorizadas (A2), suelo arenoso con menor proporción de limo, pendiente abrupta de 40°, precipitaciones pluviales intensas; deslizamiento, de tipo planar con zona de arranque regular de 180-200 m de alto x 350 m de longitud, salto principal de 10 m, material deslizado desde la margen izquierda que aprovechó planos de estratificación.	En enero de 1992 este deslizamiento sufrió un episodio de ruptura violenta que afectó el riachuelo de Ocopata durante 3 días, el desembalse ocasionó inundaciones y destrucción de algunas viviendas en la parte sur de la ciudad de Cusco.
Sector de Muñapata km 1029 + 900 CU-63	Suelo gravoso y limos en menor proporción, pendiente del terreno moderada (30°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, corte de carretera que desestabiliza la ladera. Escarpa de 90 m de longitud x 80 m de alto, salto de 1,8 m, grietas con 2 cm de abertura, asentamientos en el borde externo de la carretera de 1-1,5 m.	Afecta 100 m de carretera, 6-8 viviendas, unas 3 hectáreas de terrenos de cultivo así como también podría afectar el sistema de agua potable.
Urcos CU-64	Suelo gravoso, pendiente baja (10-20°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, mal sistema de riego. Asentamiento hacia la carretera, zona de arranque irregular de 100 m de longitud x 70 m de alto, grietas y saltos paralelos de 0,80 m.	Se ha cambiado el trazo original de la carretera y actualmente está siendo afectado 80 m de ésta, también afecta 1 vivienda y terrenos de cultivo.
Urcos CU-94	Suelo gravoarcilloso, pendiente 20-35°, precipitaciones pluviales intensas, talud de corte que desestabilizó ladera; lutitas pizarrosas extremadamente fracturada y ligeramente meteorizada. Escarpa irregular de 120 m de longitud x 25 m de alto, salto principal de 2 m, asentamientos hacia la carretera, saltos paralelos de 1 m.	Afecta 120 m de carretera.
Tapamiyoc CU-128	Lutitas pizarrosas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, suelo arcilloso con menor % de gravas, pendiente fuerte (35-50°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, sismicidad. Zona de deslizamientos en número de 4 en la ladera, escarpas irregulares, terreno removido (zona crítica), reactivación reciente y pasadas que han obligado a cambiar el trazo de la carretera.	Afecta la carretera en el km 25 +900.
Sector de Huayllachimpa Carretera Acomayo-Corna km 9 + 600 CU-142	Suelo constituido de arenas, limos y gravas, pendiente media (20-35°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, roca extremadamente fracturada (F4) y moderadamente meteorizada (A3). Escarpa irregular con saltos escalonados en el talud superior e inferior, terreno removido. Deslizamiento reactivado por los taludes de corte de carretera.	Afecta 150 m de carretera.
Laguna de Co rococha CU-146	Suelo gravoso con menor proporción de limo, capas rojas y calizas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, pendiente media (20-35°), lluvias fuertes, filtraciones. Escarpa irregular de 500 m de longitud x 40 m de alto, terreno removido. Asentamientos hacia la plataforma de la carretera.	Afecta 500 m de carretera.

Cuadros N° 6.8
Huaycos

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Amajaya/Quebrada Amajaya TAT-58	Material suelto en el cauce de la quebrada. Se observan derrumbes en la parte alta y baja que alimenta la quebrada.	Puede afectar a poblado de Anaiya, terrenos de cultivo y puente.
Quebrada Paracas SDCH-2	Material suelto en el cauce de quebrada tributaria del río Pisco, formando como aluvial. Se recomienda reubicar las viviendas.	Puede afectar a 2 viviendas construidas en el cauce de la quebrada y a carretera en tramo de 200 m.
Quebrada Santiago LUN-62	Material proluvio-aluvial (arena, limo, arcilla y grava) en cauce de quebrada tributaria al río Omas. En laderas contiguas surcos y cárcavas alimentan la quebrada.	Cambio curso de carretera de acceso a las minas El Muqui y Sta. María, en tramo de 500 m y afectó terrenos de cultivo. En caso de lluvias fuertes podría afectar viviendas aledañas al cauce.
Quebrada Gegoro HCY-136A	Se observa antiguo material de huayco en el lecho de la quebrada, se observa erosión fluvial y también unos pequeños deslizamientos que alimentan a la quebrada	Puede afectar al poblado de Moya, y a la trocha Moya - Huancayo en tramo de 50 m.
Achipampa- Barrio Sol Naciente HCY-36	Cono deyeectivo en cauce de la quebrada, con un ancho aproximado de 100 m, material suelto en su cauce (bolones, bloque, grava, arena y limo), fuentes precipitaciones pluviales. Puede activarse por presencia de lluvias	Puede ocasionar daños a terrenos de cultivo, viviendas y tramo de trocha carrozable San Juan de Jarpa -Yanacancha en 150 m.
Corral Quemado HRC-05	Material de flujo a lo largo de quebrada tributaria en la margen izquierda del río Mala.	Puede afectar la carretera a Viscas, viviendas y terrenos de cultivo.
Piedra Grande HRC-50	Huayco periódico. Material de flujo a lo largo de quebrada. Casas mal ubicadas en cauce de quebrada principal.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Quebrada Putuco -Lircay HVC-06	Huayco periódico. Cono del flujo, cortado por la carretera, se aprecian algunos bloques en la sección de corte (200 m).	De ocurrir en mayor intensidad podría destruir viviendas y puente de Lircay.
Pampablanca CVR-138	Antigua terraza fluvioaluvional en ambas márgenes del río Pisco. En la margen izquierda se encuentra la carretera a Ticrapo.	Afectó viviendas construidas cerca de la quebrada.
San Jerónimo CHC-01	Huayco excepcional. Material proluvioaluvial en cauce de quebrada tributaria del río Cañete. Se observan obras de canalización de flujos.	Afectaría terrenos de cultivo y viviendas.
Jelloquenco/Quebrada Angasmarca CVR-26	Huayco excepcional. Material suelto en el cauce de la quebrada, se observan pequeños derrumbes que alimentan a la quebrada.	Afecta viviendas y pastizales. Se observa también puente de concreto que puede ser afectado.
Santa Elena HVC-12	Huayco periódico. Material proveniente de la quebrada, formando cono, donde ha sido cortado por la carretera, se observa que está compuesto mayormente por gravilla.	De ocurrir nuevamente podría afectar carretera afirmada Quishuas-Ayacucho en tramo de 100 m, viviendas y terrenos de cultivo.
Motopata HVC-171	Material de flujo en cauce de la quebrada, se observan algunos pequeños derrumbes en la parte superior.	Afecta a trocha Acoria - Mariscal Cáceres, puente y terrenos de cultivo, como también puede afectar a viviendas mal ubicadas.
Quebrada Parocizo HVC-55	Huayco periódico. Se observa material de flujo en el cauce de la quebrada, como bloques, grava, arenas y lodo.	Pueden causar daños a carretera afirmada Paucarbamba - Chinchipe, en un tramo de 80 m, viviendas y terrenos de cultivo.
Quebrada Chalamayo PARA-7	Huayco periódico. Presenta quebrada de 4 a 8 m de ancho, abierta donde abunda material detrítico mediano a grueso (bloques de hasta 1 m de ancho).	Afectó a cinco viviendas (1997) y posta médica; así como tierras de cultivo y la escuela de San Jacinto.

Sector y Código de Inventario	Características Geológicas-Geodinámicas	Efectos
Carretera Cusco-Paucartambo, margen izquierda del río Mapocho. CAL-59	El corte del talud natural (ladera de fuerte pendiente en depósitos coluvio/deluviales) para la construcción de la carretera, ha provocado la inestabilidad. Se localizan saltos de hasta 2 metros. Se puede reactivar con sismos o fuertes precipitaciones. Deslizamiento rotacional.	Afecta la carretera en 320 metros.
Chompipata, Paucartambo, Cusco. Margen derecha del río Mapocho. CAL-60	Ladera natural de fuerte pendiente, en depósitos coluvio/deluviales. Posiblemente fue activado con la construcción de la trocha carrozable a Molleamarca. Activo, se puede acelerar con fuertes precipitaciones. Deslizamiento rotacional.	Afecta terrenos de cultivo y trocha carrozable a Molleamarca en tramo de 120 m. Puede represar el río Mapocho.
Centro Arqueológico de Pisac, Calca, Cusco. CAL-92	Areniscas, limolitas, limoarcillitas muy fracturadas, cubiertas por sectores, por depósitos coluviales y deluviales medianamente densos, filtraciones. Problema se acentuó con la construcción de la carretera al centro arqueológico. Se puede acelerar con fuertes precipitaciones o sismos. Deslizamiento rotacional. Activo.	Afecta la carretera en 325 metros. El deslizamiento puede comprometer un sector del centro arqueológico.
Confluencia de la quebrada Pailijachullo con el río Lajamayu. Río Chimboya. Corani. Puno. COR-20	Margen derecha del río Chimboya. Depósitos glaciares inconsolidados, filtraciones, pendiente media, fuertes precipitaciones. Basamento rocoso muy fracturado. Deslizamiento rotacional, reptación de suelos. Activo.	Afecta paisaje, pastos naturales, puede represar el río.
Confluencia de la quebrada Pailijachullo con el río Lajamayu. Frente a Pailicapampa. Corani. COR-21	Margen derecha de la quebrada Pailijachullo. Depósitos glaciares inconsolidados, filtraciones, pendiente media, fuertes precipitaciones. Basamento rocoso muy fracturado. Deslizamiento rotacional. Activo.	Afecta paisaje, pastos naturales, puede represar el río.
Jatunsenca. Tramo Marcapata - Ocoangate, de la Carretera Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Cusco. COR-46	Rocas metamórficas muy fracturadas y alteradas, corte de carretera, fuertes precipitaciones, fuerte pendiente. Se observan saltos de hasta 3 m. Deslizamiento rotacional. Activo. Zona crítica.	Afecta carretera en tramo de 200 m.
Huatamarca. Margen derecha de la quebrada Esquena. Coasa. Puno. ESQ-5	Deslizamiento antiguo reactivado por sectores. Deslizamiento comprende rocas metamórficas muy alteradas con buzamientos favorables a la pendiente y suelos coluvio / deluviales medianamente densos. La inestabilidad es favorecida por las fuertes precipitaciones y la pendiente del terreno. Deslizamiento rotacional.	Problemas en terrenos de cultivo y ruinas pre incaicas: Chulpas de Huatamarca. Puede represar la quebrada Esquena.
Quebrada Loromayo. Tramo Pte. Inambari-Masuco, de la Carretera Interoceánica Brasil - Perú. MAS-55	Areniscas, limolitas, limoarcillitas muy fracturadas, cubiertas, por sectores, con depósitos deluviales medianamente densos, filtraciones. Problema se acentuó con la construcción de la carretera. Se puede acelerar con fuertes precipitaciones o sismos. Deslizamiento rotacional. Activo.	Puede afectar 50 m de carretera y los anclajes de la margen derecha del puente sobre el río Loromayo.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Quebrada Pacoquia CVR-48	Huayco excepcional. Cono aluvial cortando carretera y en el lecho de la quebrada tributaria del río Santa Ana. Necesita puente.	Destruyó en varios sectores caminos carrozables en un tramo de 50 m.
Casalita CHC-02	Material proluvioaluvial (grava, arena, limo, etc.) en cauce de quebrada tributaria del río Cañete.	Puede afectar granjas ubicadas en las cercanías.
Quebrada La Polvadera - Pta Auguix. GDL-37	Huayco excepcional. Material suelto en el cauce de quebrada tributaria del río Pisco en la margen izquierda del mismo.	Puede afectar terrenos de cultivo y torres de alta tensión en el km 40,5
Quebrada La Yesera/San José de los Molinos GDL-57	Huayco excepcional. Se observa defensa ribereña (enrocado), ancho del cauce 30 m.	Puede afectar pueblo San José de los Molinos.
Quebrada Rosa María LUN-56	Material proluvioaluvial (arena, arcilla, bloques, limo, etc.) cubriendo plataformas de ex-campamento minero ubicado en el cauce de la quebrada. Relaves (material limoarcilloso) en el mismo cauce.	Destruyó antigua carretera (10 km) de acceso a la mina Rosa María, que pasaba por la quebrada. Relaves ubicados en el cauce son arrastrados por la quebrada, contaminando al río Omas.
Huaycán/ Santa Rosa-Alamos/ Zona "Z" LUR-103	Huayco excepcional. Material suelto en el cauce de la quebrada, se observan derrumbes y caídas de rocas que alimentan a la quebrada, en caso de lluvias excepcionales pueden ocasionar desastres de considerable magnitud.	Puede afectar viviendas.
Cochahuayco LUR-29	Huayco excepcional. Material suelto en el cauce de la quebrada, se observan terrazas cortadas con escarpas de 3-4 m, necesita limpieza del cauce. A un 1 km, se presenta otro huayco en la margen izquierda del río Lurín.	Afectó viviendas, terrenos de cultivo y carretera en la margen derecha.
Quebrada La capilla / Chillaco Chico LUR-45	Huayco excepcional. Material suelto en el cauce de la quebrada, se observa terraza cortada con escarpa de 5-10 m, en la margen derecha se observa erosión de laderas.	Afectó terrenos de cultivo y puede afectar viviendas. Carretera Cieneguilla-Huarochiri en un tramo de 400 m.
Quebrada Huaylanca TUP-73	Material suelto en el cauce de la quebrada. En la parte superior de la quebrada se presentan derrumbes que alimentan a la quebrada. Se recomienda reubicación de viviendas y colegio. Huayco excepcional. Se observan gaviones a lo largo de la quebrada, cercanos al colegio de Tana.	Afecta carretera a unos 22,3 km del desvío de la carretera Catahuasi-Hongos. Destruyó colegio de Tana (primaria y secundaria), cancha deportiva en el año 1997.
Santo Domingo (km 115+800)Huamanga-Quinua) AYA-28	Huaycos periódicos en esta quebrada. Precipitaciones pluviales estacionales inciden sobre materiales porosos y deleznable: tobas, limolitas y conglomerados, pendiente > a 5°.	Afecta carretera, alcantarilla se obstruye, formándose un pequeño represamiento que es rebasado y destruye la carretera en cada temporada de lluvias.
San Miguel de Huamanga AYA-30	Precipitaciones pluviales intensas inciden sobre colinas de naturaleza volcánica sedimentaria: tobas, cenizas, areniscas y limolitas que son susceptibles a erosionarse fácilmente por la lluvia. En su cuenca de recepción existe un intenso proceso de erosión de laderas que forman cárcavas cuya confluencia aguas abajo causa un huayco periódico.	Afecta carretera Huamanga-Huanta en cada temporada de lluvias, el material se desborda por no encontrar pase por obstruirse la alcantarilla debido al excesivo aporte.
Trigopampa AYA-38		Huayco pasó por la losa deportiva y afectó algunas viviendas y terrenos de cultivo en marzo del 2002.
Santa Catalina AYA-43		Afecta la carretera afirmada Huamanga-Julcamarca en el km 99 + 200 e invade terrenos de cultivo.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Quebrada Cachuy TUP-141	Huayco excepcional. Material suelto en cauce de quebrada alimentado por erosión de laderas en ambas márgenes de la quebrada.	Puede afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Copite LUN-08	Cono deyectivo en borde de ladera, margen izquierda del río Mala.	Puede causar daños a carretera, viviendas y terrenos de cultivo.
Campanahuasi LUN-10	Bloques en el cauce de quebrada.	Afecta carretera Cafete-Yauyos (km 60,9), viviendas y terrenos de cultivo.
Chilca-A.H. El Bosque MAL-09	Material de flujo de lodo en cauce del río Chilca cerca de su desembocadura. Inundación fue causada por alcantarilla cubierta parcialmente con lodo.	En 1988 fueron afectadas 100 familias y hubieron 800 damnificados del A.H. El Bosque.
La Capilla LUN-01	Material proluviocoluvial (principalmente grava) en la parte baja de la quebrada tributaria del río Mala.	Afectaría terrenos de cultivo y viviendas.
Quebrada Tate - Huacoto HVC-31	Huayco periódico. Material de flujo en la quebrada, se observa un badén (de insuficiente medida). Casi a un kilómetro en ambas márgenes hay derrumbes que alimentan a esta quebrada. Sería recomendable la reubicación del poblado.	En caso de cambiar el curso de agua de la quebrada, afectaría poblado de Huacoto.
Chongos bajo HCY-89	Material de flujo en quebrada que corta carretera, en la parte superior de la quebrada se presentan escarpas, erosión en cárcavas y antiguos derrumbes que alimentan a la quebrada.	Puede causar daños a viviendas y terrenos de cultivo.
Santa Cruz de Eycuitana HCY-76	Material de flujo en quebrada que corta carretera. En la parte superior presenta escarpas y cárcavas de erosión de antiguos derrumbes, como deyectivo en ple de ladera cortado por carretera.	Puede afectar a viviendas, terrenos de cultivo, carretera y postes de alumbrado público.
Quebrada Paracas SDCH-2	Material suelto en cauce de quebrada tributaria del río Pisco, formando como aluvial. Se recomienda reubicar viviendas.	Puede afectar a 2 viviendas construidas en el cauce de la quebrada y a carretera en tramo de 200 m.
Cruz de Laya HRC-192	Material suelto en el cauce de la quebrada, en la parte alta se observan pequeñas caídas de rocas y derrumbes en la margen derecha que alimentan a la quebrada e inundaciones en ambas márgenes. Huayco periódico.	Puede afectar viviendas. Se observa badén destruido y puente peatonal de concreto. Necesita limpiar el cauce de la quebrada.
Río Astobamba HVC-47	Material de flujo en el lecho de la quebrada, conformado por bloques, quebrada alimentada por pequeños derrumbes que se producen en la parte superior.	Puede represar al río Mantiaro y afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Quebrada Anhuaycco/Pati-Choto TAT-64	Material suelto en el cauce de quebrada tributaria, formando como aluvial de 50 m de radio, que alimenta al río Tantar. Antiguo huayco represó al río y destruyó viviendas.	5 viviendas destruidas y pastizales arrasados.
Pocayac PAM-124	Material de flujo a lo largo de quebrada en formación, se aprecia algunos derrumbes en parte superior y erosión en cárcavas muy pronunciadas.	De ocurrir nuevamente podría ocasionar daños a carretera, terrenos de cultivo y viviendas.
Quebrada Paica PAM-82	Bloques grandes de hasta 1 m de diámetro a lo largo de cauce de río y quebrada tralcos en época de avenida. Quebrada adyacente al pueblo de Paica, también produce inundación. Pueblo mal ubicado está entre dos quebradas.	De ocurrir podría causar daños a viviendas, terrenos de cultivo, se recomienda encausar río con defensa ribereña.
Quebrada Tupe TUP-121	Huayco excepcional. Material suelto en quebrada llega hasta la carretera.	Puede afectar viviendas del poblado de El Monte. Altura del km 81 carretera Cafete-Yauyos en tramo de 1 km.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Cochapampa-Paruro-Cusco CU-20	Pendiente de la quebrada de 5°, erosión de laderas, precipitaciones pluviales intensas, acumulación de desmonte en la parte alta de la quebrada, proveniente de la construcción de la carretera a Misca. Erosión de laderas y derrumbes en las márgenes de la quebrada que arrastran material con las lluvias en forma de huaycos.	Afecta la carretera Paruro-Accha en el km 3 + 650.
Araypallpa-Colcha-Paruro-Cusco CU-23	Granodioritas altamente meteorizadas, precipitaciones pluviales intensas, cortes artificiales, arroyo de desmonte a las quebradas. Huaycos en 3 chorreras que acarrear materiales producto de la alteración de la roca intrusiva y arroyo de material a la quebrada por construcción de carretera.	Afecta la carretera Accha-Paruro en el km 17 + 800, viviendas y terrenos de cultivo.
Cerro Ipullay - Pifipampa Andahuayllillas-Cusco CU-60	Suelo gravoarenoso, precipitaciones pluviales intensas. Huayco que arrastra material anguloso, el flujo llegó hasta la carretera dejando un depósito ha manera de cono, hay erosión de laderas que aporta material a la quebrada.	Afecta 50 m de carretera, de 10-15 viviendas, postes de transmisión eléctrica.
Ccatca-Cusco-Confluencia de las Quebradas Yaramayo y Tajarahuayco CU-70	Suelo gravoarenoso, pendiente de la quebrada muy baja de 2°, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial. Los afluentes del río Ccatca arrastran materiales a manera de huayco.	Afecta la trocha Ccatca-Ocogate en tramo de 50 m y 2 viviendas.
Urcos-Cusco CU-137	Pendiente del terreno media de 20-35°, erosión de laderas, precipitaciones pluviales intensas, excepcionales. Peligro por huayco en la quebrada Cancha Uran, por no tener desfogue hacia la laguna de Urcos, en su cauce se ha construido un campo recreativo y se está construyendo un muro de rocas para darle protección.	Podría afectar poblado de Urcos, terrenos de cultivo, campo recreativo.
Urpay-Huaro-Urcos-Cusco CU-164	Huayco que depositó material en su cauce compuesto de clastos y bloques de 1-1,5 cm de diámetro, el flujo de agua está produciendo erosión en la margen derecha y ha ocasionado un socavamiento de la base del estribo del puente en la margen derecha. Pendiente del terreno fuerte de 35-50°, suelo gravoarenoso. El huayco se produce en la confluencia de las quebradas Rutumpampa y Arahua.	Afecta puente de tránsito vehicular.
Huaro-Urpay-Urcos-Cusco CU-165	Huayco en la quebrada Cchancamayo que acarrea bloques de 2-3 m de diámetro además de clastos que son dejados a lo largo de ambas márgenes, el huayco ha roto el muro de protección ubicado en la margen derecha, el cauce del río se encuentra colmatado de material. Pendiente del terreno fuerte de 35-50°, suelo gravoarenoso, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Afecta puente y poblado de Cchanca.
Carmen-Curahuaasi-Abancay ABA-01	Huayco que baja por una quebrada de forma encañonada de unos 2,5 - 3 m, arrastra cantos subredondeados de hasta 2 m de diámetro, este huayco ha destruido el asfalto de la carretera. Precipitaciones pluviales intensas. Se observa un flujo antiguo de unos 100 m de ancho que desvió el cauce del río Apurímac hacia la margen derecha donde actualmente está erosionando.	Afecta 80 m de carretera y 2 viviendas.
Limatambo km 79 + 950 Carretera Cusco-Abancay URU-05	Suelo gravoarenoso, pendiente del terreno muy baja de 5°, precipitaciones pluviales intensas. Huayco en la quebrada Qeshuahuayjo, deposita materiales predominantemente <15 cm de diámetro subredondeados.	Afecta 20 m de carretera, y 4 viviendas.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Ccayapachi AYA-46	Colinas de materiales sedimentarios como areniscas y microconglomerados rojizos en contacto con el agua forman torrenteras que traen material fragmentario y bloques de roca.	La quebrada Ancaypayo, origina huayco que interrumpe la carretera a Julcamarca en cada temporada de lluvias estacionales
Carretera Huamanga-Julcamarca km 92 AYA-53	Fuerzas precipitaciones pluviales forman torrenteras que bajan de zonas con morfología de lomadas constituidas por rocas volcánicas tipo toba y limoarcillitas	Quebrada Pajayhuayco afecta terrenos de cultivo e interrumpe el tránsito vehicular.
Santa Bárbara AYA-89	Fuerzas precipitaciones pluviales, abundante material suelto en las cabeceras y en el cauce, agua de escorrentía, pendiente.	Daño a la vía Huamanga-Matará en el km 11.
NifunIQUE AYA-90	Fuerzas precipitaciones pluviales, abundante material suelto en las cabeceras y en el cauce, agua de escorrentía, pendiente.	Daño a la vía Huamanga-Tambillo en el km 8+800, posee badén.
Cangallo-quebrada Tenería HPI-3	Precipitaciones pluviales intensas saturan material en laderas inestables constituidas por arenas rojizas que proveen material a la quebrada Parahuana Huayco	En 1998 y 1999 sobrepasó puente y afectó colegio y viviendas.
Unya HPI-17	Precipitaciones pluviales intensas saturan material en laderas inestables constituidas por arenas rojizas que proveen material a la quebrada Parahuana Huayco	Afecta terrenos de cultivo y viviendas de Unya
Quebrada Supay Huaylo CHROS-54	Quebrada de 5 - 8 m de ancho, profunda; en el cauce de la quebrada se distingue material detrítico suelto.	Afecta a la carretera Pomatambo - Huaccaña, terrenos de cultivo y pastizales.
Sañocc CHROS-72	Precipitaciones pluviales y abundante material suelto	Huayco afecta al poblado de Sañocc (2001/02) y un tramo de la vía en construcción Sañocc - Corcancha.
Santa María de Chicmo ANDA-58	Precipitaciones pluviales intensas originan huayco en la quebrada Tenería. Huayco de 4 - 6 m, de ancho.	Afecta terrenos de cultivo, reservorio de agua del sector Mayuni. Puede afectar la carretera Andahuaylas - Uripa y viviendas.
Chincheros CHROS-113	Quebrada Anaoncho de 1 - 3 m, de ancho, caudal aprox. de 4 - 6 l/s, alta pendiente.	Afectó viviendas (2). Afecta terrenos de cultivo < 0,5 ha, produce inundación en el poblado de Chincheros (plaza y viviendas).
Quebrada Honda - Curahuasi- Abancay ABA-04	Pendiente de la quebrada suave (3°), suelo gravoarenoso, precipitaciones estacionales abundante; erosión y derrumbes en su cabecera, materiales inestables removidos por el agua de lluvia. Huayco ha depositado material reciente sobre un flujo antiguo, arrasó bloques de hasta 4 m de diámetro, lodo y clastos, ancho de cauce de 65 m. El depósito de flujo reciente tiene una altura de 3 m, se distingue la presencia de flujos antiguos de mayor magnitud que desembocan al río Apurímac. Zona Crítica.	Afecta periódicamente 80 m de carretera Cusco-Abancay
Quebrada Jello Jello Curahuasi-Cusco ABA-06	Sustrato de areniscas, lutitas, fragmentadas y moderadamente meteorizadas (A3), pendiente abrupta de 75°, presencia de yeso en las rocas, sismicidad, cortes en el talud. Huayco alimentado por derrumbes existentes en sus márgenes, material saturado en cauce con bloques de hasta 6 m de diámetro que obstruyen su cauce y en un periodo de lluvias estacionales. Zona Crítica.	Afecta 500 m de la carretera Abancay-Cusco.
Km 96 + 750 carretera Cusco - Santo Tomás - Paruro- Cusco CU-15	Sustrato de areniscas y conglomerados, pendiente fuerte de quebrada (45°), precipitaciones pluviales intensas, caída de rocas. Huayco que depositó materiales de tamaños predominantes de 20-50 cm de diámetro (60%), > 50 cm en un 10% y < 20 cm en un 30%.	Afecta carretera en tramo de 50 m.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Cancha Cancha HPI-28	Quebrada de 6 m de ancho con material detrítico mediano, la quebrada trae aproximadamente 6-10 l/s de agua. Huayco excepcional. El cauce de la quebrada ha sido cerrado con muro de piedra y barro.	Puede afectar pueblo.
Laguna Pacoccocha ANDA-8	Desborde de la laguna Pacoccocha producto de la construcción de una presa artesanal de piedra y barro.	Ocasionó un huayco en el río Chumbeo en abril del 2002 y podría originar aluvión que afectaría Andahuaylas y San Jerónimo.
Laguna Pampacocha HUAN-4	Presenta una quebrada de 6 - 13 m de ancho, donde abunda material detrítico grueso (bloques de hasta 2,5 m de diámetro). Caudal 0,5 m ³ /s, aumentando en temporada de lluvia.	Afecta tramo de aproximadamente 30 m de la carretera Huamanga-Pampacocha y puede desencadenar un aluvión que podría afectar a la ciudad de Huanta.
Luricocha HUAN-38	Quebrada de 4-12 m de ancho, profundidad > 8 m, abunda material detrítico fino (grava, arena).	Afecta tramo de aproximadamente 20 m de la carretera Luricocha-Tincoy.
Huanchoy HUAN-75		Puede afectar tramo de aproximadamente 50 m de la carretera Huanta-Huancayo.
Quebrada Sierra Bella - Caicay Cusco CU-82	Suelo gravoso, pendiente de la quebrada baja de 5-10°, precipitaciones pluviales intensas ocasionales a excepcionales. Huayco que descendió de la quebrada Sierra Bella y arrojando lodo, bloques, bolones de hasta 4 m de diámetro, este caudal fue excepcionalmente alto y colmado el cauce desbordándose y depositando lodo en los terrenos de cultivo en ambas márgenes.	Afectó 4 desarrollos de carretera, 4 viviendas y terrenos de cultivo.
Huayco de Paullo Ayllu CAL-134	Gran masa de lodo y piedras, tras lluvias excepcionales en noviembre del año 2002.	Sepultó poblado de Paullo Ayllu, inundando 32 viviendas afectando 40 y dejando 80 familias damnificadas.
Quebrada Chahuana. Tramo Macusani - Ollaheca, de la Carretera Interoceánica Asis - Iñapari - Pto. Maldonado - Puno. AYP-32	Quebrada de fuerte pendiente, con lagunas en rosano, baja directamente del nevado Aullin Japac (5 805 m), abundante material suelto en la quebrada, derrumbes. Zona crítica por huaycos. En las condiciones actuales la posibilidad de producirse un aluvión es remota.	Puede interrumpir la carretera en tramo de 100 m, puente.
Bocatoma de la Central Hidroeléctrica de San Gabán. Carabaya. Puno AYP-36	Fuentes precipitaciones (Fenómeno El Niño), pueden provocar la reactivación de la quebrada Supay Huayjo, Evidencias de reactivaciones pasadas, abundante material suelto en las cabeceras de la cuenca, fuerte pendiente.	Puede ocasionar daños a las obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica.
Bocatoma de la Central Hidroeléctrica de San Gabán. Carabaya. Puno AYP-37	Fuentes precipitaciones (Fenómeno El Niño) pueden provocar la reactivación de la quebrada Lipouno. Evidencias de reactivaciones pasadas, abundante material suelto en las cabeceras de la cuenca, fuerte pendiente.	Puede ocasionar daños a las obras de cabecera de la Central Hidroeléctrica.
Tunquini. Patio de Llaves de la Central Hidroeléctrica de San Gabán. Carabaya. Puno AYP-54	Huayco y desprendimiento de rocas. Fuertes precipitaciones (Fenómeno El Niño) pueden provocar la reactivación de la quebrada Tunquini. Evidencias de reactivaciones pasadas, abundante material suelto en la ladera sobre las instalaciones, fuerte pendiente, sismos.	Puede afectar el patio de llaves de central hidroeléctrica.
Chile Chile. Tramo Quincemil - Marcapata, de la Carretera Interoceánica Asis - Iñapari - Puerto. Maldonado - Cusco COR-41	Derrumbes en su cuenca media y alta, abundante material suelto en la quebrada. Fuertes precipitaciones (Fenómeno El Niño), filtraciones. Zona crítica.	Afectó en 1998 al poblado de Chile Chile, se reactivó también en el 2001 y 2002. Afecta, aproximadamente 300 m de carretera y terrenos de cultivo.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Quebrada Pacaymayo - Via férrea Machu Picchu-Cusco URU-13	Suelo gravoarenoso, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas, excepcionales. Huayco represó río Vilcanota y afectó la vía férrea, se observa un depósito proluvial de 10-15 m de alto, pudo haber represado unos 150 m de cauce. Se observan bloques en el cauce de hasta 5 m de diámetro.	Afectó la vía férrea y un nuevo huayco podría afectar dos torres de alta tensión colocadas en el cause mismo de la quebrada.
Km 38 + 50C Carretera Huaroco-Pachar-Maras-Cusco URU-32	Substrato constituido por capas rojas intercaladas con yeso y calclita, extremadamente fracturadas (F4) y moderadamente meteorizadas, pendiente abrupta >70°, lluvias abundante, excepcionales. Huayco de lodo y piedras que interrumpe trocha en tramo de 60 m, 120 m adelante hay otro huayco que corta la trocha en tramo de 40 m. Ambos huaycos en la margen derecha del río Huaroco.	Afecta unos 150 m de trocha.
Río Lucumayo Huayopata-La Convención-Cusco URU-102	Rocas lutáceas extremadamente fracturadas (F4) y moderadamente meteorizadas (A3), lluvias intensas, filtraciones. Huayco corta 5 desarrollos de la carretera Ollantaytambo-Quillabamba. Material proluvial depositado a lo largo del cauce atraviesa la ladera; ciastos subredondeados a subangulosos.	Afecta 5 desarrollos de la carretera Ollantaytambo-Quillabamba.
Quebrada Cur - Huayopata La Convención - Cusco URU-106	Pendiente muy fuerte de 50-70°, lluvias fuertes, filtraciones. Huayco antiguo de gran dimensión que depositó un cono en su desembocadura al río Lucumayo y posiblemente lo represó, evidencia se observa la misma terraza hacia ambas márgenes del río.	Posiblemente represó el río Lucumayo unos 300 m. Actualmente se han construido 2 viviendas en el depósito antiguo.
Quebrada Jachucorral -Huanquite-Paruro-Cusco TAM-11	Suelo gravoarenoso, pendiente muy baja (5°), precipitaciones pluviales intensas. Se aprecia material de huayco a lo largo de toda la quebrada, predominan ciastos <10 cm, erosión en la plataforma de carretera en la margen derecha; se ha colocado muro de enrocado y de concreto para darle protección.	Afecta carretera.
Km 109+800 y 109+200 (Via férrea Cusco-Machu Picchu - Cusco) MP-34 y MP-35	Granodioritas y granitos muy fracturados (F3), suelo gravoarenoso, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas. Material acumulado en el cauce del primer huayco tiene bloques de hasta 2 m de diámetro, flujo de agua constante en la quebrada, material depositado en el talud superior e inferior. En la zona se observa un huayco antiguo de mayor dimensión. El segundo huayco ubicado a 100 m del túnel N° 6 del tren Cusco-Machu Picchu presenta bloques y bolones de 0,4 a 3 m de diámetro en un 45% y < 40 cm en un 55%.	Afecta 20 m de vía férrea. Afecta tramo de 50 m de vía férrea .
Huayco de Aguas Calientes MP-36	Gran masa de piedras grandes dimensiones y lodo.	Afectó vía férrea, infraestructura de baños termales y algunas viviendas. Actualmente se efectúan trabajos de limpieza de cauce y encauzamiento.
Quebrada Palcal - Lares -Calca-Cusco QH-02	Esquistos extremadamente fracturados (F4) y moderadamente meteorizados (A3), suelo gravocollimoso, pendiente muy fuerte de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Huayco cuyo material ha desviado el río hacia su margen derecha, abanico de gran dimensión, el material acarreado es subredondeado. Erosión de ribera en esta margen.	Afecta puente y viviendas.
Quebrada Sondorhuayfo -Calca-Cusco CAL-105	Substrato constituido de areniscas, lutitas pizarras, suelo gravolimoarenoso, pendiente media de 20-35°, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial. Huayco en cuyo cauce se ha construido una alcantarilla de 1 m de diámetro.	Afecta unos 30 m de trocha.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Puente Amacho, sobre río Araza. Tramo Quincemil - Marcapata, de la Carretera Interoceánica Asis - Iñapari-Puerto Maldonado-Cusco COR-58	Derrumbes aguas arriba, abundante material suelto en cauce del río, fuerte pendiente, copiosas precipitaciones (lluvias excepcionales en 1996). Zona crítica.	Afectó en 1996 el puente, terrenos de cultivo y aproximadamente 300 m de carretera.
Esquena, distrito Coasa, provincia Carabaya, Puno ESQ-10	Fuentes precipitaciones (Fenómeno El Niño), pueden provocar la reactivación de la quebrada Morocota. Aguas arriba de Esquena. Evidencias de reactivaciones pasadas, abundante material suelto. Huayco Erosión de riberas	Puede afectar viviendas situadas en la margen derecha de la quebrada Esquena. Presencia de enrocados. Este poblado fue afectado en 1996.
Quebrada Licllamay. Tramo San Gabán - Pte. Otorongo, de la Carretera Interoceánica Asis - Iñapari -Pto. Maldonado - Puno MAS-8	Abundante material suelto en la quebrada, derrumbes en su cuenca media y alta. Fuertes precipitaciones. Zona crítica.	Afecta aproximadamente 400 m de carretera (trocha carrozable). Fenómeno periódico anual.
Quebrada Tantamayo. Tramo San Gabán - Pte. Otorongo, de la Carretera Interoceánica Asis - Iñapari -Pto. Maldonado - Puno MAS-15	Abundante material suelto en la quebrada, derrumbes en su cuenca media y alta. Fuertes precipitaciones, filtraciones. Zona crítica.	Afecta aproximadamente 50 m de carretera (trocha carrozable), en el cruce con la quebrada.
Quebrada Huancahuafuna. Tramo Leche Mayo Gabán-Puente. Otorongo, Carretera Interoceánica Asis - Iñapari - Pto. Maldonado - Puno MAS-32	Fuertes precipitaciones, pendiente de la quebrada, construcción de la carretera. Zona crítica.	Afecta la Carretera Interoceánica en tramo de 30 m. La zona crítica en el sector comprende alrededor de 350 m con, problemas de derrumbes, filtraciones (todo) y fuerte pendiente de la trocha carrozable.
Quebrada Chiforongo. Tramo Pte. Inambari-Masuco, Carretera Interoceánica Brasil - Perú MAS-46	En época de fuertes precipitaciones, este río discurre violentamente formando palizadas. Huayco y erosión fluvial.	Puede afectar tramo de aproximadamente 100 m de carretera. Erosión de terrenos de cultivo
Tramo Pte. Inambari - Quincemil, de la Carretera Interoceánica Asis - Iñapari - Pto Maldonado - Cusco MAS-68	Abundante material suelto en la quebrada (areniscas, lutitas y limoarcillitas, muy alteradas y muy fracturadas), derrumbes en su cuenca media y alta. Fuertes precipitaciones, filtraciones. Zona crítica.	Afecta aproximadamente 80 m de carretera, en el cruce con la quebrada.
Mahuyane. Tramo Marcapata - Ocoangate, de la carretera Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Cusco OCO-14	Huayco en la quebrada Pisgipata, derrumbes y erosión por cárcavas aportan sedimentos para el flujo. Pendiente media.	Afecta poblado de Mahuyane, pastos naturales y carretera en tramo de 100 m.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Río Salvación. Tramo Salvación - Shintuya. Pilcopata, Cusco PIL-12	En época de fuertes precipitaciones, este río discurre violentamente formando palizadas, desbordes y crecidas.	Afecta 170 m de la trocha carrozable hacia Shintuya.
Río Yubguyo. Tramo Salvación - Shintuya. Pilcopata, Cusco. PIL-14	En épocas de fuertes precipitaciones, este río discurre violentamente formando palizadas, desbordes y crecidas.	Afecta 150 m de la trocha carrozable hacia Shintuya.

Cuadro N° 6.9
Reptación de Suelos

Sector	Características	Efectos
Mulacancha CNY-18	Escarpas pequeñas de 20 a 50 cm, de diferentes formas.	Puede afectar a terrenos de cultivo y trocha Palca-Huancavelica en tramo de 5 km, por sectores, como también a terrenos de pastoreo.
Santa Ana CVR-49	Agrietamientos escalonados por niveles de 5-30 cm, en ambas márgenes de la carretera.	Afecta pastizales y trocha en tramo de 4 km. Se recomienda drenar terrenos para mitigar daños en la carretera.
Pachapata HCL-113	Agrietamiento escalonado con desniveles de 30 cm-1m. Margen derecha de la quebrada Pachapata, también se observa erosión de laderas y erosión laminar.	Afecta pastizales, trocha carrozable, corrales de ganado y viviendas. En tramo de 2 km.
Huandepampa HCL-36	Grietas pequeñas con desplazamientos de hasta 20 cm. Se observan oconales, también erosión de laderas en ambas márgenes del río Mayo. Se recomienda drenar terreno entre el km 14,5 y 18,5.	Afecta pastizales y puede afectar trocha Tangaspampa-Licapa a la altura del km 14,5.
Carbón Niocucho HCL-37	Grietas con desplazamientos que varían entre 5 cm y 1 m en ambas márgenes de la quebrada. Se observa también erosión de laderas con surcos de 5 m de profundidad. Se observa sangrado en algunos sectores.	Afecta camino de herradura, pastizales y carretera Jocollo-Jepahuasi en tramo de 5 km.
Chuchimachica HCL-38	Grietas pequeñas con desplazamientos hasta de 20 cm.	Afecta pastizales y puede afectar trocha Tangaspampa-Licapa entre los km 24,6 y 32,6.
Caculla HCL-83	Grietas con desplazamientos que varían entre 5 cm y 3 m, en ambas márgenes de la quebrada. Se observa erosión de laderas laminar en la parte alta.	Afecta pastizales, corrales de ganado y algunas viviendas ubicadas en ladera media.
Raymina CHROS-23 Accomarca CHROS-27	Laderas afectadas por reptación de suelos y erosión. Surcos, cárcavas, saltos en ladera de loma. El fenómeno se produce anualmente.	Afecta terrenos de pastizales y tramo de aproximadamente 200 m de la carretera Vilcas Huamán-Accomarca (Km 11).
Kuritambo-Rondocan-Cusco CU-98	Reptación de suelos en la ladera que muestra un terreno irregular, favorecida por la dirección de buzamiento de las capas y la cobertura delgada de suelo, asentamiento de terrenos a la carretera. Sustrato de areniscas y lodolitas, suelo arenolimoso con grava, pendiente de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas.	Afecta terrenos de cultivo, pastizales y algunas viviendas del poblado de Accomarca.
Ollantaytambo-Cusco URU-21	Reptación de suelos en laderas de la quebrada Ocoruyoc. Suelo residual, pendiente media 20-35°, cambios en la temperatura, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Terreno irregular, hacia el corte de carretera se comporta como derrumbes y obstruye unos 30 m de carretera.	Afecta 250 m de carretera.
		Afecta 30 m de carretera.

B) Reptación de suelos

Son flujos muy lentos a lentos que involucran zonas superficiales del suelo y detritos finos, en terrenos por encima de los 3 600 msnm, donde predominan:

- Terrenos parcialmente saturados a saturados, oconales y bofedales, que experimentan cambios de volumen, por variación de la temperatura a estas altitudes.
- Laderas con pendientes suaves a moderadas (colinas, lomadas y zonas montañosas).

Principalmente se producen en:

- Terrenos eriazos, despoblados, no ocasionan daño.
- Laderas naturales, que se desencadenan hacia los cortes o caras libres como derrumbes o deslizamientos, frecuentemente afectan carreteras y terrenos de cultivo. Ver Cuadro N° 6.9 y fotos N° 63, 64, 65, 66.

C) Aluviones

Desplazamiento violento y flujo de grandes masas de agua con mezcla de sedimentos de variada granulometría y bloques de roca de grandes dimensiones, que se desplazan con gran velocidad a través de quebradas o valles.

Están ligados a zonas glaciares y periglaciares, ocupando y afectando en su recorrido valles, poblaciones e infraestructura (vial, hidroenergética), así como embalsando ríos de gran magnitud.

En el área de la Franja N° 3, su ocurrencia está limitada a la zona oriental del área, habiéndose inventariado y reconocido dos áreas principales, que causaron grandes daños (Cuadro N° 6.10). Fotos N° 67, 68, 69, 70.

D) Flujos de Lodo

Su ocurrencia dentro del área no es muy frecuente y sólo se han encontrado cuatro sectores con presencia de flujos de lodo confinados a quebradas anchas de suave pendiente, activadas por lluvias excepcionales, que afectaron el paso vehicular, terrenos de cultivos y viviendas (Cuadro N° 6.11).

**Cuadro N° 6.10
Peligro de Aluviones**

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Aobamba - C.H. Machu Picchu MP-90	Removió y trasladó el material glaciar originando un represamiento del valle de Aobamba; posterior aluvión de Aobamba. Último aluvión de 1998 se generó por saturación de los depósitos morrénicos en la zona de Pacchac Grande, y a la vez generó un flujo violento que bajó por la quebrada Aobamba llegando hasta el valle del río Urubamba, represándolo. El volumen de material se calculó entre 25 y 50 millones de metros cúbicos. Se produjeron otros dos flujos menores. Zona crítica.	En 1996, 04 viviendas destruidas, varias has de tierras de cultivo y plantaciones frutícolas afectadas, 21 familias damnificadas, 5 muertos y 45 viviendas afectadas (13 arrasadas). En 1998: varias has de cultivos destruidos; malogró caminos de herradura, tramos de caminos Inca, puentes peatonales y vía férrea y afectó considerablemente C.H. de Machu Picchu.
Santa Teresa - La Convención - Cusco MP-16	Pendiente fuerte del terreno de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial. Aluvión que arrasó la mitad de las viviendas del poblado de Santa Teresa ubicadas en una zona baja cerca al cause del río Vilcanota. En ambas márgenes del río Vilcanota antes de la confluencia con el río Santa Teresa se observan derrumbes hacia el valle. Zona crítica.	Afectó el poblado de Santa Teresa.

**Cuadro N° 6.11
Flujos de Lodo**

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Pampa Auquicucho LUR-76	Material suelto en el cauce de la quebrada y terrazas aluviales cortadas por varios eventos de flujos de lodos.	Borró trazo de carretera a Cieneguilla en tramo de 15 km.
Chiripampa TAT-09	Se observa material de flujo de lodo en cauce de quebrada (arena y limos).	Puede afectar carretera Chíncha - San Juan de Yanac.
Carretera Huamanga-Julcamarca, km 92 AYA-54	Precipitaciones pluviales inciden en colinas constituidas por materiales volcánico-sedimentarios: tobas y areniscas rojizas, el flujo se canaliza por una quebrada donde hay predominancia de elementos finos.	Durante el período de lluvias de 2002 afectó un tramo de 12 m en el km 92, de la carretera afirmada Huamanga-Julcamarca.

6.2.5 Movimientos Complejos

Combinación de dos tipos comunes de peligro, muchos de los procesos inventariados han ocurrido en el período histórico, con magnitud de gran relevancia. Algunos son de ocurrencia reciente con grandes daños materiales y pérdidas de vidas.

Las combinaciones encontradas son principalmente del tipo deslizamiento-flujos, desde pequeños hasta de dimensión kilométrica, con gran movimiento de masas que represaron valles principales o tributarios. Algunos se encuentran activos (Ej. deslizamiento de Ranraccasa, Cocha y Pumaranra, etc). También se distinguieron derrumbe-flujos, deslizamientos rotacionales - traslacionales, deslizamiento - derrumbe, flujos de detritos (rock fall-debris flow) asociados a laderas de fuerte pendiente con caída de bloques, erosión de laderas - derrumbes, erosión de laderas - flujo y otras combinaciones.

En el Cuadro N° 6.11 se describen los principales movimientos complejos encontrados en el área, y asimismo se muestran ejemplos de ellos en las Fotos N° 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80.

6.3 OTROS PELIGROS GEOLÓGICOS

Se han reconocido otros peligros geológicos, no tipificados por Varnes; inventariándose áreas sujetas a arenamientos, erosión fluvial, sectores afectados por erosión de laderas y áreas en peligro de hundimiento.

Los Cuadros N° 6.12 al 6.16 describen en forma sucinta las principales características.

6.3.1 Arenamientos

Los procesos de arenamiento están asociados a zonas de morfología plana (pampas costaneras) aledañas al litoral, con una dinámica eólica importante, donde la dirección y velocidad del viento y la geomorfología del entorno favorecen la migración y acumulación de arenas. Asimismo, se encuentran acumulaciones en las laderas o colinas bajas de las estribaciones occidentales de los Andes, presentándose como mantos de arenas que forman lomas alargadas, onduladas, dunas y barcanas.

Su presencia influye principalmente en la obstrucción del tráfico o tránsito en las carreteras y trochas, siendo el riesgo generalmente bajo (Foto N° 81, y Cuadro N° 6.12).

6.3.2 Erosión de Laderas

Este proceso es muy frecuente en la franja, se han inventariado alrededor de 605 ocurrencias, las cuales están asociadas tanto a algunas formaciones geológicas consolida-

Cuadro N° 6.12
Movimientos Complejos

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Mayunmarca HVC-33	<p>Deslizamiento- Flujos</p> <p>Se observa zona de arranque de gran extensión, la presencia de material que represó al río Mantaro provino de la parte alta, desde donde se desplazaron aproximadamente entre 1000 y 1200 millones de m³ de material detrítico y parte del substrato rocoso. Afectó una superficie de más de 3,5 km de longitud por 0,6 km de ancho. El material colmató el cauce del río Mantaro represándolo, sus efectos llegan a la margen izquierda del valle, hasta la quebrada Tinte. Posterior al deslizamiento se produjo algunos derrumbes, producto de la inestabilidad de los cerros, donde las rocas que componen las laderas tienen un buzamiento en sentido de la pendiente y están delimitados por escarpas inestables (GALDOS J., 1975). En la actualidad se aprecia unos derrumbes en el área del nuevo cauce, por la erosión fluvial del río Mantaro.</p>	<p>Afectó a todo el pueblo de Mayunmarca, donde perecieron aproximadamente 500 personas, destruyó 10 km de carretera afirmada de acceso al poblado de Mayunmarca, obstaculizó también la carretera de Quishuas - Ayacucho en tramo de 30 km, y sobre todo represó al río Mantaro. En la actualidad se aprecian algunos derrumbes que afectan a terrenos de cultivo.</p>
La Esmeralda HVC-20	<p>Corona del deslizamiento y escarpas de fuerte pendiente. De reactivarse podría alimentar a la quebrada y generar flujos.</p>	<p>Puede afectar a viviendas y terrenos de cultivo.</p>
Quebrada Inico PAM-56	<p>Escarpas de pendiente abrupta semicirculares, con altura de aproximadamente 20 m (zona de arranque de deslizamiento). Se observó flujos.</p>	<p>Puede dañar terrenos de cultivo y represar a la quebrada.</p>
Quebrada Shuspi PAM-117	<p>Se observa derrumbes y flujos en cuerpo de deslizamiento (200 m). Escarpa de 10 a 20 m de altura en talud superior e inferior de carretera, que corresponde a zona de arranque de deslizamiento. Se observan grietas en borde de carretera.</p>	<p>De reactivarse causaría daños a la carretera Colcabamba - Ayacucho, terrenos de cultivo, poste eléctrico y represar a la quebrada.</p>
Huaccta HRC-181	<p>Escarpa principal de forma circular, de 30 m de alto. Escarpa secundaria de 20 m. Material suelto al pie del talud invadiendo la carretera.</p>	<p>Afecta tramo de 500 m de carretera.</p>
Santa Rosa de Tambo SDCH-59	<p>Escarpa principal de 5 m y escarpas menores escalonadas de 2 - 3 m, se observa muro de contención para proteger carretera.</p>	<p>Muro de contención está siendo afectado a la altura del km 101 de la trocha San José de los Molinos - Capillas</p>
Carretera Libertadores km 317+900 AYA-18	<p>Escarpas de deslizamiento antiguo e intenso proceso de erosión en surcos y cárcavas en el cuerpo, secuencias verticales de areniscas, conglomerados rojizos con capas de yeso.</p>	<p>Con lluvias excepcionales podría afectar tramo de 100 m de vía Los Libertadores en el km 317+900. Actualmente con lluvias estacionales la zona se encuentra inestable y se forman chorreras que traen pequeños huaycos.</p>
Cochapampa AYA-22	<p>Siermo originó un deslizamiento con flujo en la década del 80, actualmente está activo con saltos > 10 m. El flujo a nivel de ladera llegó hasta la quebrada Pampa Corral involucrando rocas sedimentarias como areniscas y conglomerados rojizos, lutitas negras y capas de yeso de grosor variable dentro de la secuencia.</p>	<p>Afectó terrenos de cultivo, no se tiene datos sobre muertes, el poblado de Cochapampa fue reubicado.</p>
Santo Domingo AYA-27	<p>Deslizamiento antiguo inactivo y erosión en cárcavas, materiales volcanoclasticos: tobos y limolitas, que al contacto con la lluvia forman cárcavas que originan huaycos.</p>	<p>Afecta la carretera Huamanga-La Quinua en cada temporada de lluvias.</p>

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Caserío de Usanacunca / Amsarca CHROS-15	Erosión de laderas y reptación de suelos, laderas presentan agrietamientos, surcos, saltos y pequeñas cárcavas.	Afecta tramo de aproximadamente 150 m de la carretera Huambalpa - Amsarca y terrenos de cultivo.
Jatum Occco CVR-27	Escarpa traslacional de 10 m, corona irregular y material suelto que alimenta a la quebrada. Antiguamente se observaban pequeñas grietas. En época de lluvias se produjo deslizamiento con flujo. Se reubicaron viviendas que quedaron después del desastre.	Afectó viviendas, vidas humanas y pastizales.
Quebrada Jahuaysayjo PAM-50	Se observan flujos y erosión en cárcavas, por sectores de 20 a 30 m, en un tramo de 300 m. Escarpas de fuerte pendiente y 10 m de altura en talud superior de carretera, presencia de material caído sobre carretera.	Puede dañar carretera a Huanibamba y terrenos de cultivo.
Yanaquero SDCH-27	Se observan derrumbes por sectores. Escarpas de 15 - 20 m, escalonada, corona circular 800 m de longitud.	Afecta terrenos de cultivo y trocha Huayacundo Arma - Huaytará
Ticrapo CVR-133	En la parte alta de la ladera, se presenta un deslizamiento con escarpa principal de 30 m y secundaria de 10 m. Surcos de 1 a 2 m de profundidad. Material suelto al pie del talud.	Afecta trocha Ticrapo-Huaytará en tramo de 2 km.
Pushca HCL-21	Deslizamiento traslacional-flujo. Escarpas escalonadas de 100 m de longitud y 2 m de altura. También derrumbes y erosión en cárcavas en ambas márgenes producto de la erosión fluvial.	Afecta pastizales y puede afectar carretera Tucspampa-Tangaspampa en el km 2,4.
Deslizamiento de Cocha y Pumararica-C° Laymijasa-Tamburco-Abancay ABA-58	Deslizamiento planar-flujo de movimiento lento, con flujos de lodo por sobresaturación de la cubierta superficial conformada por depósitos coluviales y estratos incompetentes del Grupo Mitu, derrumbes y desprendimiento de rocas. Sustrato constituido de arcillitas, areniscas, calizas, suelo limoarenoso, pendiente baja de 5-20°, buzamiento de las capas a favor de la pendiente, precipitaciones pluviales intensas, infiltración de agua de escorrentía, mal sistema de riego. La masa de lodo desplazada alcanzó 20 m de altura y un volumen de 300 mil m ³ . Se evidencia también en la zona la escarpa y el cuerpo de un deslizamiento antiguo de forma convexa donde se desarrollan terrenos de cultivo. Así también se observan en varios lugares huellas de escarpas y cuerpos de un deslizamientos antiguos escalonados.	Afectó 60 viviendas destruyéndolas totalmente, causó la muerte de 51 personas y 200 desaparecidos; también afectó 50 hectáreas de cultivo, canales de riego y muerte de ganado.
Paruro-Cusco CU-17	Derrumbe-Deslizamiento-flujo. Abundante material acumulado en la ladera sobre el talud de carretera. Material suelto de gran dimensión. Sustrato constituido de areniscas, pendiente media de 20-35°, precipitaciones pluviales intensas, cortes artificiales. Apparently, en el pasado un derrumbe y la caída de rocas en la margen izquierda obstruyeron el cauce. Se observa también un plano antiguo de deslizamiento y depósito de flujo en la margen izquierda del río Veillie cerca de su desembocadura al río Apurímac.	Afecta 200 m de carretera, puede represar el río Veillie.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
C° Unoraqui-Calca-Cusco URU-88	Deslizamiento-flujo inactivo maduro, salto principal grande que provocó caída de gran masa de suelo a manera de flujo que se extendió hasta el sector de Urco. Se evidencia actualmente, la presencia de material fluido en ambas márgenes del río Vilcanota. Causas: pendiente fuerte (35-50°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Embalsó el río Vilcanota en los siglos XIII y XIV.
Labrampata-Acomayo-Cusco CU-32	Deslizamiento-flujo con zona de arranque circular de 70 m de longitud x 40 m de alto, con un salto del orden de 5-6 m; en el cuerpo del deslizamiento han tenido lugar flujos de suelos que muy probablemente, represaron el río Acomayo. Causas: suelo arenogravoso, pendiente media de 20-35°, filtraciones.	Afecta terrenos de cultivo y 70 m de carretera.
Sector Cerco mojo-Ccalca-Cusco CU-73	Reptación de suelos-deslizamiento. Causas: suelo gravoarenoso con arcilla, pendiente del terreno muy fuerte de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones; la reptación produce asentamientos y deja al terreno irregular con deslizamiento en el talud superior de 80 m de alto x 240 m de longitud con salto principal de 1 m, saltos secundarios paralelos y discontinuos menores 1 m.	Afecta 240 m de carretera.
Pailata-Ollantaytambo-Cusco URU-16	Caída de rocas-flujo de detritos, depósitos a manera de escombreras, algunos antiguos cuyos depósitos son cortados por la carretera y generan derrumbes hacia la plataforma de la carretera. Sustrato rocoso de areniscas y esquistos muy fracturados y ligeramente meteorizada, pendiente abrupta > 70°, sismicidad.	Afecta 500 m de carretera.
Deslizamiento de Marcacocha URU-28	Deslizamiento-flujo que provocó el embalsamiento del río Patacancha, actualmente se observa uno, obstruyendo en el cauce del río. Sustrato de lutitas pizarrosas, filitas, esquistos muy fracturados y moderadamente meteorizadas, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Provocó el embalsamiento del río Patacancha.
Km 57 (Vía férrea Cusco-Machu Picchu), Sector Rapoca URU-33	Derrumbe-flujo, material saturado caído de la margen izquierda, derrumbes hacia la cara libre. Sustrato de capas rojas muy fracturadas y ligeramente meteorizadas, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Afectó 100 m de la vía férrea, 2 postes de transmisión eléctrica.
Sector Jatunmojo-Lares-Calca (Cusco) URU-58	Sustrato de areniscas y lutitas extremadamente fracturadas (F3) y moderadamente meteorizadas (A3), pendiente muy fuerte de 50-70°, sismicidad. Caída de rocas-flujo de detritos, desprendimientos desde la parte alta de la ladera, con bloques prismáticos y bolones de hasta > 2 m en su longitud mayor, flujos de detritos o escombreras depositados a manera de conos sobre la ladera de la margen izquierda del río Lares.	Afecta 500 m de carretera.
Lares-Calca-Cusco URU-59 y URU-60; URU-61	Deslizamiento antiguo en la margen derecha del río Lares, de escarpa con forma circular cuyo material deslizado (flujo) embalsó el río hasta una altura de 70 m. Sustrato de areniscas y lutitas pizarrosas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, pendiente fuerte de 35-50°, erosión fluvial, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Actualmente el río Lares ha formado rápidos y una geoforma encañonada, por erosión fluvial en la base se han producido 4 reactivaciones en el cuerpo de antiguo deslizamiento. En el mismo sector se observa un asentamiento en la plataforma de carretera (35 m), de forma rotacional en la margen izquierda del río Lares.	Puede represar el río y afectar líneas de transmisión eléctrica. Afecta carretera a Lares.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Salineras de Cachi Racay – Maras-Urubamba-Cusco URU-93	Deslizamiento en la margen derecha produce el colapso del terreno hacia la quebrada Salinera. Sustrato de capas rojas muy fracturada y moderadamente meteorizada con yeso y calcita interstratificada. Suelo arenolimo arcilloso, pendiente muy fuerte de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. También se observan caídas de bloques de roca de hasta 10 m de diámetro en el talud inferior, bloques inestables y grietas abiertas en el talud superior. La carretera de acceso a las salineras está trazada sobre material caído.	Afecta 300 m de carretera
Hacienda Molle-Huanoquite-Paruro-Cusco TAM-12	Deslizamiento-flujo con zona de arranque circular de 150 m de alto, salto mayor de 10 m, depósito de material de flujo antiguo. Pendiente abrupta > 70°, precipitaciones pluviales intensas.	Si se reactivara afectaría terrenos de cultivo y unas 50 viviendas.
Km 30 (carretera Santa Teresa-Santa María) La Convención-Cusco MP-13	Derrumbe-Deslizamiento con escarpa de 150 m de alto x 60 m de longitud, asentamiento de suelos y bloques hacia la carretera, terreno removido, bloques inestables, fracturas abiertas. Sustrato rocoso de lutitas pizarrosas y esquistos extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizada, suelo gravosarcillo limoso, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Zona crítica que afecta varios desarrollos de carretera.	Afecta 190 m de carretera a través de 4 desarrollos.
Corimayo-C° Luto-Yanatle Calca-Cusco QH-11	Deslizamiento-Flujo, 2 deslizamientos antiguos con depósitos de flujo uno de forma convexa y otro con pequeñas reactivaciones. Sustrato de capas rojas, pendiente fuerte de 35-50°. El trazo de carretera está hecho sobre el cuerpo del deslizamiento.	Afecta 600 m de carretera y terrenos de cultivo.
Poblado de Santiago-Yanatle Calca-Cusco QH-36	Erosión fluvial-inundación. Pendiente del terreno variable de media (20-35°) a muy fuerte (50-70°), precipitaciones pluviales intensas, filtraciones. Amplia zona de inundación del río Yanatile aguas arriba, el cono depositado por la quebrada Santa Rosa desvía el río hacia su margen derecha provocando erosión fluvial. Con fuertes lluvias el pueblo de San Sebastián podría ser vulnerable a inundación por encontrarse asentado sobre la llanura de inundación del río Yanatile.	Una inundación podría afectar el poblado de San Sebastián.
Totora-Calca-Cusco CAL-108	Deslizamiento-flujo de Ajchapata. La escarpa es irregular y observable por partes, todo el terreno de la ladera está removido y hay gran cantidad de agua de filtraciones, ésta es una zona aparentemente inestable muy saturada, se observan huellas de avance y tiene un depósito en forma de cono. Sustrato de areniscas y lutitas pizarrosas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, suelo arcillolimoso con gravas, pendiente media de 20-35°, precipitaciones pluviales intensas, abundante filtración de agua en la zona.	Afecta 100 m de carretera, 10 viviendas y un vivero de PRONAMACHS.
Sector de Ocopata y Llamayojcasa-Calca-Cusco CAL-109	Caída de rocas-flujo de detritos, los flujos de detritos se depositan a manera de conos-escombreras en la ladera, también se observa caída de rocas en la zona. Sustrato de areniscas y lutitas pizarrosas muy fracturadas (F3), pendiente fuerte de 35-50°, sismicidad.	Afecta terrenos de cultivo y 9 viviendas.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Pampacancha. Tramo Marcapata-Ocongate, Carretera Interoceánica: Asis-Pto. Maldonado- Cusco OCO-22	Deslizamiento/flujo de Pailancoyoc, activo, crítico. Depósitos fluvio-glaciares, deluviales y coluviales poco consolidados, presencia de filtraciones, fuerte pendiente, intensas precipitaciones, corte del talud natural para construir la carretera.	Afecta terrenos de cultivo, líneas de alta tensión. Puede represar el río y afectar centros poblados cercanos (Chaupimayo).
Caserío de Uralia AYA-163	Deslizamiento-flujo de 3 600 m de corona y 40 m de salto. Flujo canalizado en una quebrada que drena al río Cachi.	Causó la muerte de 20 pobladores, afectó terrenos de cultivos y algunas viviendas. Puede reactivarse y afectar al nuevo poblado de
Río Mantaro HCY-153	Derrumbes-Flujo Se observan erosiones en cárcavas, escarpas de fuerte pendiente de 20 a 30 m de altura, donde se forman derrumbes y flujos, se forman quebradas incipientes por donde corren pequeños flujos. Se observó además erosión fluvial al pie del talud de la ladera.	Puede afectar a trocha Chupuro - Moya en tramo de 2 km por sectores entre 50 y 100 m. Puede afectar a terrenos de cultivo.
Chaquejarari HVC-162	Derrumbes con escarpas de 10 a 30 m verticales, paralelas a lo largo de la ladera. Se observa un terreno surcado por la erosión en cárcavas. Se ha realizado una reforestación con eucaliptos. En tiempo de lluvia en este sector se forman acumulaciones de material, lo que hace que se generen flujos y llegue este material al río Mantaro.	Afectar carretera afirmada Andabamba - Yaconay (proyecto) en un tramo de 500 m, como también afecta a terrenos de cultivo.
Cutupata HCY-155	Erosión en cárcavas, se originan derrumbes y flujos, por las pequeñas quebradas que se están formando.	Puede afectar la trocha Chupuro - Moya en un tramo de 2 km, por sectores entre 50 y 100 m.
Carhuapaccha HCY-159	Se observan erosiones en cárcavas, escarpas de fuerte pendiente, se forman derrumbes y flujos.	Puede afectar la trocha Chupuro - Moya en tramo de 2,5 km, por sectores de 100 a 200 m y a la línea de tren y terrenos de cultivo
Quebrada Pechachaca HCY-168	Se observan erosiones en cárcavas, escarpas de fuerte pendiente, se forman derrumbes y flujos.	Puede afectar a trocha Huancayo-Chongos Alto y a terrenos de cultivo en un tramo de 200 m y afectar a terrenos de cultivo.
Acoria HVC-173	Se presenta erosión en cárcavas muy marcadas, asociadas con pequeños derrumbes. Se pueden generar flujos.	Puede afectar a trocha Acoria-Yauli en un tramo de 500 m. por sectores, y terrenos de cultivo. De ocurrir lluvias muy extraordinarias se podría generar un flujo que podría cambiar el curso del río hacia la margen izquierda.
Huamantambo TAT-51	Cárcavas de 5 a 10 m de profundidad con material suelto en el cauce de las pequeñas quebradas formadas. Derrumbes con escarpas de 10 a 15 m.	Afectó trocha Tantará-Huamantambo, a la altura del km 5,5 en tramo de 200 m.
Manzanares/quebrada Infiernillo CVR-88	Se producen derrumbes por erosión fluvial. En la parte alta se observa erosión de laderas, que alimenta el lecho de la quebrada. Material suelto en cauce de la quebrada.	Puede afectar bases de puente.
Rumichaca HCL-45	Escarpa circular de 20 m en la parte media de la ladera. El cuerpo del derrumbe produjo flujo de material suelto.	Puede afectar a dos viviendas ubicadas en la parte media de ladera. Carretera Pisco - Ayacucho a la altura del km 196.
Quebrada Shuspi PAM-118	Flujos y erosión en cárcava a lo largo de quebrada. Escarpas de pendiente abrupta en borde de ladera de 20 a 30 m de altura por derrumbes. Proceso es de gran magnitud.	Puede dañar carretera, viviendas, torre de alta tensión, represar quebrada y terrenos de cultivo.
Quebrada Shuspi PAM-119	Escarpa de muy fuerte pendiente, de 10 m de altura en borde de la ladera, material suelto a lo largo del cauce.	Puede afectar terrenos de cultivo y viviendas.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Río Upamayú - Margen derecha PAM-60	Escarpas de pendiente abrupta, altura de 10 a 15 m, con material caído y presencia de flujos posteriores y erosión en cárcavas en zonas adyacentes. Se presentan dos derrumbes menores aguas abajo en un tramo de 300 m.	Puede dañar terrenos de cultivo, pastoreo y represar quebrada.
Central Hidroeléctrica de San Gabán. Carabaya. Puno AYP-57	Derrumbe/flujo, zona crítica. Dioritas muy fracturadas, alteradas, filtraciones, fuerte pendiente, fuertes precipitaciones, construcción de la carretera de acceso a la ventana de la central hidroeléctrica de San Gabán.	Afecta, aproximadamente 200 m de carretera Interoceánica Asís - Puerto Maldonado - Puno.
Quebrada Pa mera. Tramo Puente Inambari - Masuco, de la Carretera Interoceánica Brasil - Perú MAS-49	Derrumbe/flujo. Fracturamiento intenso en limoarcillitas y areniscas, meteorizadas muy alteradas, filtraciones, presencia de discontinuidades paralelas y con buzamiento a favor de pendiente. Fuertes precipitaciones, construcción de la carretera.	Puede interrumpir tráfico carretero en un tramo de 100 m. Pérdida de cobertura vegetal.
Quebrada Piñalchayo. Tramo Puente Inambari - Quincemil, de la Carretera Interoceánica Asís - Iñapari - Pro. Maldonado - Cusco MAS-69	Derrumbe/flujo. Abundante material suelto en la quebrada (areniscas, lutitas y limoarcillitas, muy alteradas y muy fracturadas), derrumbes en su cuenca media y alta, fuerte pendiente, intensas precipitaciones, filtraciones. Zona crítica.	Afecta, aproximadamente 200 m de carretera, en el cruce con la quebrada Piñalchayo
Deslizamientos Rotacionales-Traslacionales		
Vía de Santa Rosa de Tambo - Santo Domingo de Capillas SDCH-64	Escarpas circulares escalonadas y de forma irregular de 1 - 2 m material suelto al pie del talud, se observa un badén.	Afecta la carretera en un tramo de 100 m a la altura del km 85,5 de la trocha San José de los Molinos - Santo Domingo - Capillos
Hacienda Constanza HVC-213	Deslizamiento tiene forma de lengua. Corona irregular formada por varios agrietamientos de 10-20 m (escarpas). Afecta badén.	Afecta trocha carrozable.
Km 3 (carretera Urcos-Quincemil) CU-65	Deslizamiento rotacional-traslacional en el cual se observan 2 escarpas, una circular y la otra irregular, el terreno está muy inestable que ha hecho cambiar el trazo original de la carretera. Deslizamiento antra suelo y fragmentos de rocas de forma hojosa hacia las quebradas ubicadas en la margen derecha del río Vilcanota. Sustrato constituido de pizarras y cuarcitas, pendiente media de 20-35°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Afecta unos 500 m de carretera.
Sector Calzaba - Cerro Jatunhorjo Acos-Acomayo-Cusco CU-147	Deslizamiento rotacional-traslacional; deslizamiento de gran magnitud con escarpa circular, unos 5 saltos paralelos de gran magnitud, asentamiento de grandes masas de terreno. Derrumbes hacia la cara libre de la quebrada; en el cuerpo del deslizamiento existen reactivaciones más recientes. Sustrato rocoso constituido por capas extremadamente fracturadas y moderadamente meteorizadas, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas.	Afecta tramo de carretera.
Deslizamiento-Derrumbe		
Frente a Casacancha TAT-93	Deslizamiento-derrumbe. Escarpa principal de 5 a 10 m y escarpa secundaria de 150 m con corona circular de 500 m de longitud. Material suelto que alimenta al río Arma, en su margen izquierda.	Afecta terrenos de cultivo. Puede represar al río Arma.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Cerro Caraos HVC-72	Derrumbes-Caídas de Roca Material coluvial con grandes bloques (hasta de 3 m de diámetro) caídos sobre el talud superior de la carretera antigua. Ha desestabilizado el talud.	Puede afectar trocha afirmada Tablachaca - Izcuchaca en tramo de 200 m.
Club Sta. María MAL-07	Material aluvial caído sobre ladera con algunos bloques de hasta 1 m de sección. Se presenta en un tramo de 150 m	Podría afectar a viviendas.
Central Hidroeléctrica de San Gabán. Carabaya. Puno AYP-53	Derrumbe/desprendimiento de rocas. Fracturamiento intenso de rocas granodioritas, meteorizadas muy alteradas, filtraciones, presencia de discontinuidades paralelas y con buzamiento a favor de pendiente. Fuertes precipitaciones. Falla planar en rocas. Zona crítica.	Afecta, aproximadamente 80 m de carretera asfaltada Interoceánica Asis - Pto. Maldonado - Puno. Línea de transmisión de 13,2 Kw, de la central hidroeléctrica de San Gabán, es afectada.

Cuadro N° 6.13
Principales Arenamientos

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Playa Sarapampa MAL-21	Arena invade sector de la antigua Carretera Panamericana Sur. Presencia de dunas. Se recomienda reforestar la zona.	Afecta tramo de 1,5 km de carretera.
km- 266,5 de la Panamericana Sur GDL-66	Arena invade pista cubriendo plantas sembradas al borde, en ambas márgenes de carretera. Se recomienda reforestar.	Afecta Carretera Panamericana Sur a la altura del km 266,5 y terrenos de cultivo.
Cerro La Zeta/ Pampa Santa Cruz PIS-11	Arena invade base de la torre de alta tensión.	Puede afectar torres de alta tensión.
Cuchilla Nueval Santa María PIS-06	Se observan acumulaciones de arena, en parte forestada, que ha impedido que la duna siga avanzando. Dirección del viento 60° SE.	Puede afectar terrenos de cultivo y trocha en un tramo de 1 km.
Villa del Mar LUR-97	Arena invade pista y postes de alumbrado público. Se observa también acumulación de desmonte al pie de la ladera y cerca de las viviendas ubicadas en la parte media de la misma.	Puede afectar viviendas.

das, como también poco consolidadas meteorizadas, suelos superficiales (residuales), susceptibles a la erosión hídrica, estas unidades litológicas son las siguientes:

- Rocas sedimentarias antiguas: conglomerados, areniscas y capas rojas de los grupos Puno y Mitu, formaciones equivalentes del Cretáceo y Paleógeno-Neógeno en la región del Cusco y la Formación Casapalca en Lima.
- Unidades intrusivas meteorizadas y alteradas (Batolito de Abancay);
- Unidades volcano-sedimentarias, lacustres o fluviolacustres pleistocenas en la región de Ayacucho (formaciones: Ayacucho, Huanta) y formaciones volcánicas (piroclásticas) de diferente edad: ignimbritas o tobas poco consolidadas del Paleógeno-Neógeno, y
- Depósitos inconsolidados de edad reciente.

Intervienen en su ocurrencia, otros factores como fuertes lluvias, topografía (pendiente de laderas), manifestándose estos procesos como erosión laminar, en surcos y en cárcavas, y áreas con formación de «bad lands».

Los problemas o daños principales que origina tienen que ver principalmente, con pérdida de suelos para la agricultura, erosión de áreas cultivadas y andenes, erosión de terraplenes en trochas; asimismo, en su evolución aceleran y se asocian a otros procesos de remoción como derrumbes, deslizamientos y flujos (reptación de suelos y huaycos). Se resumen las principales áreas afectadas en el Cuadro N° 6.13 y algunos ejemplos en las Fotos N° 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90.

6.3.3 Erosión Fluvial

La erosión de riberas a lo largo de las márgenes de valles principales o tributarios, se considera un peligro geohidrológico, pues para su ocurrencia intervienen:

- **Factores geológicos:** a) Morfología del cauce y dinámica del río, pendiente y ancho del cauce fluvial, así como el tipo de drenaje que presenta (formando canales anastomosados, trenzados o meandriiformes) y b) Naturaleza de los suelos o rocas que conforman las márgenes o laderas de valles.
- **Factores hidrológicos:** a) Descargas o avenidas máximas en un corto período, estacionales o excepcionales de los principales ríos y tributarios de las cuencas hidrográficas y b) Pluviosidad de la región o de su cuenca húmeda.

Los daños ocasionados por la erosión fluvial o de riberas ocurren sobre:

- Estructuras hidráulicas: puentes de diferente tipo, puentes menores y alcantarillas.
- Terraplenes o plataformas de carreteras y trochas; vía férrea en sus márgenes.
- Terrenos de cultivo, pastos naturales y áreas pobladas ubicadas en las márgenes de los ríos.

Cuadro N° 6.14
Peligro de Erosión de Laderas

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Tauribamba HCY-87	<p align="center">Capas Rojas (Areniscas, Lutitas, Limolitas y Conglomerados)</p> <p>Laderas con erosión en cárcavas bien pronunciadas con algo de vegetación estabilizándolas en parte y otras zonas sin cobertura vegetal por erosión laminar en tramo de 1 a 3 km de Pucará. Limolitas rojas de la Fm. Casapalca.</p>	Puede dañar terrenos de cultivo y viviendas ubicadas en la parte baja del valle.
Tinayachico HCY-88	Laderas disectadas por erosión en cárcavas bien marcadas a lo largo de tramo de 1 km. Limolitas rojas.	Puede causar daño a viviendas, terrenos de cultivo y caminos.
Arhuayacu PAM - 144	Laderas con erosión en cárcavas bien marcadas que generan flujos. Limolitas rojas.	Podría afectar viviendas y terrenos de cultivo.
Barrio Progreso (Tacana) HCY-87	Laderas disectadas compuestas por limolitas rojas (Fm. Casapalca), afectadas por erosión en cárcavas presentando escarpas de fuerte pendiente a 200 m a ambos lados se presentan los mismos procesos.	Puede causar daño a viviendas, terrenos de cultivo y carretera.
Bellavista HCY-87	Laderas con poca cobertura vegetal, presencia de cárcavas bien pronunciadas y erosión laminar. En algunos sectores se aprecia reptación de suelos.	Podría dañar carretera Huancayo - San Juan de Jarma, km 9 +500.
Metapuquio HCY-84	Ladera disectada por erosión de cárcava en proceso de formación de pequeñas quebradas. Substrato de limolitas rojas de la Fm. Casapalca.	Puede causar daños a viviendas aledañas, carretera y terrenos de cultivo.
Huarocoy - Cotabambas - Apurímac TAM-35	Erosión de laderas en surcos y cárcavas con profundidades mayores a 10 m, tanto en el talud superior como en el talud inferior. Suelo residual gravolimoso, rocas volcánico-sedimentarias fragmentadas y meteorizada, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, pendiente media de 25-35°.	Afecta terrenos de cultivo así como 250 m de carretera.
San Juan - Catabambas - Apurímac TAM-39	Erosión de laderas en cárcava, de unos 10 m de profundidad, con surcos dendriformes que confluyen a la cárcava principal, se producen derrumbes hacia la cara libre de la cárcava en el talud inferior. Substrato rocoso intrusivo conformado de dioritas, fragmentadas y completamente meteorizada, suelo gravoarenoso con limos, pendiente fuerte de 35-50°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Afecta terrenos de cultivo, 40 m de carretera y una vivienda.
Pirca - Paruro - Cusco CU-12	Erosión de laderas en cárcavas y surcos lineales en la margen derecha del río Apurímac en el sector de Pirca que compromete carretera en construcción. Rocas constituidas por areniscas y conglomerados, pendiente abrupta de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas, cortes artificiales.	Afecta terrenos de cultivo y tramo de carretera.
km 81 - km 69 - Paruro - Cusco CU-13	Erosión de laderas en la margen derecha del río Apurímac que compromete la carretera, derrumbes hacia la cara libre de las cárcavas, también se producen flujos en las cárcavas. Substrato rocoso constituido por areniscas y conglomerados, pendiente abrupta de 50-70°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones, cortes artificiales.	Afecta 400 m de carretera y terrenos de cultivo.
Cconuncunca-Urcos-Cusco CU-69	Erosión de laderas a manera de surcos y cárcavas de unos 10 m de profundidad. Pendiente del terreno de 20-35°, precipitaciones pluviales intensas, filtraciones.	Afecta trocha Cconuncunca-Maiquimalqui, terrenos de cultivo.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Hacienda Simpícuca-Oropesa, Cusco CU-106	Sustrato rocoso constituido por capas rojas, precipitaciones intensas. Erosión de laderas en cárcavas de gran profundidad que disectan suelo y roca.	Afecta terrenos de cultivo.
Rocas Volcánicas y Volcanoclasticas		
Carretera Chenchacocha-Luyanta AYA-1	Lluvias estacionales forman cárcavas en materiales coluviales y volcánicos-sedimentarios grises en suelo arenoso limoso y conglomerádicos. Roca poco cohesiva tipo toba.	La erosión en surcos y cárcavas, afectan terrenos de cultivo y trocha carrozable, traen huaycos en cada temporada de lluvias.
Bellavista, carretera a Ticllas AYA-3	Materiales volcánico-sedimentarios rojizos tales como tobas, cenizas blancas, areniscas y limolitas fácilmente erosionables por aguas de lluvias estacionales y excepcionales; laderas de pendiente moderada.	Produce erosión en surcos y pequeños derrumbes que malogran la trocha a Ticllas interrumpiendo el tráfico vehicular.
Sinpapata AYA-37	km 104 carretera Huamanga-Julcamarca	Afecta la carretera afirmada Huamanga-Julcamarca en el km 106+800
Julcamarca AYA-41	C° Santa Trinidad carretera a Acocro	En cada temporada de lluvias las cárcavas originan huaycos que afectan la carretera afirmada Huamanga-Julcamarca en el km 104.
AYA-82	Pinac, C° Jumaya	El canal de la presa Cuchuesera y la carretera que pasa al lado son afectados por continuos derrumbes de los taludes superiores y por torrenteras.
AYA-86	Uyucasa-Campamento Minas Canaria	Afecta la carretera Huamanga-Matará en el km 28+800.
AYA-86	Ladera erosionada, con poca vegetación, presencia de surcos y cárcavas.	Afecta el acceso a las viviendas.
Chuy Grande-Chuay Chico CHROS-24	Laderas con saltos y surcos profundos. Suelos con escasa cobertura vegetal. La erosión afecta una extensa área.	km 18-km 19 + 500 afecta terrenos de cultivo
C° La Picota AYA-133	Ladera este de cerro Picota afectada por erosión. Presencia de surcos y cárcavas poco profundas.	Afecta viviendas en la ladera este en cada temporada de lluvias ocurren pequeños torrentes de material que obturan las alcantarillas.
Depósitos Cuaternarios poco Consolidados		
Cocha Grande TUP-129	Laderas con surcos y cárcavas en ambas márgenes del río Cañete. Entre cárcavas y derrumbes y flujos de material suelto.	Afecta carretera en un tramo de 3 km a la altura del km 87-90
Huaniscaychico HCY-60	Laderas con poca cobertura vegetal, erosión en cárcavas bien marcada y laminar en talud de terraza aluvial de 100 m de altura, en un tramo de 500 m de la carretera.	Puede dañar la carretera, torre de alta tensión, viviendas y terrenos de cultivo.
Jacayita LUN-32	Surcos y cárcavas poco profundas en ladera de cerro, se pueden producir flujos.	Afecta carretera Lunahuaná-Omas, en tramo de 500 m. Puede causar daños a viviendas, ubicadas en pie de talud.
Pampa Caipán TUP-125	Cárcavas y surcos en ladera, se pueden producir flujos. Material suelto (gravas, bolones, arenas) en ambas márgenes del río Cañete. Filtración de canal de regadío.	Afecta carretera y viviendas.
Urcaj TUP-87	Surcos y material suelto en la parte baja de la ladera. Flujos que caen de las partes altas que alimentan a la quebrada.	Pueden dañar a terrenos de cultivo y viviendas.

- Otras obras de infraestructura mayor.

En la franja se han inventariado 280 ocurrencias de erosión fluvial, asociadas generalmente a inundaciones (Fotos N° 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101).

Un resumen de los principales peligros de erosión de ribera en la Franja N° 3 se muestra en el Cuadro N° 6.14.

6.3.4 Erosión Marina

Se produce por la acción de desgaste que producen el oleaje y corriente marina sobre el borde litoral, la formación de acantilados es su efecto más característico y espectacular, en ello influye mucho el grado de resistencia a la erosión de las rocas que conforman el borde litoral. (Fotos N° 102, 103, 104).

6.3.5 Hundimientos

Los hundimientos de tierras se describen como el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca originado a causa de:

- Procesos kársticos
- Depresión de la napa freática
- Labores mineras antiguas o abandonadas
- Fenómenos de licuefacción de arenas, o
- Deficiente compactación diferencial de suelos.

Los hundimientos que se encuentran en la Franja ocurren principalmente por procesos de disolución de rocas o terrenos calcáreos debido a circulación de aguas subterráneas (cavernas naturales), y se encuentran afectando principalmente, áreas de cultivo y carreteras, así como también labores mineras antiguas abandonadas (Fotos N° 105, 106).

6.4 PELIGROS HIDROLÓGICOS Y ATMOSFÉRICOS

6.4.1 Inundaciones

Las inundaciones son eventos naturales recurrentes en la historia dinámica de un río, asociados con:

- Precipitación pluvial continua y abundante en las cuencas húmedas de los valles principales en la mayoría de los casos.
- Volúmenes de descargas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga o conducción de los ríos y riachuelos.

**Cuadro N° 6.15
Peligro de Erosión Fluvial**

Sector y Código de Inventarlo	Características	Efectos
Cuenca del río Mantaro		
Coocha HVC-182	Escarpa con pendiente casi vertical, presencia de derrumbes por erosión fluvial.	Puede afectar a viviendas del poblado de Coocha.
Paica HVC-94	Los bordes de terrazas presentan escarpas de 3 a 5 m por erosión del río Paica. A 150 m aguas abajo se encuentra una zona inundable.	Puede afectar a trocha Huancavelica-Palca en tramo de 100 m, viviendas ubicadas en ambas márgenes y colegio ubicado en la margen izquierda. Requiere defensas ribereñas.
Copca HCY-73	Escarpas de hasta 20 m de altura en el borde de terraza aluvial como consecuencia de erosión de ribera en margen izquierda del río Cunus en un tramo de 1 km.	Puede dañar canal de regadío y terrenos de cultivo.
San Blas HCY-54	Erosión de ribera de terraza en margen derecha del río Cunus, altura de 4 m. También se observa en la margen izquierda.	Puede ocasionar daños a la carretera, terrenos de cultivo y casas en margen izquierda del río.
Ajojuarma HVC-202	Material suelto en cauce de la quebrada llega hasta muros de contención de presa. Origena derrumbes en sectores adyacentes, se observa troncos arrastrados. Se recomienda mejorar drenaje, reconstruir las defensas ribereñas.	Destruyó parte del muro de contención en la margen derecha de la presa del río Huachocolpa.
Puente sobre río Sicra HVC-192	Erosión fluvial en terrazas donde se encuentran ubicadas viviendas, a lo largo del río. En la margen izquierda se observa material de desmonte. Necesita defensas ribereñas en ambas márgenes del río Sicra.	Puede afectar viviendas y puente peatonal.
Angasmayo HCY-56	Erosión de ribera en margen derecha del río Cunus.	Puede afectar tramo de 100 m de carretera Huancayo - Yauyos, puente peatonal (en malas condiciones) y terrenos de cultivo.
Totorobamba AYA-15	Precipitaciones pluviales intensas, de estacionales a excepcionales influyen en la dinámica fluvial, aumentando el caudal y poder erosivo de los cursos de agua.	Aguas del río Apacheta erosionan 200 m de carretera Los Libertadores Huari en el km 267+200. Gavión destruido por la fuerza de las aguas.
Cuenca del río Ica		
Río Ica hacienda Chavalina GDL-62	Material suelto en el cauce del río se observa terrazas aluviales dentro del cauce del río y gaviones antiguos en su margen izquierda.	Afectó terrenos de cultivos, también la bocatoma El Carmen.
Cuenca del río Mala		
Río Tantará HRC-73	Erosión de ribera en ambas márgenes del río Tantará, escarpas de 2 a 4 m de altura en borde de terraza. Tramo afectado de 1 Km. Se recomienda defensas ribereñas.	Puede afectar carretera Quiripa-Huanchac, puente y terrenos de cultivo.
Malecón Checa LMA-11	Defensas ribereñas rotas en ambas márgenes del río. Necesita reforzamiento (enrocado) en ambas márgenes.	Puede afectar canchas de deporte al borde del río y fábrica de papel.
Cuenca del río San Juan-Chincha		
Quebrada Arma/Mirasol TAT-83	Erosión de ribera en la margen derecha del río Arma.	Destruyó base de puente vehicular de concreto (sin inaugurar) y afectó trocha San Juan-Cotas.
Río Tocas - Puente Tocas HVC-94	Pequeñas escarpas en borde de terraza, en cauce de río, márgenes bajas con riesgo de inundación en avenidas y destrucción de puente. De ocurrir avenidas de gran magnitud puede ocasionar inundaciones.	Puede ocasionar daños al puente, carretera, terrenos de cultivo y viviendas.
Cuenca del río Pampas		
Cangallo-Pampa Cruz HPI-3	Precipitaciones pluviales intensas, de estacionales a excepcionales influyen en la dinámica fluvial, aumentando el caudal y el poder erosivo de los cursos de agua.	Afecta 100 m de carretera Cangallo-Huancapi
Mojopampa-Pampa Cruz HPI-41	Presencia de una terraza aluvial erosionada en el sector de Pampa Cruz, terraza de 2 - 3 m de alto que está siendo erosionada en época de lluvias por el río Pampas en un tramo de 800 m.	Afecta terrenos de cultivos del sector Pampa Cruz

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Mojoypampa-Pampa Cruz HPI-68	Erosión del talud inferior de la vía Cangallo - Huancapi por el río Huancapi.	Puede afectar tramo de aproximadamente 20 m de la carretera Cangallo - Huancapi. Se ha construido un gavión para controlar la erosión que afectaría a la vía Cangallo-Huancapi.
Tiopampa HPI-115	Pendiente de 2° del río Caracha e intensas precipitaciones pluviales aumentan su caudal y fuerza.	Afecta terrenos de cultivo, así como la vía Huancasancos - Portacruz, y puede afectar la vía Huancasancos - Carapo (km 13). Zona crítica.
Ccoñas Puquilo ANDA-15	Las márgenes izquierda y derecha afectados por erosión fluvial del río Chumbao. Margen izquierda de 6 - 8 m de alto con pendiente vertical y la margen derecha de 2 a 4 m, de alto.	Sólo existen defensas en el sector de la base militar, el cauce se encuentra colmatado y con lluvias intensas las aguas pueden desbordarse de su cauce y afectar la urbanización.
Cuenca del río Vilcanota		
Parojan-Urcos-Cusco CU-68	Pendiente baja de 5-20°, precipitaciones pluviales intensas, dinámica fluvial. Erosión fluvial-inundación. Erosión de ribera en ambas márgenes del río	Afecta terrenos de cultivo y línea férrea en la margen izquierda.
Cuenca del río Llavero		
Quelloqueilo. Tramo Marcapata - Ocoangate, de la Carretera Transoceánica Asis-Itapari-Cusco	Erosión en ambas márgenes del río Mapocho, afecta plataforma de la carretera y terrenos de cultivo localizados sobre depósitos aluviales medianamente consolidados. Fuertes precipitaciones y la dinámica fluvial son las causas de este fenómeno. Activo	Afecta la carretera en tramo de 300 m. También terrenos de cultivo en forma progresiva.
OCO-30 Carhuayo. Situado a 4 km al NW de Ocoangate- Cusco	Erosión en ambas márgenes del río Mapocho. Puede afectar centro poblado y terrenos de cultivo sobre terraza aluvial del río Mapocho. Fuertes precipitaciones y la dinámica fluvial son las causas de este fenómeno. Zona crítica, activo.	Afecta al poblado de Carhuayo, terrenos de cultivo y en la margen izquierda, algunos tramos de la trocha carrozable.
OCO-65 Uchucuni. Trocha carrozable Ocoangate - Japana. Cusco	Erosión en ambas márgenes del río Mapocho afecta terrenos de cultivo y trocha carrozable sobre depósitos aluviales. Fuertes precipitaciones y la dinámica fluvial son las causas de este fenómeno erosivo. Zona crítica.	La trocha discurre en lecho fluvial en varios tramos. Puede ser inundada y erosionada.
Cuenca del río Inambari		
Río Araza. Sector Tito y Chile Chile. Carretera transoceánica Asis-Puerto Maldonado - Cusco COR-40	Ambas márgenes del río Araza, terrenos de cultivo sobre depósitos aluviales medianamente consolidados. Fuertes precipitaciones y la dinámica fluvial son las causas de este fenómeno. La erosión fluvial produce derrumbes y deslizamientos en ambas márgenes del río.	Terrenos de cultivo
Sector Limaquenco. Tramo Quincemil - Marcapata Carretera Transoceánica Asis-Itapari-Cusco COR-49	Erosión fluvial e inundación en ambas márgenes del río Araza. Plataforma de la carretera y terrenos de cultivo sobre una terraza aluvial compuesta por gravas, arenas y limos, medianamente consolidados. Fuertes precipitaciones y la dinámica fluvial son las causas de este fenómeno.	Afecta terrenos de cultivo en tramo de 300 m. Puede comprometer algunas viviendas.
Mahuyane. Tramo Marcapata - Ocoangate, carretera Transoceánica: Asis - Pto Maldonado - Cusco OCO-13	Erosión fluvial, inundación y desborde en la margen derecha del río Singrena, plataforma de la carretera y centro poblado sobre depósitos aluviales medianamente consolidados. Fuertes precipitaciones pueden provocar la reactivación del fenómeno.	Afecta aproximadamente 50 m de carretera, puentes peatonales y centro poblado.
Sector Cadena. Tramo Quincemil - Marcapata de la Carretera Transoceánica Asis-Itapari-Cusco QUIN-19	Margen derecha del río Araza, plataforma de la carretera sobre depósitos aluviales medianamente consolidados. Zona crítica.	Afecta aproximadamente 400 m de carretera afirmada.

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Sector Sirihua. Tramo Quincemil - Marcapata de la Carretera Interoceánica Asis-Iñapari-Cusco QUIN-25	Erosión fluvial y desbordes en la margen derecha del río Araza, plataforma de la carretera sobre depósitos aluviales medianamente consolidados. Zona crítica ante fuertes precipitaciones.	Afecta aproximadamente 500 m de carretera afirmada.
Sector Sirihua. Tramo Quincemil - Marcapata de la Carretera Interoceánica Asis-Iñapari-Cusco QUIN-42	Margen izquierda del río Araza, plataforma de la carretera sobre depósitos aluviales medianamente consolidados. Zona crítica ante fuertes precipitaciones, tramo fue destruido en 1996. Erosión fluvial y desbordes.	Afecta aproximadamente 600 m de carretera afirmada.

Cuadro N° 6.16
Principales Zonas con Peligro de Erosión Marina

Sector y Código	Características	Efectos
Playa Punta Hermosa LUR-60	Terrazas erosionadas con escarpas de 5-10 m, se observan pequeños muros de contención destruidos.	Puede afectar viviendas que se encuentran en la terraza.
Playa Puerc Field MAL-25	Afloramiento de granodiorita cortado por dique andesítico, erosionado por acción del mar. Se observa estructura de concreto y puente de acceso dañados en sus bases por la erosión.	Puede afectar viviendas de playa y lugar de recreo.
Playa Puerto Viejo/playa Cerro Azul CHC-05A	Afloramiento de andesita cortado por dique volcánico, erosionado por acción del mar. Se observan muros de contención.	Puede afectar casas de playa y lugar de recreo.
Playa San Bartolo LUR-03	La carretera en borde de playa está siendo erosionada por acción del oleaje. Se observó relleno que está siendo destruido.	Afecta carretera de acceso a la playa, se observan huecos en la carpeta asfáltica.

Cuadro N° 6.17
Principales Zonas con Peligros de Hundimientos

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
C.E 1185 A.H 07 de Octubre 1ra. - 3ra. Zona - El Agustino LUR-119	Zona hundida, antiguas labores mineras (abandonadas) donde se han construido colegio y viviendas. Parte del colegio se relleno con cemento. Se observó en el colegio y mercado estructuras en mal estado (vigas rotas, muros rajados, paredes asentadas).	Pueden afectar a 750 alumnos del colegio, viviendas de los alrededores y al mercado.
A.H. Villa Hermosa LMA-09	Antiguo relleno sanitario, cubierto por desmonte, sobre el que se han construido viviendas.	Puede afectar postes de alumbrado público y viviendas del A.H. Villa Hermosa.
Muyurina HVC-152	Oquedades de 3 a 5 m de diámetro por 1 m de profundidad, por procesos kársticos.	Puede afectar trocha Huancavelica - Huando en tramo de 500 m y terrenos de cultivo.

- Se asocian a súbitos aumentos del nivel de aguas en áreas adyacentes a lagos, lagunas y mares.

En un contexto general se diferencian tres tipos principales de inundaciones: terrestres o fluviales, costeras o marinas y lagunares (ver Estudios de Riesgos Geológicos de las Franjas N° 1 y 2).

En el área de la Franja N° 3 se han podido diferenciar dos de los tres tipos de inundaciones, representando un peligro geohidrológico común, producto de avenidas extraordinarias estacionales, como también asociadas al Fenómeno El Niño, y lluvias estacionales que ocurren en las cuencas altas de los ríos principales, tanto de aquellos que drenan al Pacífico, como hacia la vertiente Atlántica.

Entre los ríos principales de la **vertiente del Pacífico** tenemos: Ica, San Juan-Chincha, Cañete, Mala, Lurín, Rímac, que presentan características de valles juveniles, con pendientes moderadas a fuertes, períodos de avenidas estacionales, afectan áreas de cultivo y áreas rurales de las cuencas bajas, con mayores efectos durante los períodos de El Niño.

Entre los ríos de la **vertiente del Atlántico** se encuentran: Pampas, Apurímac, Vilcanota, Tambopata e Inambari, Alto Madre de Dios, con mayores caudales en el período estacional y caudales regulares durante todo el año, dinámica fluvial mayor (valles maduros de cauces amplios y pendientes variables), es frecuente la ocurrencia de inundaciones en sectores de valles interandinos, en valles agrícolas, vías de comunicación y poblados, en los ríos Apurímac, Vilcanota e Inambari, principalmente.

En el Cuadro 6.17 se describen las principales áreas afectadas por inundaciones y separadas por cuencas; asimismo, se muestran algunos ejemplos en las Fotos N° 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114.

6.4.2 Desertificación

La problemática de la desertificación en el Perú ha sido revelada en el Informe nacional para la implementación de la Convención de las Naciones Unidas De Lucha Contra La Desertificación (INRENA, 2000), como uno de los principales problemas del Perú actual, como resultado de la conjugación de factores naturales, económicos y sociales (ver Informe de Riesgos Geológicos en la Franja N° 2; INGEMMET, 2002, Bol. N° 27, Serie C).

6.4.3 Sequías

Se define como la insuficiencia de agua en una región por un período prolongado para satisfacer las necesidades de los elementos bióticos locales. En sentido más estricto, como riesgo natural, depende de la combinación de factores de escasez o ausencia de

Cuadro N° 6.18
Principales Zonas con Peligro por Inundaciones

Sector y Código de inventario	Características	Efectos
Cuenca del río Cañete		
Río Cañete/puente Clarita y Santa Teresa. CHC-10	Bloques y material fluvial suelto en cauce del río y en terrazas adyacentes. También se observa erosión de riberas. Se recomienda defensas ribereñas en ambas márgenes del río.	Afectaría puente, terrenos de cultivo y viviendas.
Río Cañete TUP-96	Material suelto en el cauce del río Cañete. Bloques menores a 10 m y zonas inundables en ambas márgenes del río Cañete.	Puede afectar al puente peatonal, a la carretera (colonia) y terrenos de cultivo. Trazo de carretera fue afectada por la inundación del río Cañete.
Lucmo y Cuiba CHC-016	Zonas inundables. En 1994 al incrementarse el caudal del río Cañete (500 m ³ /s), desbordó su cauce en la zona de Lucmo y Cuiba	Afectó 300 ha de cultivo de pan llevar, 20 viviendas y 200 m a la altura del km 151 de Carretera Panamericana Sur.
Cuenca del río Pisco		
La Bruja GDL-40	Terrenos inundables en ambas márgenes del río Pisco. Se observan terrenos de cultivo arrasados.	Puede afectar viviendas. Afecta carretera en tramo de 4 km a la altura del km 38,5 - 34,5 de carretera los Libertadores Huari.
Viña Alta - fundo Compuerta GDL-43	Terrazas inundables en ambas márgenes del río Pisco. Se observa terrenos de cultivo arrasados.	Puede afectar por sectores 4,5 km de terrenos de cultivo a la altura del km 28 - 23,5 de la carretera Los Libertadores Huari.
San Benito PIS-07	Zonas inundables en ambas márgenes del río Pisco y material suelto en el cauce del río, se observan gaviones destruidos. Necesita encauzamiento del río y defensa ribereña.	Afectó terrenos de cultivo en tramo de 3 km.
Puente Cañapay / río Matagente PIS-09	Zonas inundables de 50 m de ancho a lo largo del cauce del río Matagente. Defensas ribereñas cortadas en ambas márgenes. 200 m aguas arriba, se observa también erosión fluvial.	Afectó terrenos de cultivo. Puente en malas condiciones.
Humay GDL-070	Zonas inundables	Afecta obras viales, carreteras, viviendas y terrenos de cultivos cercanos al río.
Cuenca del río Ica		
Pampa Chacama GDL-61	Material suelto en el cauce del río, se observan terrazas aluviales que han sido inundadas, también se ve el canal destruido de la bocatoma Achirana.	Afectó terrenos de cultivo y canal de la bocatoma Achirana, también la carretera en tramo de 10 km.
Fundo Chanchamayo GDL-35	Terrazas inundables en ambas márgenes del río Pisco. Se observa también erosión de riberas. Escarpas de 5 m.	Puede afectar terrenos de cultivo y carretera en tramo de 4 km a la altura del km 43-39.
Cuenca del río Rímac		
A.H. Gabetta, Mariscal Castilla LMA-032	Zonas inundables del río Rímac.	Destrucción de viviendas; zona crítica entre puente Faucett y desembocadura del río Rímac; afectados los AA. HH. Sta. Rosa, Dulanto, Morales Duarez, Hijos de Estados Unidos.
A. H. Javier Heraud LUR-129	Desborde de una acequia provocado por un huayco.	12 viviendas afectadas, 4 se derrumbaron al no soportar la inundación que socavaron sus bases, en el año 1993.
Río Rímac/ Paríachi LUR-107	Zonas inundables en ambas márgenes del río Rímac. Se observa limpieza del cauce del río y entrocado por sectores. Necesita mejorar defensa ribereña y reforzamiento.	Puede afectar terrenos de cultivo y viviendas de material rústico.
Cuenca del río San Juan-Chincha		
Puente Canyar CHC-01A	Zonas inundables. Cauce de 50 m de ancho. Erosión de riberas en ambas márgenes de río Chico. Con lluvias excepcionales puede repetirse. Se recomienda completar el entrocado y canalización del río.	Afectó terrenos de cultivo. Puede afectar viviendas. Último evento se registró en 1998

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Hacienda Huachacc TAT-168	Zonas inundables	Área afectada de 150 km ² ; afecta obras viales, viviendas y terrenos de cultivo.
Cuenca de río Lurín		
Antioquia LUR-34	Zonas inundables en ambas márgenes del río Lurín, se observa también erosión fluvial que corta las terrazas.	Afecta terrenos de cultivo y viviendas. Carretera Cieneguilla-Huachochiri.
Antioquia LUR-41	Zonas inundables en ambas márgenes del río Lurín, se observan terrazas cortadas con escarpas de 3 m.	Afectó terrenos de cultivo, carretera Cieneguilla-Huachochiri en tramo de 4 km. Se observan también viviendas mal ubicadas.
Malecón Lurín LUR-79	Zonas inundables en la margen derecha del río Lurín. Vestigios de inundaciones al pie de los muros de viviendas aledañas. Se observan muros de contención como protección de riberas erosionadas.	Puede afectar viviendas cercanas al malecón y carretera de acceso.
Cuenca del río Mala		
Río Grande MAL-23	Material suelto en terrazas de inundación, cerca de viviendas. Defensas ribereñas cortadas por dinámica fluvial. Se recomienda canalizar río con enrocado en ambas márgenes.	Podría afectar a viviendas ubicadas en los alrededores de las terrazas de inundación.
Entre bocanoma Bujama - desembocadura MAL-029	Zonas inundables, fueron afectadas por los desbordos en el año 1984.	Daña 100 ha de cultivos de algodón, maíz y manzana de las cooperativas San José y San Pedro; se desbordó 14 km.
Cuenca del río Mantaro		
San Cristóbal CNY-54	Zona de terraza inundable. Viviendas construidas en ella.	Puede afectar viviendas.
Compañía AYA-36	Excesivas precipitaciones pluviales aumentan caudal y carga del río Pongora deborándose por su margen derecha.	Afecta una extensa área de terrenos de cultivo en cada temporada de lluvia.
Cuenca del río Pampas		
Cangallo HPI-2	Lluvias estacionales provocan desbordos por la margen izquierda del río Pampas.	Inundación de terrenos de cultivo.
Cangallo HPI-9	Lluvias estacionales intensas aumentaron caudal del río Macros, obras de defensa.	En el 2001 afectó el Sector Invasión, inundando losas y viviendas de material noble.
Pampa Cruz-Isiapampa HPI-40	Lluvias estacionales aumentan caudal y desborda al río Pampas inundando terrenos agrícolas, en sector de aproximadamente 500 X 220 m.	Afecta terrenos de cultivo y el río puede ingresar al sector de Pampa Cruz afectando viviendas, escuelas y terrenos de cultivo.
Chiribamba HPI-49	Río Vizchongo inunda tramo de 400 m de la carretera Pampa Cangallo - Vichashuamán.	Afecta tramo de 400 m de la carretera Pampa Cangallo - Vizchongo (km 29)
Coicabamba HPI-104	El río Cumalpaccha tiene de 8 a 12 m de ancho, con caudal medio estimado de 1,5 m ³ /s (época de lluvias).	La escuela de la comunidad de Coicabamba y terrenos de cultivos, de la margen derecha del río presentan evidencias de haber sido afectados por fenómenos de inundación.
Chumbao ANDA-17	La margen derecha se encuentra entre 1,5 y 2 m de alto con respecto al caudal del río Chumbao.	Afecta algunas viviendas del centro poblado Chumbao durante lluvias excepcionales. Podría inundar al cuartel de Ingeniería del ejército.
Cuenca del río Llaverio		
Sunchubamba, Paucartambo, Cusco. Margen izquierda del río Mapocho CAL-14	En depósitos aluviales medianamente densos, dinámica fluvial y fuertes precipitaciones. Inundación y erosión fluvial.	En la actualidad afecta terrenos de cultivo, pero puede afectar al poblado de Sunchubamba (Escuela Virgen del Rosario)

Sector y Código de Inventario	Características	Efectos
Río Carbón, tramo Pillicopata-Shintuya. Cusco PIL-10	<p>Cuenca del río Alto Madre de Dios</p> <p>En época de fuertes precipitaciones, este río discurre violentamente formando palizadas que pueden atrapar personas y vehículos. Inundación. Desbordes, crecidas y palizadas.</p>	Afecta 850 m de la trocha carrozable hacia Shintuya.
Casa Huirí. Túnel de descarga de la central hidroeléctrica de San Gabán. AYP-55	<p>Cuenca del río Inambari</p> <p>Margen derecha del río San Gabán. En depósitos aluviales medianamente densos, dinámica fluvial y fuertes precipitaciones. Actualmente protegido por enrocados. Activo. Inundación y erosión fluvial</p>	Puede afectar tramo de 200 m de la Carretera Interoceánica Asís - Puerto Maldonado - Puno.
Río Araza. Quincemil, Cusco. QUIN-10	Por la suave pendiente, el río divaga en un amplio cauce (3 km), formando islas e inundando terrenos aledaños. Inundación, desborde, crecida	Afecta terrenos de cultivo.
Río Araza. Tramo Quincemil - Marcapata, de la Carretera Interoceánica Asís-Ihapari-Cusco QUIN-22	La carretera (trocha carrozable) discurre al mismo nivel que el río. Las fuertes precipitaciones y la pendiente del río son las causas de este peligro. Se distinguen inundación, erosión fluvial, desbordes y huaycos. Zona crítica.	Afectan considerablemente, el tráfico hacia Quincemil - Puerto Maldonado - Ihapari- Asís (Brasil).

precipitaciones, de la capacidad de almacenamiento del suelo, evapotranspiración, y de la ocurrencia del fenómeno en relación con el ciclo vegetativo anual.

Las sequías en nuestro país, están asociadas a la anomalía climática del Pacífico Sur (Ver Acápite 3.1.3).

En su conjunto, el ámbito del estudio se considera dentro de las áreas afectadas por sequías, principalmente la de los años: 1962: Sequía en la mayor parte del territorio peruano, 1966-67: Sequía en el Altiplano (Puno), 1982-83: Sequía en la región sur y el Altiplano. Un balance de las pérdidas de la producción agrícola y pecuaria para la zona sur durante los años anómalos 1982-83, muestra las mayores pérdidas para el departamento de Puno, seguido por el de Cusco (Cuadro N° 6.19).

Cuadro N° 6.19
Balance de Pérdidas por las Sequías Ocurridas en 1982-1983

Zona	Agrícola		Pecuario
	Hectáreas Afectadas	Pérdidas en Millones de Soles	Pérdidas en Millones de Soles
Cusco	66 418,00	28 742,80	1 256,00
Puno	80 234,00	79 160,00	21 099,00
Apurímac	40 775,00	15 793,60	5 857,00
Ayacucho	42 108,00	22 361,40	-----

6.4.4 Heladas

Los fenómenos más adversos al que están expuestos los cultivos de tierra fría, son las heladas, donde el descenso de la temperatura del medio ambiente se halla por debajo de 0 °C, hacia valores negativos.

En el área de la Franja N° 3 ocurre en las zonas altoandinas, principalmente en las partes altas de Cusco (Foto N° 115), Ayacucho, Huancavelica y Abancay, y generalmente causan daños a los seres humanos (infecciones respiratorias, neumonía), como también afectan principalmente a la agricultura.

Datos compilados de los últimos años registran heladas que afectaron los sectores de la franja mostrados en el Cuadro N° 6.19.

6.4.5 Granizadas

Precipitaciones sólidas como granizadas y nevadas, causan daños al sector agrícola y ganadero especialmente a terrenos de cultivo y pastizales, así como también a las vías de comunicación.

En los trabajos de campo se identificaron los siguientes sectores de carretera afectados con interrupciones de paso vehicular normal en abras principales:

- Abra Málaga (carretera Ollantaytambo-Quillabamba)
- Abra de Amparaes (carretera Calca-Quebrada-Quiteni)
- Abra de Lares (carretera Calca-Lares)

Otras carreteras afirmadas y/o trochas de uso interprovincial e interdepartamental, y algunas de uso del sector minero, que por ubicarse en zonas elevadas, por encima de los 4 500 msnm, cerca de áreas morfológicas de montañas elevadas, con presencia de nieve temporal o estacional, también es posible que pueda suscitarse la interrupción vial por granizadas, como en las carreteras:

- Ccatca-Ocongate
- Huancarani-Paucartambo

Cuadro N° 6.20

Daños por Efecto de Granizadas, Heladas y Veranillo entre setiembre y diciembre de 2001

DRA	Situación	
	Problemas Existentes	Acciones Emprendidas
Ayacucho	Efectos de heladas, granizada y veranillo (superficie perdida: 2 758 ha, afectada 20 466 ha y 30 355 familias damnificadas). También ha sido afectado el 85% de los pastos naturales, comprometiendo a la actividad ganadera.	La DRA (Dirección Regional de Agricultura) ha efectuado la evaluación técnico-económica. Se cuenta con plan de contingencia.
Apurímac	Rehabilitación de efectos de sequía, vientos, granizadas y heladas (superficie perdida: 3 367 ha, afectada 29 308 ha). También resultaron afectados pastos naturales perdiéndose 2 221 cabezas de ganado bovino, 1 921 ovinos y 1 853 camélidos sudamericanos.	Con una inversión de S/. 213 810 de la ex-UOPE, la DRA ha apoyado a 23 143 productores afectados con asistencia técnica, capacitación, maquinaria agrícola, fungicidas, fertilizantes, y semilla.
Huancavelica	Rehabilitación de granizadas y heladas (superficie afectada: 4 463 ha, 1 802 ha perdidas y 5 479 familias damnificadas). Durante el mes de enero se produjeron heladas en las provincias de Acobamba, Angaraes, Huancavelica, Castrovirreyna Churcampa y Tayacaja.	Resiembra de cultivos de cebada y trigo con semillas del productor y apoyo con semillas cebada y fertilizantes. Asistencia técnica para las labores agronómicas tendientes a recuperar los cultivos afectados.
Cusco	Rehabilitación de sequía y granizadas (superficie afectada: 3 655 ha, 589 ha perdidas).	No se cuenta con recursos económicos para situaciones de emergencia y rehabilitación.

Fuente: Ministerio de Agricultura (2002: www.portalagrario.gob.pe:8080/webopa/POgpa/foro/3foro/tercera.html)



Foto N° 21 Caída de rocas en el cerro Pichajani, carretera Corani-Isivilla (Dist. Corani, Prov. Carabaya, Puno).



Foto N° 22 Caída de rocas en el sector de Aymañana, carretera Maña-Acanchara (Dist. Corani, Prov. Carabaya, Puno).

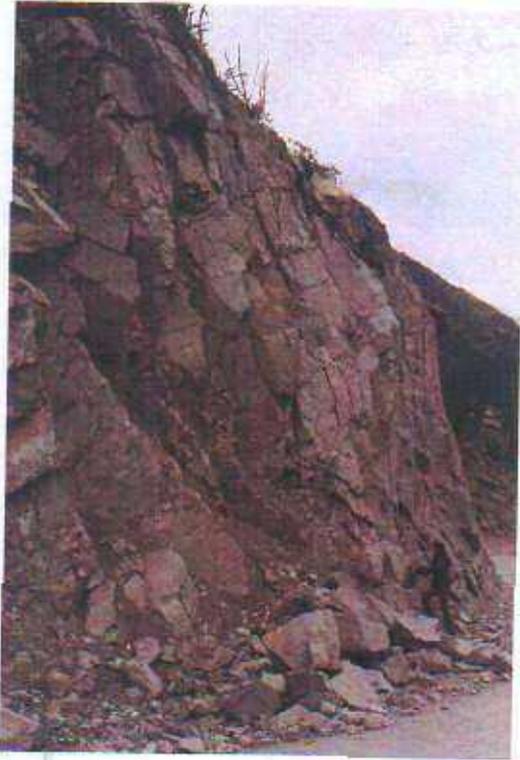


Foto N° 23 Caída de rocas en el sector de Ollanchi, carretera Huarochiri-Langa.



Foto N° 24 Zona de derrumbes en el sector del Malecón de La Marina, carretera Costanera, que afecta tránsito vehicular.



Foto N° 25 Vista de la presa de Tablachaca (Tayacaja, Huancavelica). En la margen derecha del río Mantaro se observan derrumbes, que podrían afectar al embalse.



Foto N° 26 Derrumbes en la carretera Santa María-Santa Teresa, sustrato muy fracturado y corte del talud de fuerte pendiente. Existe probabilidad de que rocas caigan por vuelcos.

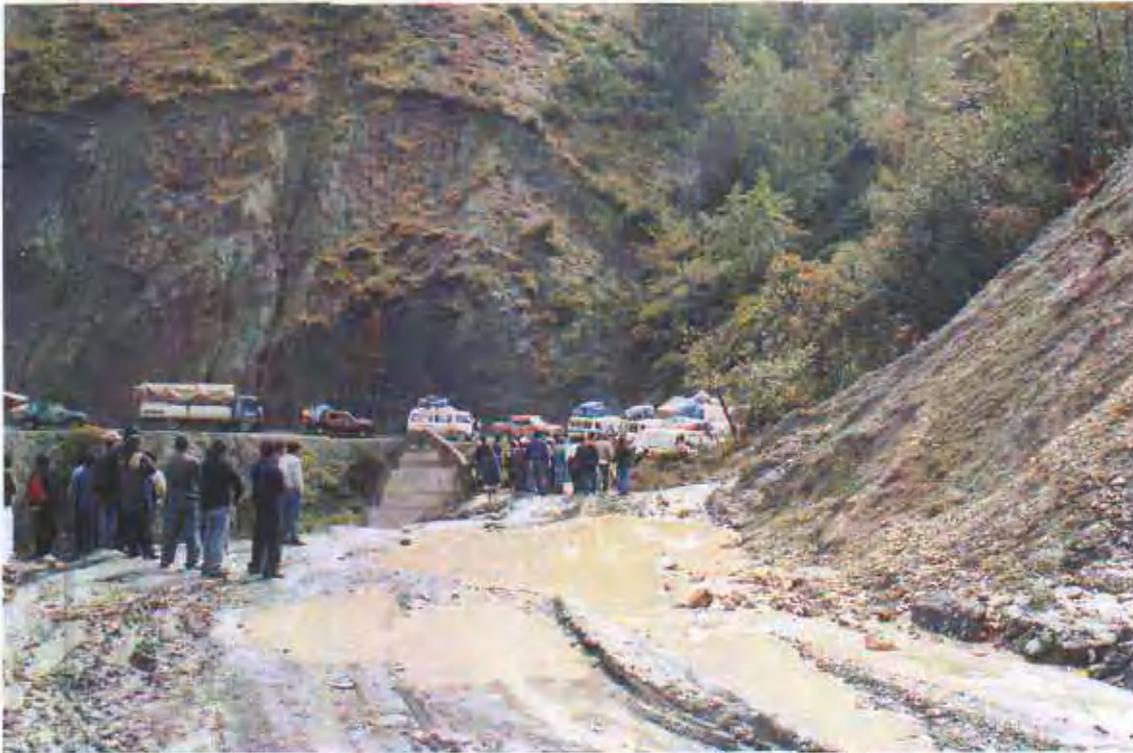


Foto N° 27 Zona de derrumbes en la carretera Jano-Tambo (Ayacucho). En temporada de lluvias la vía es interrumpida volviéndose intransitable.



Foto N° 28 Derrumbes en tramo de un kilómetro en la carretera río Blanco - Chullana, por la presencia de rocas intrusivas muy fracturadas con taludes de 45°.



Foto N° 29 Derrumbes en el sector Pillcopata (Kcosñipata-Cusco), en depósitos cuaternarios inconsolidados.



Foto N° 30 Derrumbes por fracturamiento de tipo planar en esquistos, que afectan la trocha carrozable San Miguel - San Antonio (Ayacucho).



Foto N° 31 Derrumbe y caída de rocas en talud de corte de carretera, km 97+750 vía Cusco - Santo Tomás (tramo de 300 m). Conglomerados y areniscas muy fracturadas en talud de fuerte pendiente.



Foto N° 32 Derrumbes en la margen izquierda del río Inambari por erosión fluvial (Madre de Dios).



Foto N° 33 Zona de derrumbes antiguos (presencia de cicatrices) en el cerro Tatamara, margen izquierda del río Blanco (San Gabán - Puno).

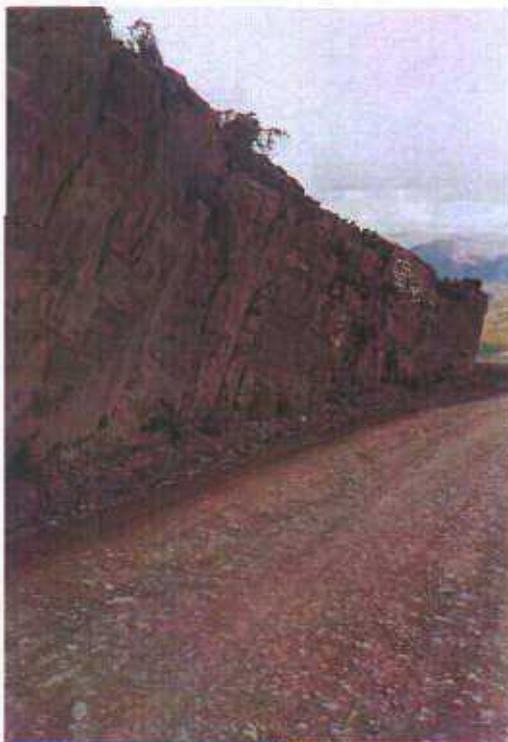


Foto N° 34 Vuelco de rocas en el cerro Chancaray, carretera Ñahuinpuquio-Pampas, km 54.



Foto N° 35 Vistas del nevado de Chicón (Urubamba), se observan dos glaciares agrietados que podrían producir aludes o avalanchas. Nótese igualmente el marcado retroceso glaciar del nevado.



Foto N° 36 Vista de los nevados de Palcay (Cordillera de Vilcabamba), se observan glaciares colgados. Peligro de aludes o avalanchas que pueden comprometer a la C.H. de Machu Picchu.



Foto N° 37 Nevado Salcantay en la Cordillera de Vilcabamba. Obsérvese los glaciares colgados que pueden provocar aludes y afectar la C.H. de Machu Picchu.



Foto N° 38 Nevado Palcay, donde se distinguen glaciares colgados críticos, sobre morrenas poco consolidadas, que pueden provocar aludes y aluviones.



Foto N° 39 Nevado Auzangate: vista del agrietamiento de glaciares colgados que pueden provocar avalanchas.



Foto N° 40 Vista del estado actual de los glaciares colgados del nevado Ccallangate que pueden generar avalanchas.



Foto N°41 Deslizamiento en el sector de Quebrada Anjojahua (Cotabambas-Cusco), que afecta tramo de trocha carrozable que conduce a poblado de Chacaro.



Foto N°42 Deslizamiento en el sector de Labrampata, que muestra una zona de arranque circular; compromete carretera Acomayo-Acos (Cusco) y terrenos de cultivo. Probablemente represó temporalmente el río Acomayo.

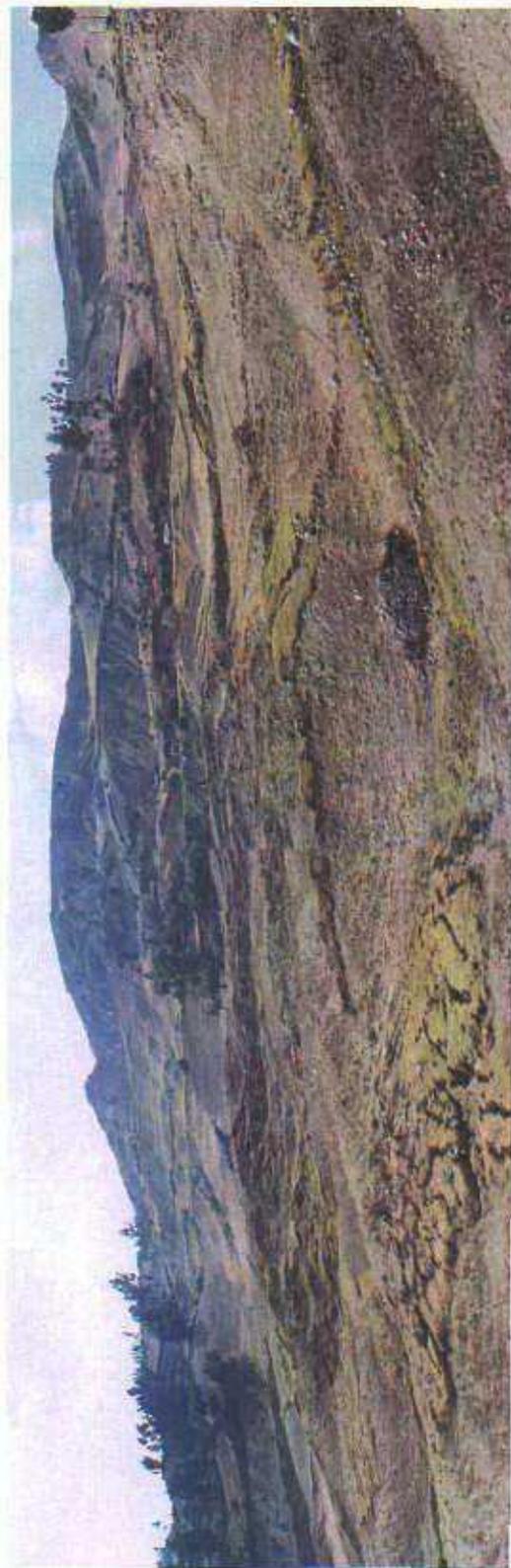


Foto N° 43 Deslizamiento activo de Rancho (Ayacucho), que afecta vía Libertadores Huari (km 322).



Foto N° 44 Deslizamiento traslacional encima del poblado de San Sebastián (Cusco). Se aprecia agrietamientos sobre la zona de arranque. Capas rojas afectadas por erosión de laderas que generan a la vez derrumbes y/o deslizamientos.



Foto N° 45 Deslizamiento en el sector de la quebrada Mayllot, sector de San Miguel (Paccaritambo-Cusco); agrietamientos en una superficie de 100 x 500 m que está afectando terrenos de cultivo. Se distinguen también pequeños flujos de material, ocasionados por saturación del suelo.



Foto N° 46 Deslizamiento de Cayara (Chincheros-Apurímac) ocurrido en 1983. Actualmente la zona se encuentra estable, sin embargo el poblado de Cayara debería reubicarse por estar ubicado en terrenos que están asentándose debido a filtraciones de agua.



Foto N° 47 Pie de los deslizamientos en el sector de Tucsipampa (Huancavelica), que está afectando a puentes vehiculares y carretera Lircay-Huachocolpa.



Foto N° 48 Deslizamiento traslacional que afecta carretera Tócas-Paucarbamba, sector de Huaribambilla, (Dist. Paucarbamba, Prov. de Churcampa, Huancavelica)



Foto N° 49 Deslizamiento de Pallancoyoc, sector de Pampacancha, (Dist. Ocongate, Quispicanchis, Cusco). Se observa el salto reciente en la parte superior.

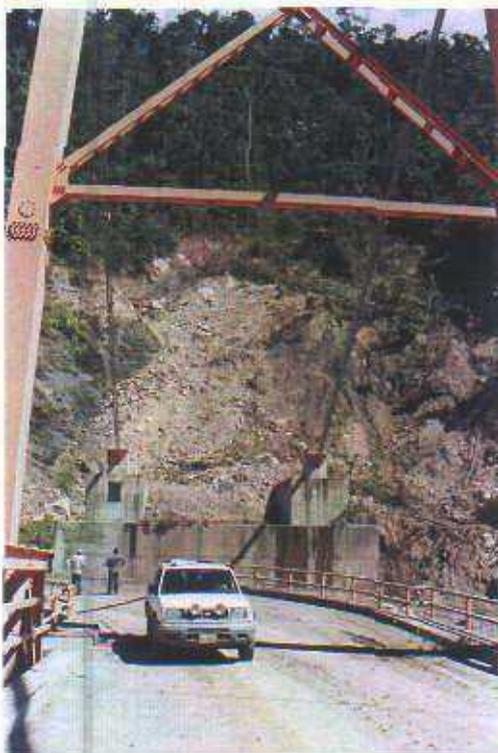


Foto N° 50 Deslizamiento en la margen izquierda del río Chaspa, puede afectar estribo izquierdo del puente Otorongo, en el sector Puerto Leguía (distrito San Gabán, Puno)

Foto N° 51 Deslizamiento antiguo de Huatamarca (Dist. Coasa, Prov. Carabaya, Puno). Deslizamiento de gran magnitud con reactivaciones al pie del mismo.



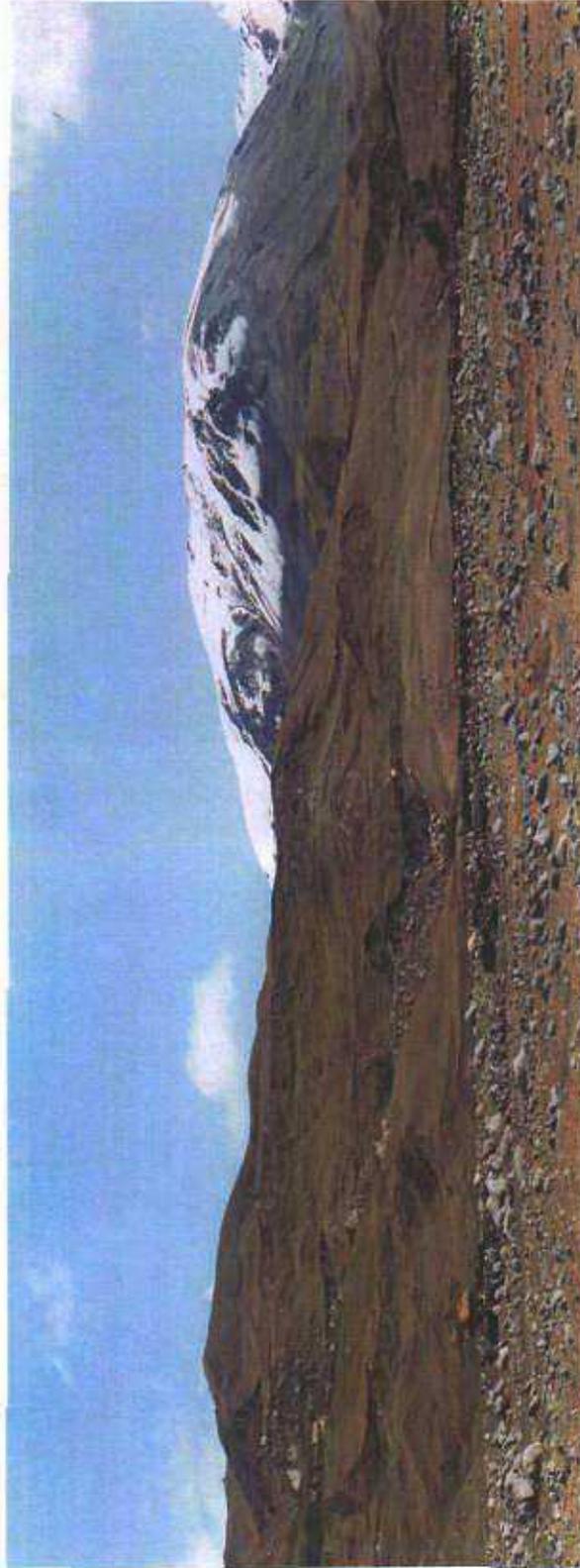


Foto N° 52 Deslizamiento en Yanacullpa, en la margen derecha del río Chimboya. Sector de afianzamiento hídrico de la C. H. de San Gabán.



Foto N° 53 Huayco en la quebrada Cuculí-Chilca que afecta viviendas, terrenos de cultivo y tramo de carretera Cuculí-Piedra Grande (Dist. de Mariatana, Prov. de Huarochirí, Lima).



Foto N° 54 Huayco excepcional en la quebrada Jacaya que afecta carretera Cañete-Lunahuaná (distrito de Pacarán, Cañete-Lima).



Foto N° 55 Huayco periódico en el sector de Invasión (poblado de Cangallo); en marzo de 2001 afectó parte del poblado.



Foto N° 56 Huayco que ocurre periódicamente en la quebrada Mulalullapacana, afecta la vía Paucartambo-Colquepata.



Foto N° 57 Huayco en la quebrada Huayllanca (poblado de Tana, Dist. de Hongos, Prov. Yauyos), en 1998 afectó centro educativo y plataforma deportiva.



Foto N° 58 Huayco en la quebrada Sierra Bella (Prov. Paucartambo-Cusco), que ocurrió el 21 de marzo de 2002, afectando terrenos de cultivo del sector, así como tres desarrollos de la carretera vía Cusco-Paucartambo y 4 viviendas.

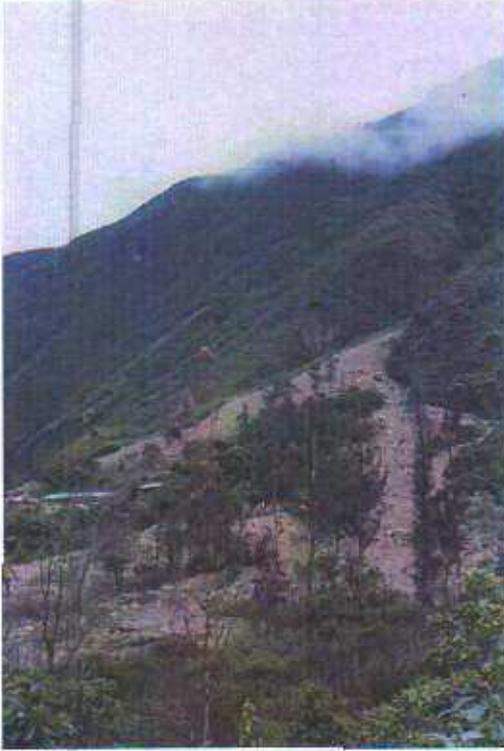


Foto N° 59 Derrumbe-flujo en el poblado de Chile Chile (Quispicanchis-Cusco), que afectó viviendas y terrenos de cultivo en 1998.

Foto N° 60 Huayco de la quebrada Aguas Calientes (Machu Picchu-Cusco), que en 1996 afectó la infraestructura de los baños termales, la vía férrea y el poblado de Aguas Calientes.





Foto N° 61 Huayco en el río Araza, afectó el puente Armacho de la carretera Quincemil-Marcapata (Carretera Interoceánica Asís-Cusco), Quispicanchis-Cusco.



Foto N° 62 Huayco en la quebrada Llocllamayo, carretera San Gabán - Puente Otorongo (Carretera Interoceánica Asís - Puno).



Foto N° 63 Reptación de suelos en el sector Chaltumpe (Dist. Corani, Prov. Carabaya, Puno), que afecta terrenos de cultivos en la margen izquierda del río Jarampa.



Foto N° 64 Ladera del cerro Pisco Orjo, constituida por una delgada cobertura superficial afectada por reptación de suelos, que afecta pastizales.



Foto N° 65 Reptación de suelos en el sector de Huayanay (carretera Huancavelica-Palca), que afecta terrenos de cultivo, pastizales y tramo de carretera.



Foto N° 66 Reptación de suelos en el sector de Chaupiloma , cerca a Ituata (Carabaya-Puno).



Foto N° 67 Aluvión de Santa Teresa (Cusco).



Foto N° 68 Flujo en la Quebrada Jaujallo, margen derecha del río Macusani (Puno).



Foto N° 69 Aluvión del río Aobamba que destruyó la Central Hidroeléctrica de Macchu Picchu en 1996.



Foto N° 70 Flujo en la quebrada Chiforongo, margen derecha del río Inambari (Inambari-Madre de Dios), Carretera Interoceánica, tramo Asis - Masuco.



Foto N° 71 Deslizamiento-flujo de Uralla ocurrido el 16 de marzo del 2000, causando la muerte de 22 personas.



Foto N° 72 Derrumbe-flujo ocurrido en la quebrada Paccha Grande, que en 1996 provocó el aluvión que destruyó la C. H. de Machu Picchu.



Foto N° 73 Deslizamiento de Cocha y Pumaranra (Abancay). Deslizamiento de tipo planar con flujo de material que ocurrió el 18 de febrero de 1997, dejando 51 muertos, 200 desaparecidos, 60 viviendas destruidas y 50 ha de terrenos de cultivo afectadas.



Foto N° 74 Deslizamiento-flujo en el sector de Huancarcocha (Prov. de Calca-Cusco), con reactivaciones recientes en el lado izquierdo (derrumbes) en la zona de arranque. Afecta pastizales y terrenos de cultivo y tramo de carretera Calca-Quiteni.



Foto N° 75 Derrumbe-flujo que afecta vía de acceso a la ventana N° 2 de la C.H. de San Gabán, así como un tramo de la Carretera Interoceánica Asís - Puno (Dist. de San Gabán, Carabaya-Puno).

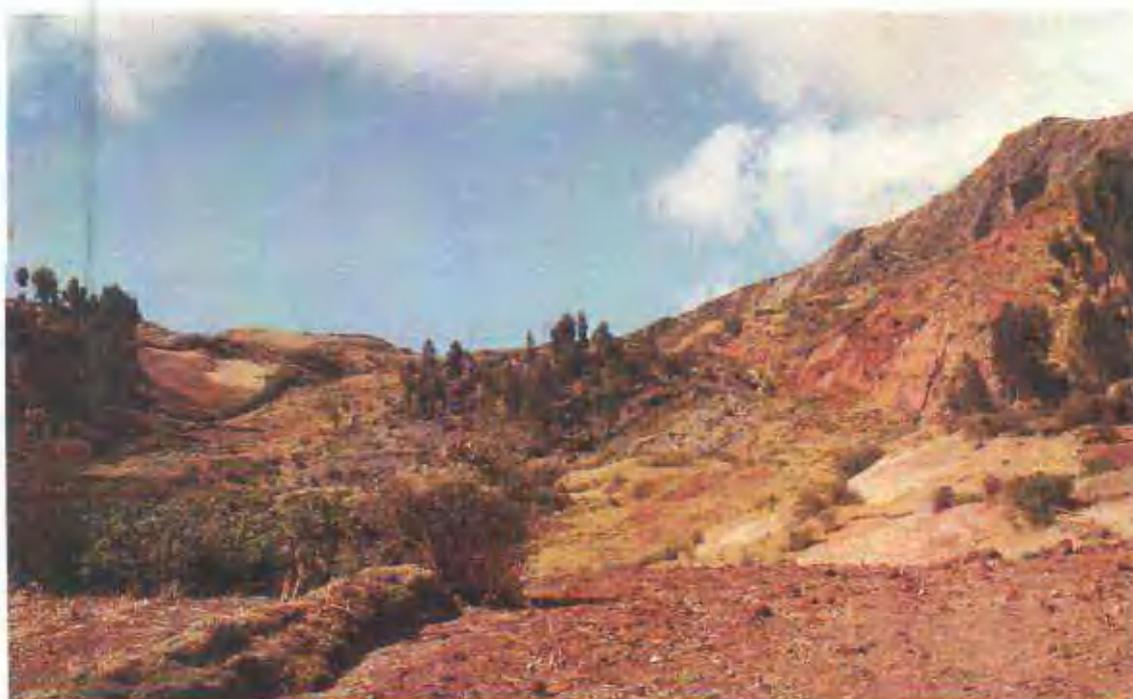


Foto N° 76 Dos vistas del deslizamiento-flujo de Ranraccasa (Prov. de Paruro-Cusco), que afecta actualmente tramo de carretera Cusco-Paruro. Flujo de deslizamiento inactivo joven, reactivado por sectores, cuya zona de arranque compromete sustrato volcánico, y cuyo material recorrió gran distancia aguas abajo hasta cerca del poblado de Yaurisque. Agrietamientos en el cuerpo del flujo.

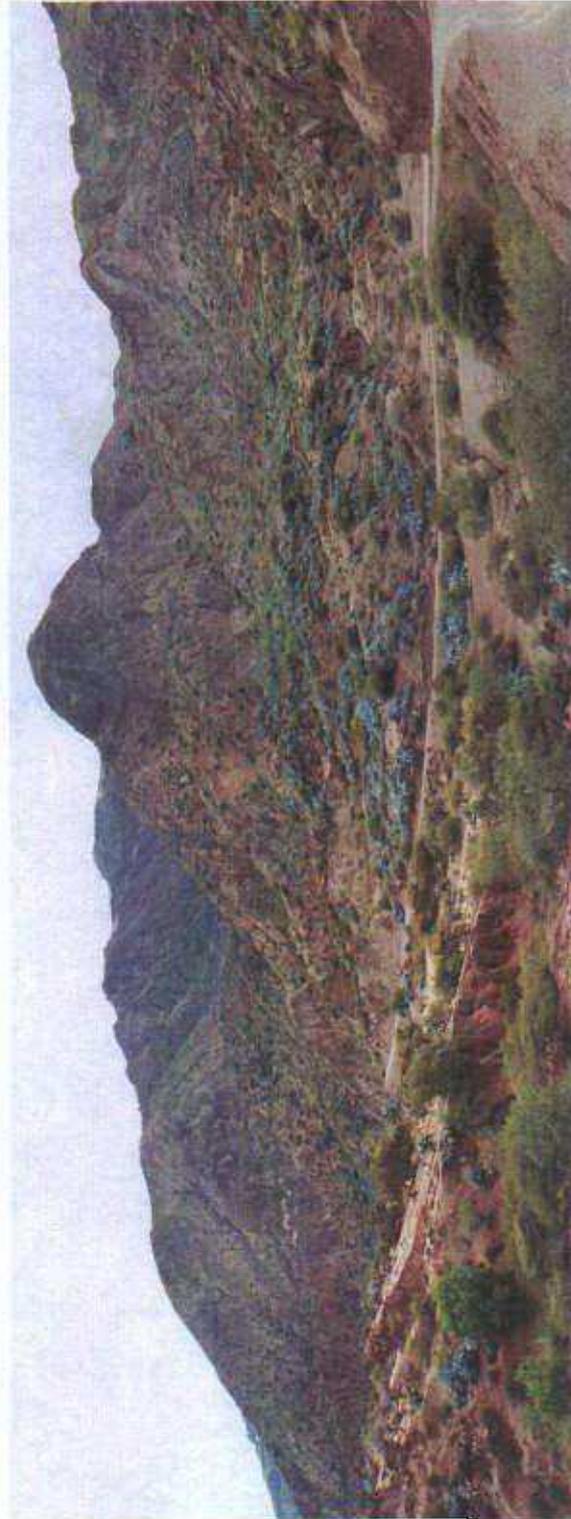


Foto N° 77 Deslizamiento-flujo en el cerro Orjoy, que afecta un tramo de la carretera Mayocc-Huancayo.

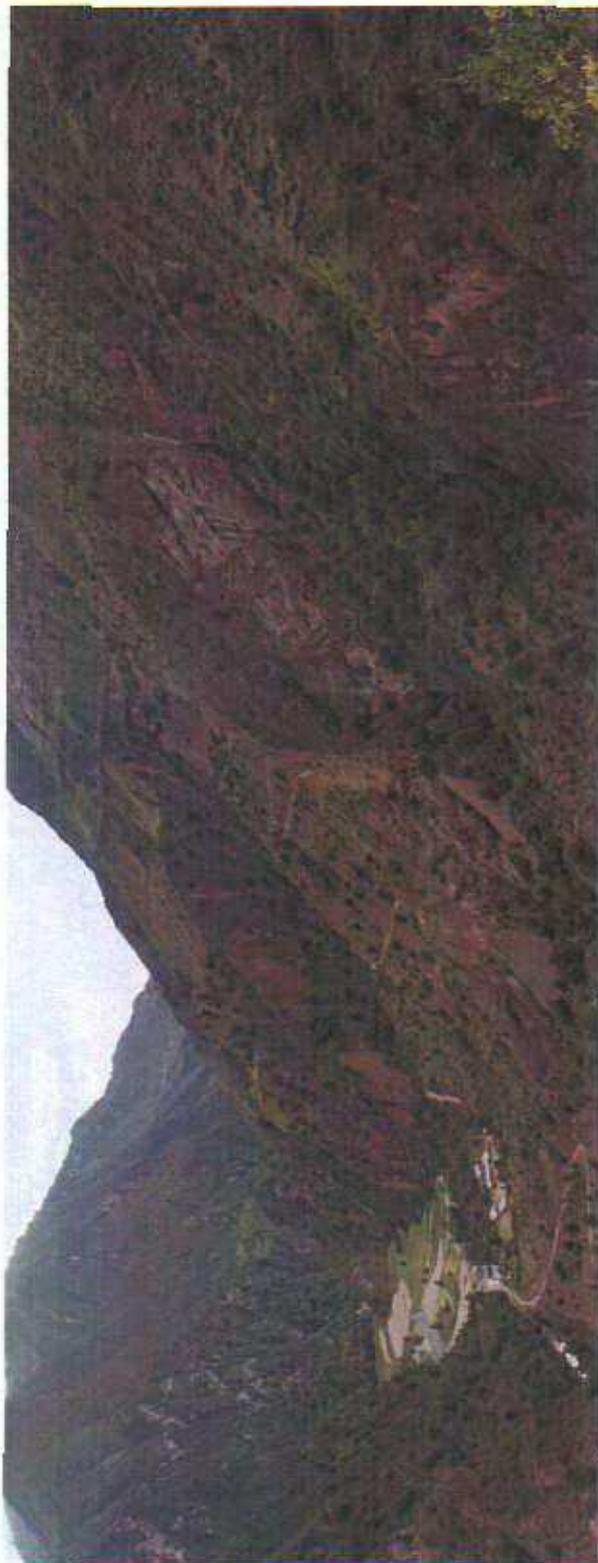


Foto N° 78 Deslizamiento-flujo en el sector de Tincoc (Prov. de Paruro-Cusco), que represó el río Veille, cerca de su desembocadura al río Apurímac. Nótese la cerrada del valle por el cuerpo deslizado, donde posteriormente se ha construido la carretera vía a Santo Tomás. En el mismo sector se presentan derrumbes por corte del talud.

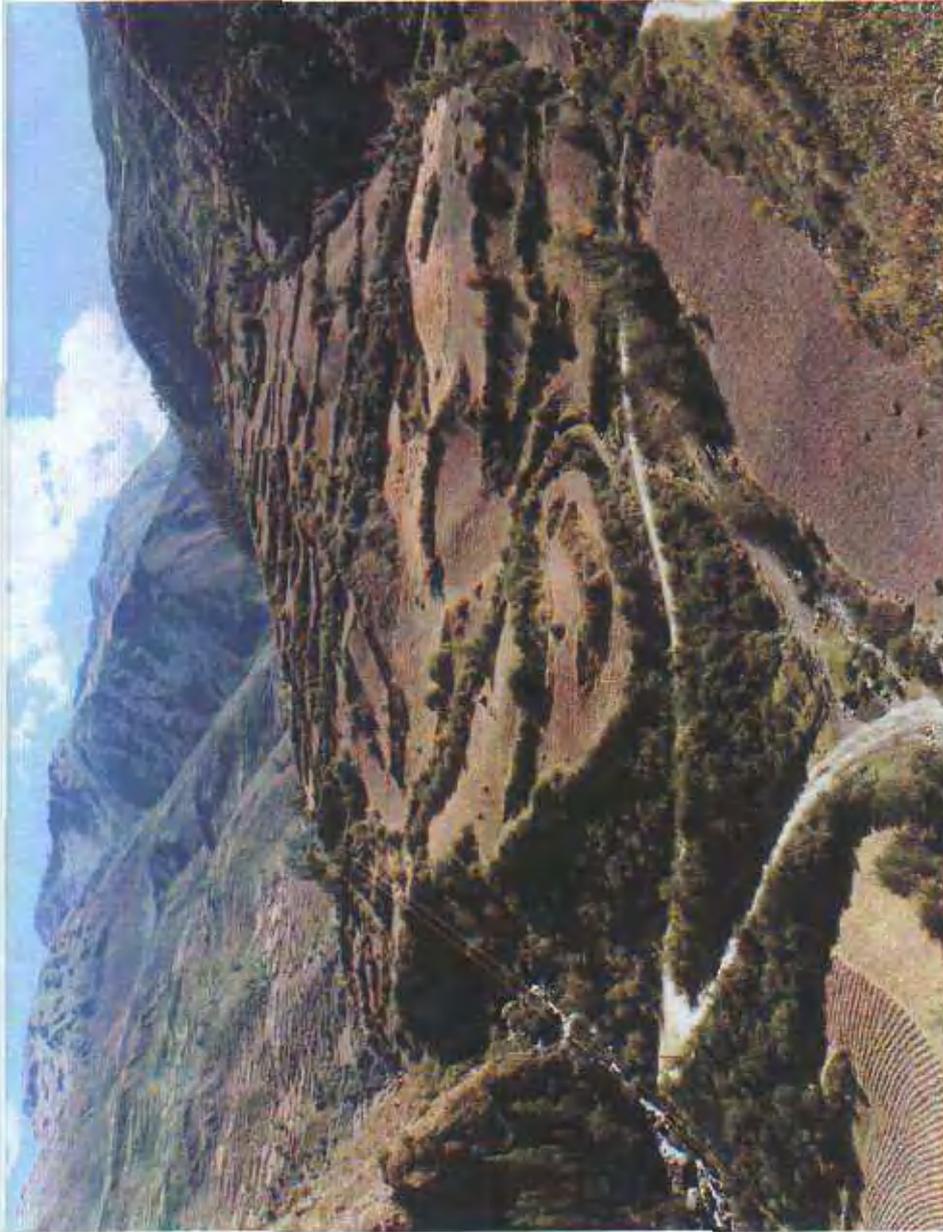


Foto N° 79 Deslizamiento-flujo (inactivo-maduro) en el sector de Marcacocha (Prov. de Urubamba-Cusco), que represó el río Patacancha. Nótese el cierre del valle por el material del flujo.

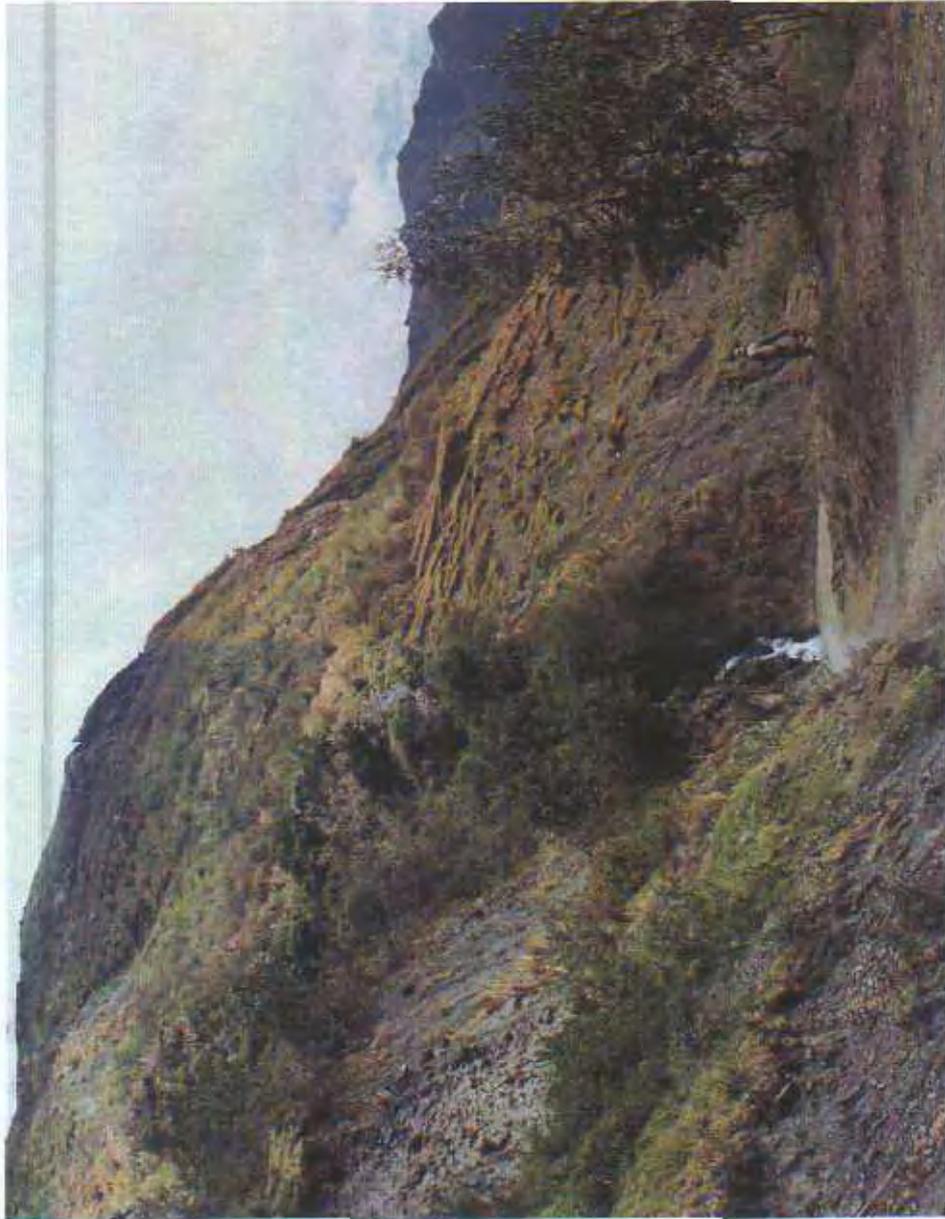


Foto N° 80 Deslizamiento activo de tipo rotacional-traslacional en talud superior de carretera Lares-Manto; (Calca-Cusco) compromete tramo de 150-200 m de carretera y terrenos de cultivo.



Foto N° 81 Arenamiento que afecta a la antigua Carretera Panamericana Sur, sector de la playa Sarapampa (Asia).



Foto N° 82 Erosión de Laderas-flujo en el sector de Mahuayllane (Dist. Ocongate, Quispicanchis-Cusco).



Foto N° 83 Erosión de laderas (en cárcavas) en el cerro La Picota, sector oeste de la ciudad de Huamanga.



Foto N° 84 Erosión de laderas en el sector de San Lorenzo (Prov. de Paruro, Cusco); cárcavas de hasta 5 m de profundidad que afectan terrenos de cultivo.



Foto N° 85 Erosión de laderas en el sector de Charjaja-Pinahua (Oropesa, Cusco), donde se distinguen procesos de reforestación para evitar el avance de la erosión de tierras de cultivo.



Foto N° 86 Erosión de laderas en el sector de Huariscas Chico (Chupaca, Huancayo) que afecta carretera Chupaca-San José de Quero.

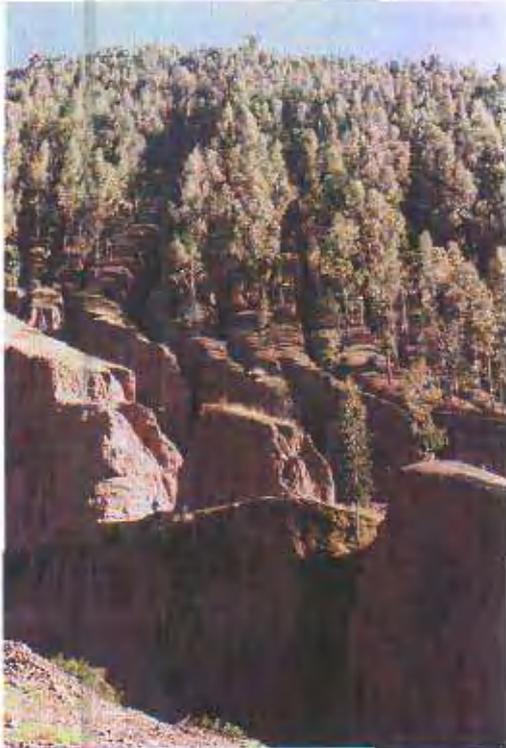


Foto N° 87 Erosión de laderas muy avanzada, que está originando derrumbes y flujos en el sector de Andabamba (Huancavelica).



Foto N° 88 Erosión de laderas (cárcavas) en el cerro Collamequi (sector Llocllora, Dist. de Chacapuque, Prov. de Canchis, Cusco).



Foto N° 89 Erosión de laderas (en cárcavas) en el sector de San Sebastián (Cusco).



Foto N° 90 Erosión de laderas en el Sector Colquepata, Prov. Paucartambo (Cusco).



Foto N° 91 Erosión fluvial en la margen derecha del río Pampas que afecta la carretera Cangallo-Huancapi (Ayacucho), en tramo de 500 m

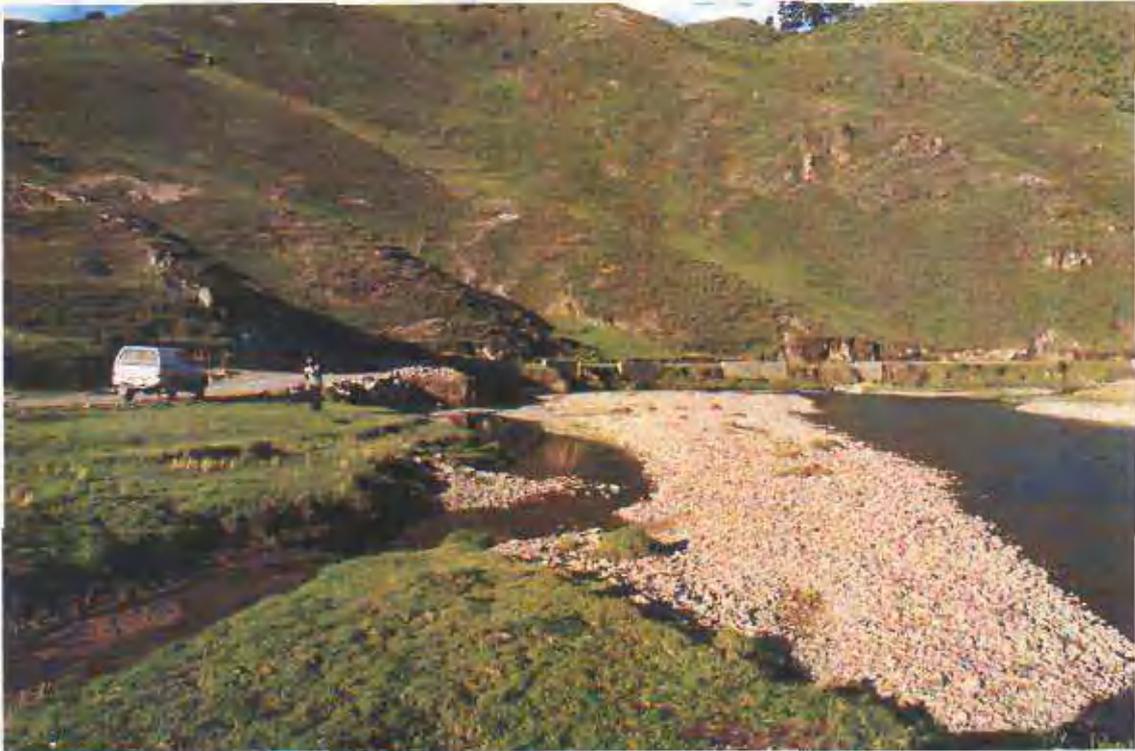


Foto N° 92 Erosión fluvial e inundación en la margen izquierda del río Vischongo, sector Pueblo Libre (Prov. Vilcas Huamán, Ayacucho), que afecta tramo de la carretera Cangallo-Vischongo.

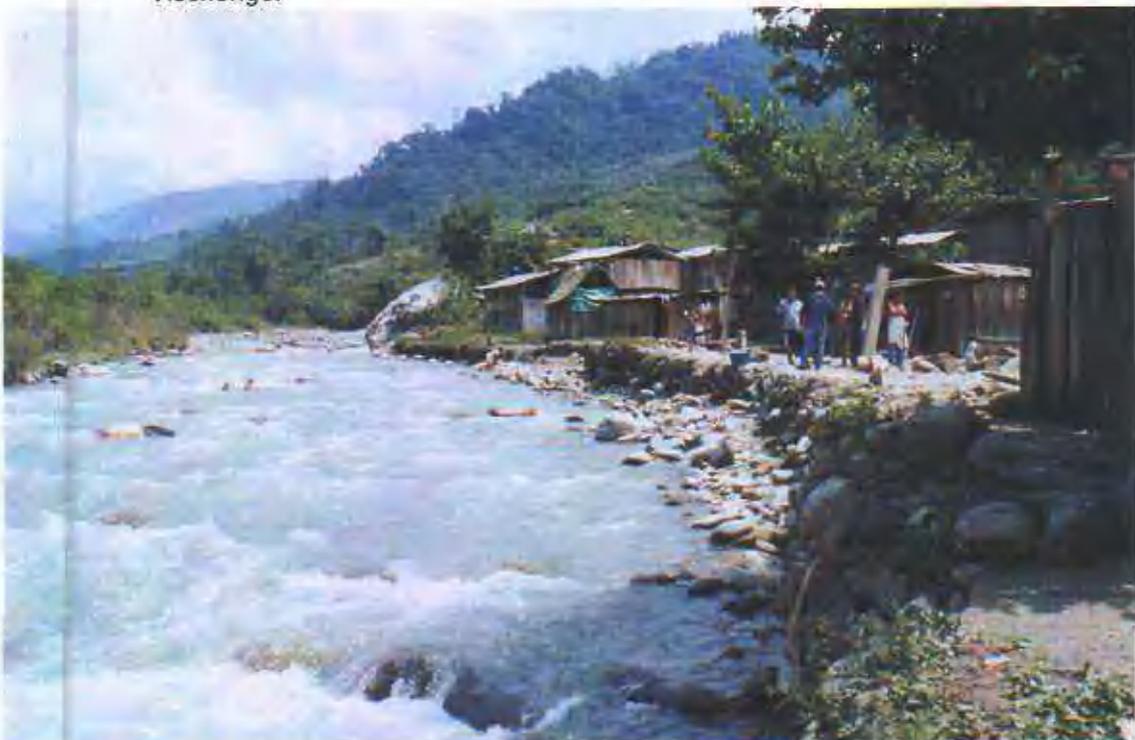


Foto N° 93 Zona de inundación y erosión fluvial en el sector de Gloria Amargura, margen izquierda del río Tincuy (Dist. de Llochegua, Prov. de Huanta, Ayacucho). 80 familias viven en zona de alto riesgo.



Foto N° 94 Erosión fluvial en la margen izquierda del río Vilcanota, frente a Sierra Bella (Prov. Paucartambo, Cusco). Nótese que el río está erosionando un tramo de carretera Huambutio-Písac.



Foto N° 95 Erosión fluvial en la margen derecha del río Ica, sector Labanda, afecta tramo de carretera Guadalupe-Santiago de Chocorvos (Dist. de San José de los Molinos, Ica).



Foto N° 96 Erosión fluvial en la margen derecha de la quebrada Cuncomayo, afecta la carretera a Paucartambo (Cusco).

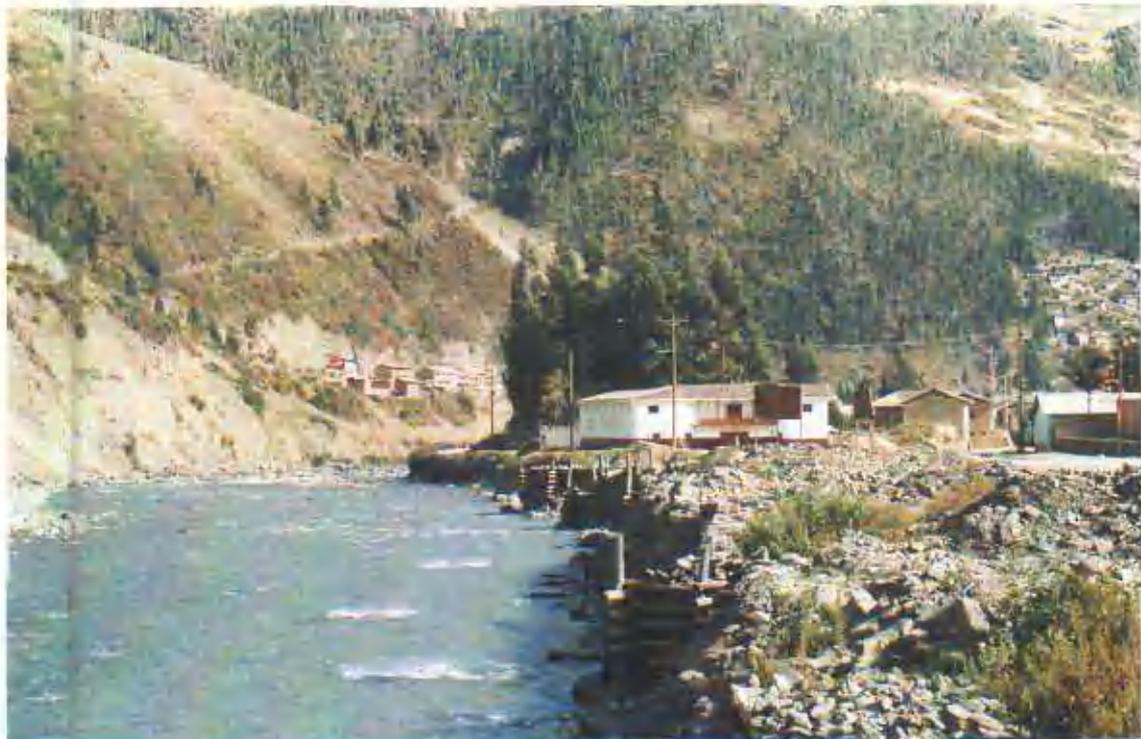


Foto N° 97 Erosión fluvial en la margen derecha del río Mapocho, afecta un sector del centro poblado de Paucartambo (Cusco).

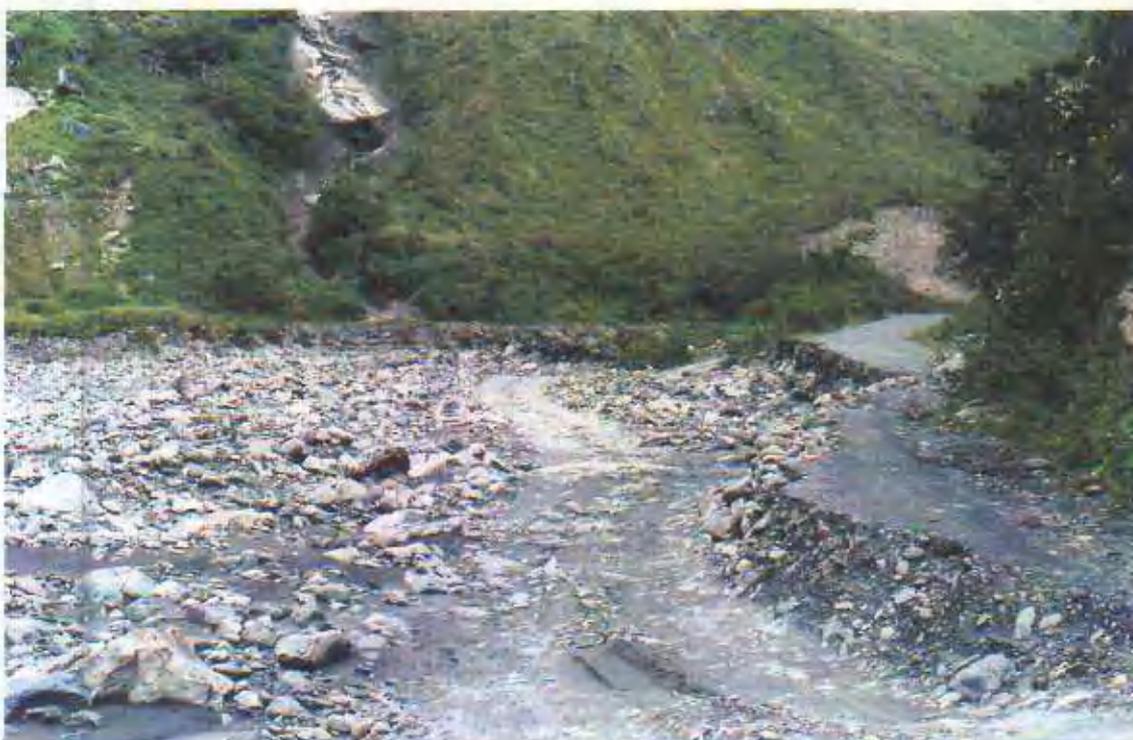


Foto N° 98 Dos vistas de la erosión fluvial producida en la margen izquierda del río Araza (Dist. de Marcapata, Cusco), que afecta a la Carretera Interoceánica Asís-Cusco, tramo Quincemil-Marcapata).



Foto N° 99 Erosión fluvial que afecta al poblado de Ccarhuayo (Prov. Quispicanchi, Cusco), margen derecha del río Mapocho.



Foto N° 100 Erosión fluvial en la margen izquierda del río Madre de Dios (Tambopata - Madre de Dios).



Foto N° 101 Erosión fluvial en la margen izquierda del río Madre de Dios (Prov. de Tambopata, Madre de Dios), que afecta las instalaciones del centro turístico.



Foto N° 102 Erosión marina en el distrito de San Miguel (Lima); se distingue muro de contención para la protección del acantilado.



Foto N° 103 Erosión marina en la playa Puerto Field (Dist. Quilmaná, Cañete), que está afectando las bases de casas de veraneo.



Foto N° 104 Hundimiento de viviendas en el sector de Cachi Huancaray (Dist. San Antonio de Cachi, Andahuaylas), provocado por colapso del socavón de la mina de sal de explotación artesanal.



Foto N° 105 Hundimientos que afectaron el C.E. N° 1185 y sus alrededores en el sector del A.H. 07 de Octubre de El Agustino (Lima), debido al colapso de antiguos socavones y cateos mineros.



Foto N° 106 Hundimientos en el sector de Muyina por procesos de karst (dolinas); afecta tramo de la carretera Huancavelica-Paucará y terrenos de pastizales.



Foto N° 107 Inundación en el sector de Cangallo (Ayacucho), margen izquierda del río Macro. Se observa la ausencia de obras de protección de riberas.

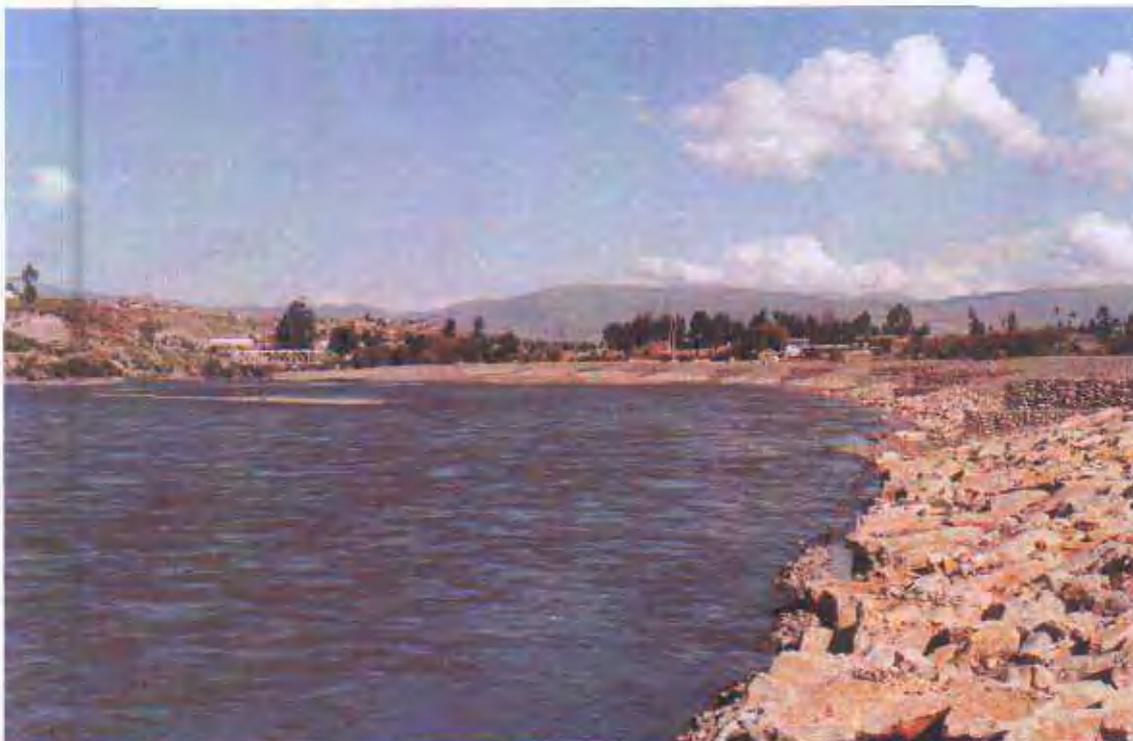


Foto N°108 Desborde e inundación en la margen derecha del río Mantaro, cerca del puente Pillcomayo (Huancayo).

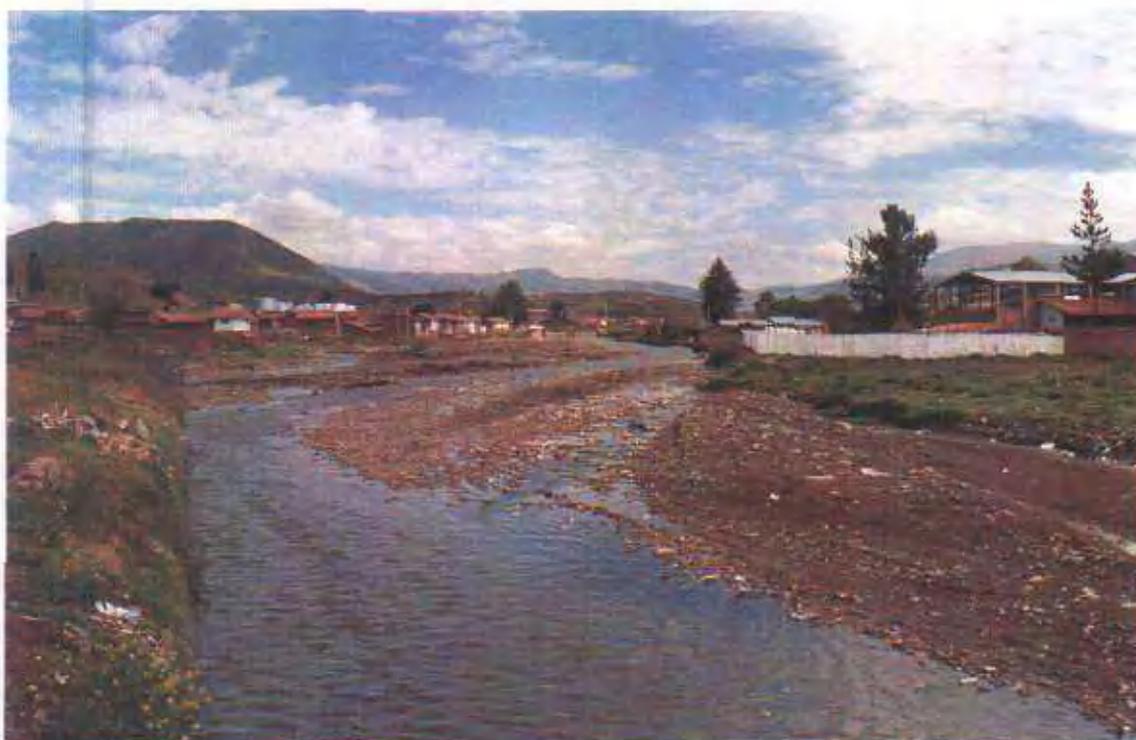


Foto N° 109 Dos vistas del valle del río Huatanay (Cusco), en el sector de San Jerónimo, donde se distinguen viviendas ubicadas cerca al cauce expuestas a inundaciones y erosión fluvial por incremento del caudal.



Foto N° 110 Dos vistas de los sectores de La Rinconada y Yanahuara (río Vilcanota-Cusco), que son afectados por inundación y erosión fluvial, comprometiendo terrenos de cultivo y viviendas en ambas márgenes.



Foto N°111 Zona de inundación cerca a la desembocadura del río Los Amigos, afluente del río Madre de Dios.



Foto N°112 Desborde e inundación en el río Araza, sector de Quincemil (Cusco).



Foto N°113 Zona de inundación en el sector bajo de Puerto Maldonado (Maldonado Viejo), confluencia de los ríos Tambopata y Madre de Dios .



Foto N°114 Desborde de las lagunas de Orjococha-Chinacocha (Dist. Lambroma, Abancay), que afectan tramo de 200 m de la carretera Lambroma - Mariscal Gamarra, km 35.



Foto N° 115 Efectos de la nevada de junio de 2002 que afectó terrenos de cultivo y carretera Cusco-Paucartambo, sector de Huancarani.

Capítulo VII

EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS VOLCÁNICAS

7.1 GENERALIDADES

En el área de la Franja N° 3 se distinguen dos cadenas volcánicas: una calcoalcalina localizada al suroeste de la franja (Fig. N° 2), donde se localizan numerosos volcanes de esta naturaleza, emplazados durante el Plio-Cuaternario, pertenecientes a la Zona Volcánica Central (ZVC) de los Andes. Dicho vulcanismo está principalmente ligado a procesos dinámicos de subducción. La otra cadena volcánica está constituida por volcanes de naturaleza shoshonítica emplazados durante el Plio-Cuaternario, cuyo origen y evolución aún no están claramente establecidos. Esta cadena volcánica, delgada y discontinua, se localiza al este de la cadena volcánica calcoalcalina.

Regionalmente, en el sur peruano según la génesis, contexto tectónico, modo de emplazamiento y composición petrológica, se distinguen dos tipos de cadenas o arcos volcánicos emplazados durante el Plio-Cuaternario:

- 1) El arco volcánico calcoalcalino limita a la Cordillera Occidental de los Andes (Fig. N° 2) donde se distinguen numerosos estratovolcanes, calderas, domos de lavas, campos de lavas e ignimbritas, la mayoría parcialmente erosionados por la intensa actividad glacial a las que estuvieron sometidos principalmente durante el Pleistoceno, y por su ubicación sobre los 4 000 msnm, lugar donde imperan las bruscas variaciones de temperaturas y los agentes erosivos (intensas precipitaciones pluviales, heladas, vientos, etc.). El vulcanismo calcoalcalino se localiza a una distancia media de 250 km al este de la fosa peruano-chilena, paralela a las principales estructuras tectónicas andinas de dirección NO-SE.

Dentro del arco volcánico calcoalcalino, según el tipo de actividad volcánica sucedida durante el pasado reciente y el actual, se distinguen dos tipos de volcanes: extintos y dormidos. Los volcanes extintos (Cuadro N° 7.1), la mayoría erosionados, fueron emplazados antes del Plioceno. Actualmente estos volcanes no muestran algún tipo de actividad volcánica. Sin embargo, por el gran volumen y extensión de sus depósitos se infiere que sus actividades explosivas han sido de gran magnitud, con consecuencias más catastróficas que el vulcanismo plio-cuaternario.

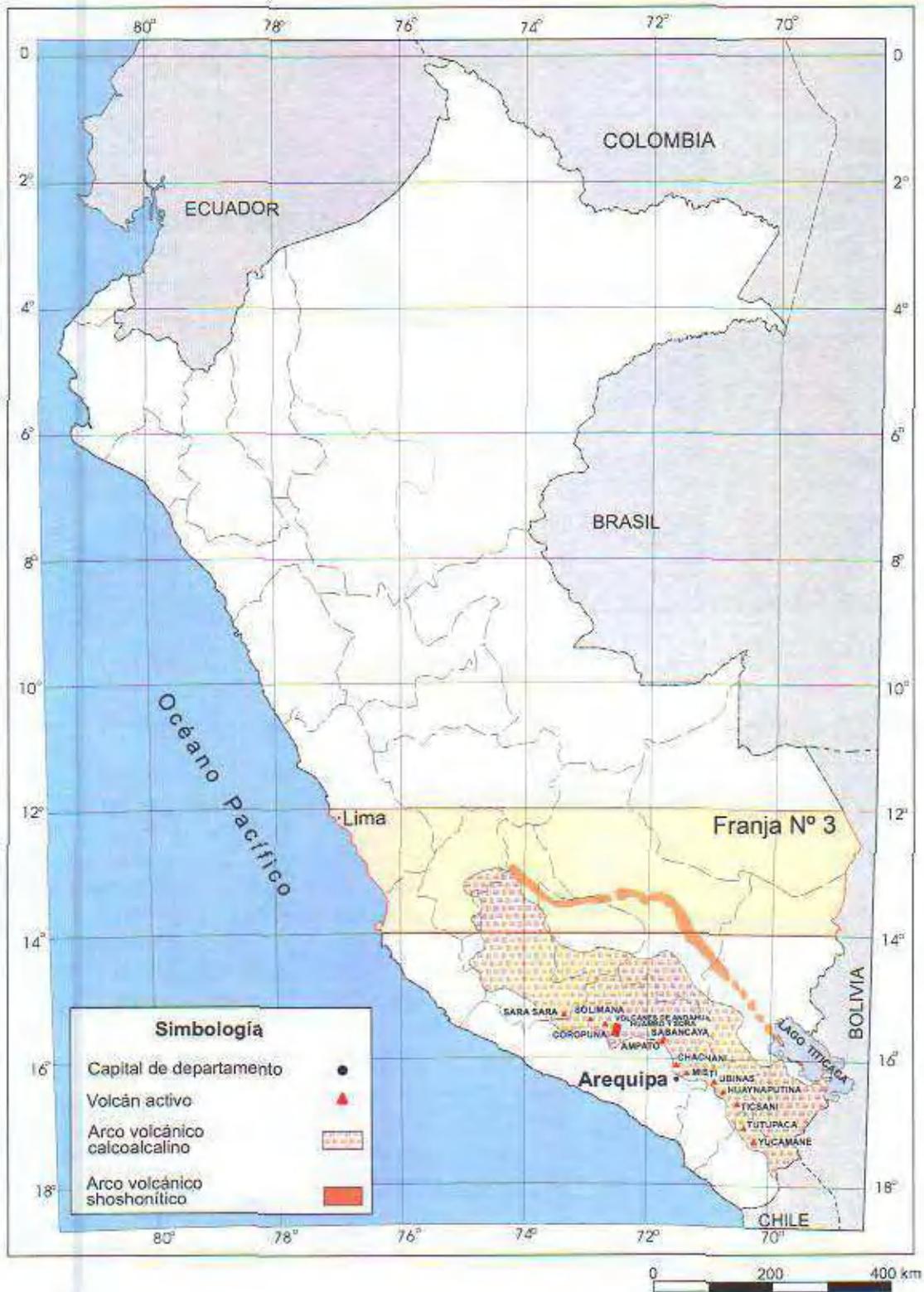


Fig. N° 2 Actividad volcánica durante el Plio-Cuaternario (modificado de Sébrier & Soler, 1991).

La actividad volcánica registrada dentro del arco volcánico calcoalcino (a nivel regional) fue mayor durante el Mioceno, disminuyendo hacia el Plioceno, para posteriormente aumentar moderadamente hacia el Pleistoceno, y disminuir en el Holoceno. Este vulcanismo está supeditado a fases tectónicas compresionales y/o a un alto periodo de convergencia de la Placa de Nasca (SÉBRIER & SOLER, 1991).

- 2) El arco volcánico shoshonítico está localizado en el límite de la Cordillera Oriental y altiplanicies (departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno), Fig. N° 3. Este arco volcánico se caracteriza por presentar principalmente flujos y coladas de lava en bloques, de corta extensión y poco volumen, y algunos conos de escorias emplazados a lo largo de fracturas y fallas regionales, dentro de un contexto tectónico extensional (SÉBRIER et al. 1988). En el arco volcánico shoshonítico se distinguen volcanes dormidos y extintos.

En la Franja N° 3 los volcanes dormidos son pocos y se encuentran principalmente distribuidos a lo largo del departamento de Cusco.

En el presente estudio se analiza la historia geológica, tipos de dinamismo eruptivo y los riesgos volcánicos que presentarían en caso de una eventual y poco probable reactivación de cualquiera de los volcanes dormidos del Plio-Pleistoceno, situados en la Franja N° 3, tanto en el arco volcánico calcoalcino como en el shoshonítico. Por ello, se ha desarrollado un cartografiado geológico sistemático, determinando los tipos de eventos pasados que permitieron establecer los posibles desastres que causarían futuras erupciones mediante la zonación de los eventos.

7.1 ESTADO DE LOS VOLCANES EN LA FRANJA N° 3

Basado en el tipo de actividad volcánica mostrada durante el pasado geológico y en la época histórica (posterior al año 1550 d.C.), se clasifica a los volcanes que conforman los arcos volcánicos calcoalcino y shoshonítico, en dos categorías:

Volcanes dormidos. Son aquellos que no presentan registros, ni evidencias morfológicas de actividad eruptiva durante la época histórica; pero sí muestran evidencias de actividad en el Holoceno o Pleistoceno (Cuadro N° 7.1). Entre ellos figuran varios volcanes distribuidos principalmente dentro del arco volcánico shoshonítico.

Volcanes inactivos o extintos. Son aquellos volcanes cuya última actividad se produjo en el Plioceno o pre-Plioceno. Figuran entre ellos el volcán nevado Portuguesa (Huancavelica) datado en 1,9 a 4 Ma (NOBLE & MCKEE, 1982) y varias estructuras volcánicas distribuidas principalmente dentro del arco volcánico calcoalcino (FIDEL et al., 1997).

Cuadro N° 7.1
Clasificación de Volcanes en la Franja N° 3

Categoría	Volcanes
Dormido	Arco volcánico calcoalcalino: ninguno Arco volcánico shoshonítico: Volcán Julcani, centros volcánicos Rumicolca o Rumichaca, Huambutio, Oropesa, Huacoto, Pisac y Coricocha (Cusco).
Extinto	Arco volcánico calcoalcalino: Volcán nevado Portuguesa, centros volcánicos Astobamba, Chahuarma, Apacheta (Huancavelica) y otros (Fidel et al., 1997). Arco volcánico shoshonítico: Volcanes Molinoyoc (Ayacucho), centros volcánicos Sayhuite, Huacorondo, Maray, Maras, Limatambo, Mallac, Marcojasa, Tipón.

7.2 ACTIVIDAD VOLCÁNICA DURANTE EL PLIO- PLEISTOCENO EN LA FRANJA N° 3

Dentro del área de estudio (arcos volcánicos calcoalcalino y shoshonítico), la mayoría de los centros volcánicos han estado activos durante el Plio-Pleistoceno, de los cuales la gran mayoría no presentó actividad en el Holoceno, ni en la época histórica (posterior al año de 1550), y ninguno en la actualidad. Ello hace suponer que en un futuro cercano es muy poco probable una reactivación de cualquiera de estos volcanes.

En este estudio no se analiza al vulcanismo Plioceno o pre-Plioceno ya que fue inactivo y con posibilidades remotas de reactivación. En muchos casos los aparatos o estructuras volcánicas (conos, domos, calderas, etc.) localizados dentro de la Franja N° 3, se han generado durante este período y se encuentran demasiado o completamente erosionados y meteorizados debido a la intensa actividad glaciaria a la que fueron sometidos principalmente en el Pleistoceno. Actualmente estos volcanes no presentan signos de actividad volcánica alguna. Sin embargo durante una aparición y/o un incremento anormal de sus actividades, sería necesario poner atención, ya que algunos de ellos presentan fuentes termales ligados a un leve hidrotermalismo (por ejemplo el volcán nevado Portuguesa).

Como se mencionó anteriormente en la franja se distinguen dos cadenas o arcos volcánicos que presentaron actividades durante el Plio-Pleistoceno:

7.2.1 Arco Volcánico Calcoalcalino

Este arco se encuentra emplazado en la Cordillera Occidental de los Andes, dentro del cual se distinguen numerosos centros volcánicos como el volcán nevado Portuguesa, centros volcánicos Chahuarma, Astobamba, Tutayoc Orcco, etc. (cuadrángulos de Huachocolpa, Huancavelica, Ayacucho y Huancapi) que datan del Plioceno y presentan voluminosos depósitos consistentes en flujos de lava andesítica, tobas soldadas y sin soldar, caída de tefras, lahares, etc. Dichos depósitos denominados dentro de la geología regional como formaciones Astobamba, Rumihuasi, Huando y Santa Bárbara, cubren extensas áreas, productos de un intenso y prolongado vulcanismo efusivo y explosivo.

Cuadro N° 7.2
Principales Características de Algunos Volcanes Dormidos y Extintos en la Franja N° 3

Nombre	Latitud	Longitud	Altitud (msnm)	Estructural/Litología	Características
Volcán nevado Portugueseza	15° 42' 30"	72° 38' 08"	5 498	Complejo volcánico andesítico de naturaleza calcoalcalina	Complejo volcánico más reciente de la Franja N° 3, localizado al extremo norte de la Zona Volcánica Central de los Andes. Es extinto y erosionado. Este complejo está constituido por una sucesión de flujos de lava relativamente delgados, surcado por quebradas y valles glaciares. Además, presenta una gran caldera de colapso dentro de la cual se localizan domos recientes. Durante la mayor parte del año su cumbre está cubierta de hielo y nieve.
Coricocha	13° 25' 10"	71° 56' 27"	4,08	Centro volcánico shoshonítico que presenta flujos de lava y un cono principal	Centro volcánico dormido de aproximadamente 80 m de alto, constituido por flujos de lava de suaves pendientes. Este centro volcánico yace sobre una alfplanicie.
Huacoto	13° 30' 38"	71° 50' 19"	4,38	Centros volcánicos shoshoníticos	Centro volcánico dormido de aproximadamente 85 m de altura, que aflora sobre una altiplanicie. Está constituido por flujos de lava en bloques, delgados y extensos.
Rumicolca	13° 37' 41"	71° 42' 50"	3,35		Centro volcánico constituido principalmente por flujos de lava en bloques, delgados y extensos. Algunas lavas presentan estructuras rugosas y escoriáceas.
Maray	13° 20' 05"	72° 12' 41"	4,112		Centro volcánico de aproximadamente 380 m de altura, constituido por una sucesión de flujos de lava en bloques, delgados y extensos.
Molinoyoc	13° 02' 24"	74° 14' 20"	3,45	Centro volcánico shoshonítico con domos dacíticos	Centro volcánico extinto constituido por flujos y coladas de lava en bloques y domos de lava. Algunos flujos de lavas presentan estructuras escoriáceas.

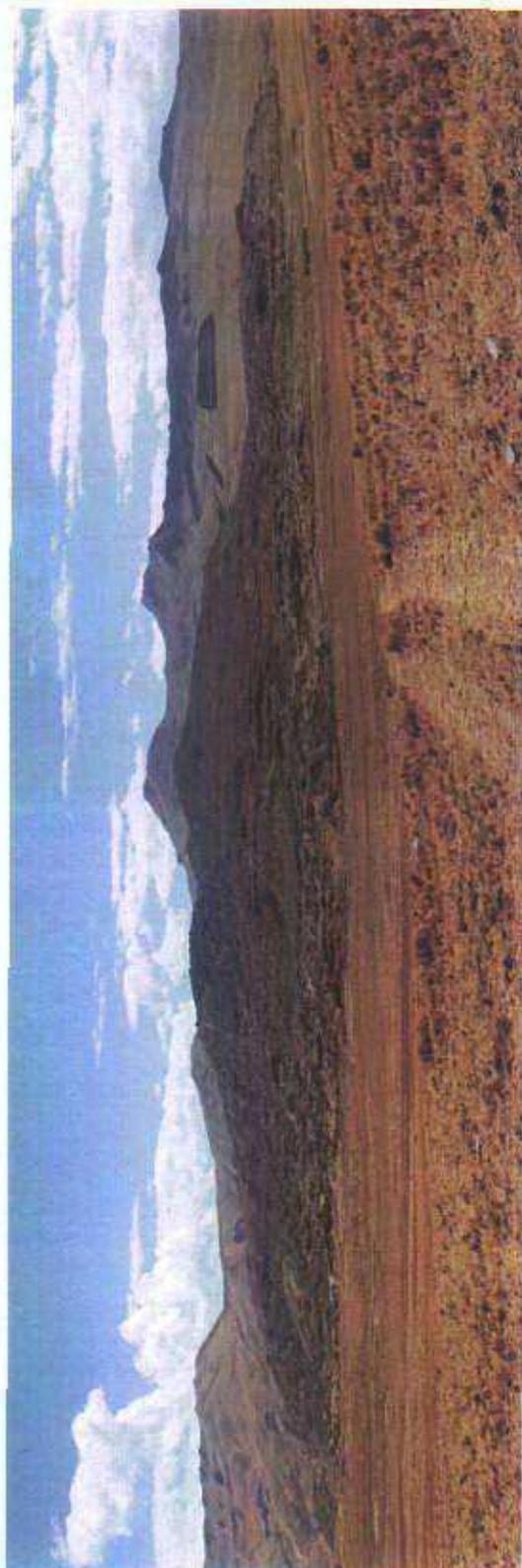


Foto N° 116 Centro volcánico Huacoto localizado sobre una altiplanicie, inmediaciones del centro poblado del mismo nombre.

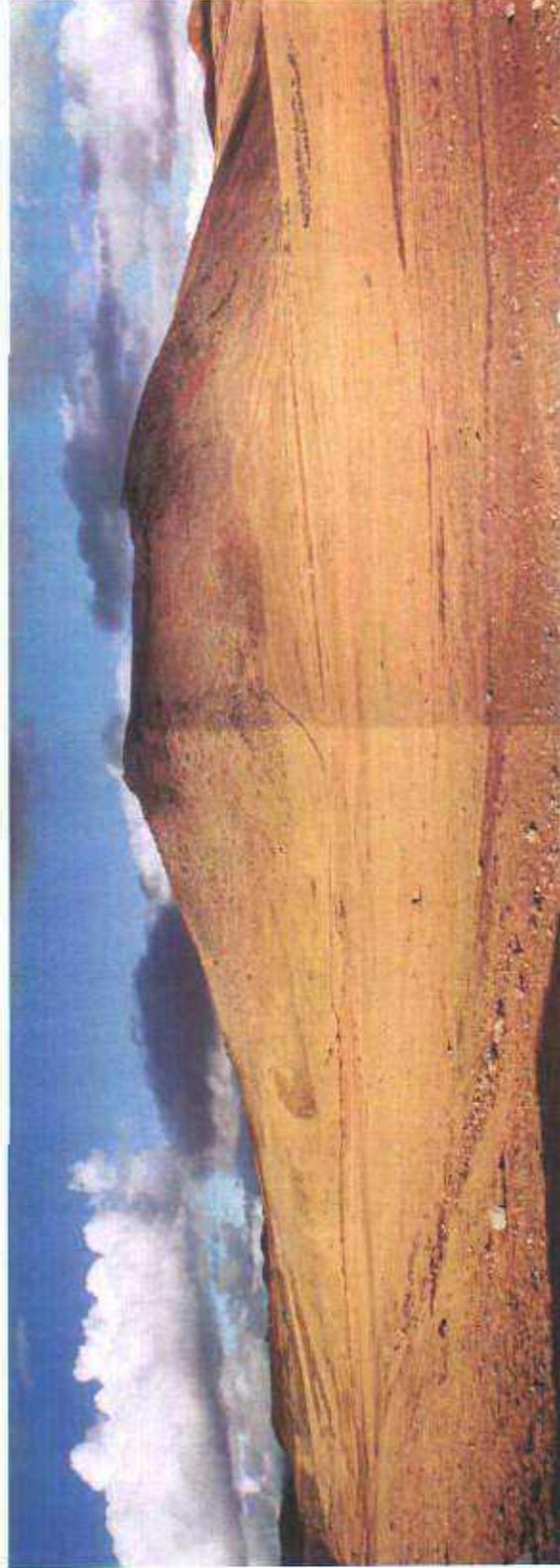


Foto N° 117 Centro volcánico Coricocha localizado en la zona de Quenco, inmediaciones de la laguna Coricocha.

Dataciones efectuadas por MEGARD et al., (1984) en lavas de la Formación Rumihuasi dan edades de entre $4,9 \pm 0,4$ y $6,7 \pm 0,6$ Ma (Mioceno-Plioceno).

Dentro del arco volcánico, durante el Plio-Pleistoceno se edificaron enormes estratovolcanes que sobrepasaron los 5 000 msnm. La actividad volcánica más reciente registrada dentro de dicho arco volcánico fue manifestada por el volcán nevado Portugueza (Huancavelica) que presenta domos dacíticos tardíos dentro de una caldera de colapso de aproximadamente 7 km de diámetro. Dicho colapso de caldera produjo al menos cuatro secuencias de ignimbritas o flujos de cenizas de composición dacítica, de edad reciente, cuyo volumen es de aproximadamente 50 km^3 (NOBLE & MCKEE, 1982). Estos flujos recorrieron más de 25 km de distancia, con dirección este, rellenando el paleocauce del río Cachi. Por otro lado, en inmediaciones del poblado de Niñobamba existen fuentes termales ligados a una leve actividad hidrotermal de dicho volcán.

La edad de los productos emitidos por el volcán Portugueza, entre lavas y tobas, varían entre 2 y 4 Ma (Plioceno medio-superior), mientras que los domos más recientes tienen $1,96 \pm 0,1$ Ma (Plioceno superior), basado en dataciones radiométricas realizados por NOBLE & MCKEE, (1982).

Al norte del cuadrángulo de Huancapi (sector de Pampa Cangallo, parte alta de Chuschi y río Allpachaca), se distingue al centro volcánico Tutayocc Orcco, constituido de flujos de lavas que presentan pendientes suaves, datadas en $5,1 \pm 0,3$ Ma (Plioceno) por NOBLE et al., 1975, correspondiente al Grupo Barroso del sur peruano.

7.2.2 Arco Volcánico Shoshonítico

El arco shoshonítico en la Franja N° 3 se halla emplazado en el límite de la Cordillera Oriental y altiplanicies (departamento de Ayacucho y Cusco), Fig. N° 3, y se prolonga hasta la zona del lago Titicaca, Bolivia y el NO de Argentina (SÉBRIER & SOLER, 1991), y comprende los volcanes modernos Oropesa, Rumichaca, San Pedro (Cusco) y otros.

Los centros volcánicos pertenecientes al arco volcánico shoshonítico fueron emplazados durante el Plio-Cuaternario, se caracterizan por presentar una sucesión de flujos y coladas de lavas frescas en bloques, de pequeñas dimensiones ($0,5$ a 5 km^2) y pocos conos de escorias. Dichos productos se emplazaron a lo largo de fracturas y fallas regionales, principalmente normales, algunas actualmente activas (CABRERA et al., 1991). Los productos volcánicos en ciertos cuadrángulos, reciben diferentes nominaciones como por ejemplo, en los cuadrángulos de Urubamba y Calca son denominados como Formación Rumicolca.

Petrográficamente, los productos volcánicos son de composición absarokítica, shoshonítica, banakítica, además se distingue la presencia de latitas. Presentan texturas porfíricas y constan de fenocristales de anfíboles, clinopiroxenos (augita), biotita, flogopita, plagioclasa, sanidina y ocasionalmente cuarzo (términos más ácidos). Mientras que los

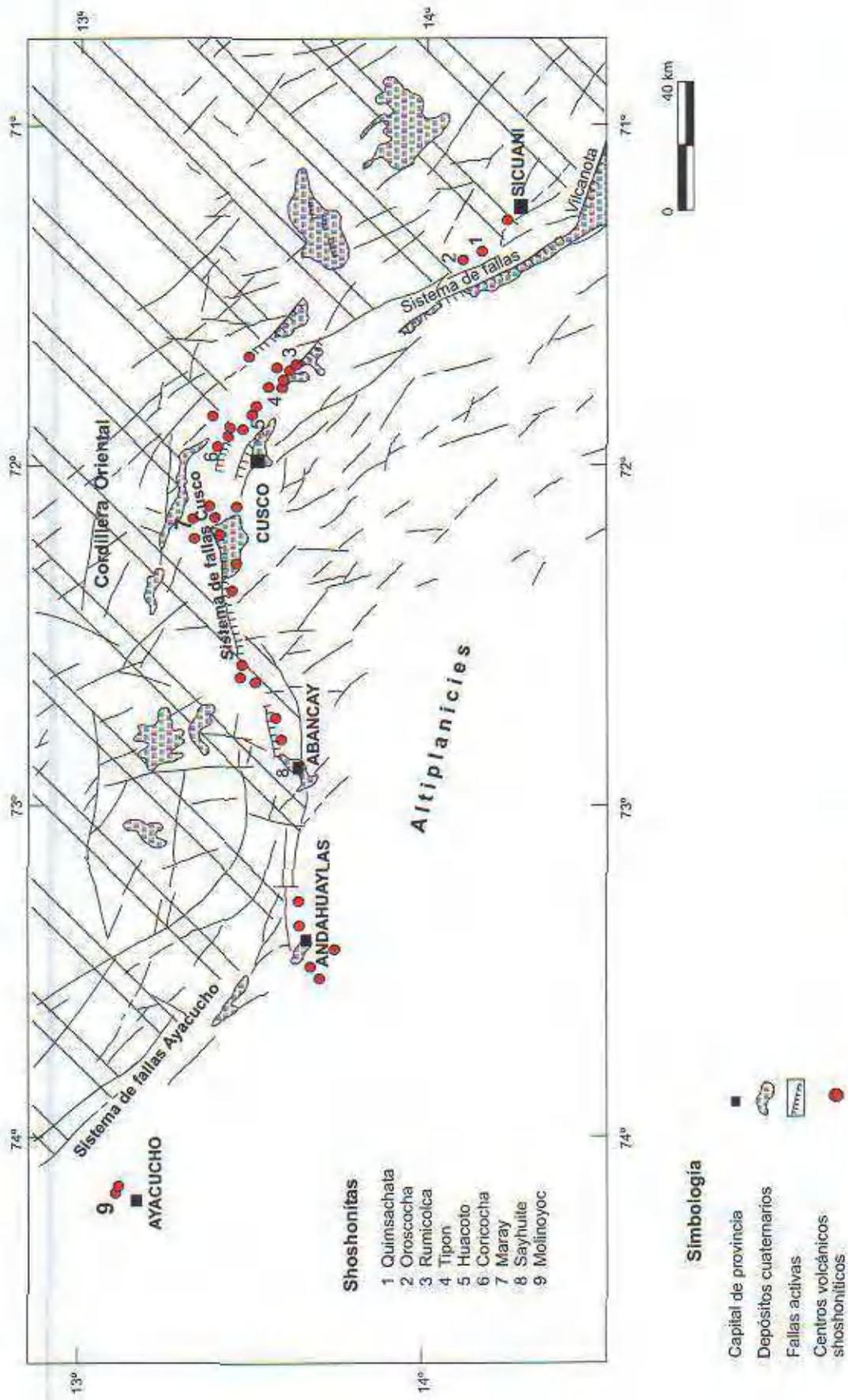


Fig. N° 3 Distribución del vulcanismo shoshonítico emplazado durante el Plio-Cuaternario en los departamentos de Ayacucho, Apurímac y Cusco (modificado de CABRERA et al., 1991).

microcristales están principalmente constituidos por plagioclasa, biotita y óxidos. Estudios geoquímicos efectuados por BONHOMME et al., (1988); CARLIER & CARLOTTO (1990), muestran que estas rocas pertenecen a la serie shoshonítica, consideradas del Plio-Pleistoceno en base a criterios estratigráficos y dataciones radiométricas (CARLOTTO et al., 1996).

Estas rocas y/o estructuras se pueden identificar en las fotografías aéreas por sus texturas rugosas, formar pequeños cuerpos y sobresalir en el relieve.

La actividad volcánica ocurrida probablemente en el Plio-Pleistoceno es observada en los valles de Anta, Huayco y Piuray (CABRERA et al., 1991).

En algunas áreas el emplazamiento de estos cuerpos o depósitos volcánicos son posteriores a la red hidrográfica, en las que provocaron perturbaciones, por ejemplo las lavas del volcán Rumicolca (cuadrángulo de Cusco) represaron el río Huatanay, formando la laguna Lucre (MAROCCO, 1978), en tanto que la laguna Coricocha (sur del cuadrángulo de Calca), parece haberse represado por las lavas que se emplazaron en esa zona. Por lo que se asume una edad del Plio-Cuaternario para las lavas shoshoníticas de la región.

En la parte SE del cuadrángulo de Machu Picchu se distinguen dos pequeños centros volcánicos del Plio-Pleistoceno: Marcojasa y Mallac relacionados estructuralmente al sistema de fallas de Tecte-Ayranca (CARLOTTO et al., 1999).

Por otro lado, en el cuadrángulo de Ayacucho, al norte de la ciudad de Huamanga (poblado de Pacaycasa), se distingue al centro volcánico Molinoyoc, constituido por flujos y coladas de lavas datadas por MÉGARD et al., (1984) entre $9,4 \pm 0,5$ Ma y $7,5$ Ma (Mioceno-Plioceno).

Asimismo, en las inmediaciones del cerro Bellavista y del monumento histórico de Huari (inmediaciones de los poblados de Atumpampa y Campanayoc), afloran flujos de lavas oscuras que fueron emitidas desde sistemas fisurales y que sobreyacen a diatomitas y rocas volcanoclásticas (Formación Ayacucho). En esta zona, MORCHE et al., (1995) sugiere que hubo varias fases eruptivas que se iniciaron con explosiones freatomagmáticas que emplazaron depósitos de oleadas piroclásticas, flujos de cenizas con abundante lapilli acrecionarios y bombas en un medio lagunar. Como testigo del ambiente lagunar se encuentran facies subacuáticas como hialoclastitas y lavas almohadilladas (inmediaciones de la quebrada Alameda). La deposición final de los piroclásticos generalmente estuvo seguida por un régimen de erupciones efusivas lávicas. Dataciones radiométricas efectuadas en lavas que afloran en esta zona varían entre $3,7$ y $3,8 \pm 0,4$ Ma (NOBLE et al., 1975, MÉGARD et al., 1984), correspondientes al Plioceno.

7.3 ACTIVIDAD ERUPTIVA EN LA FRANJA N° 3 DESDE EL PLEISTOCENO AL HOLOCENO

En la franja, existen principalmente dentro del arco volcánico shoshonítico (departamento de Cusco) varias estructuras volcánicas emplazados en el Pleistoceno y probablemente algunas en el Holoceno. Mientras que en el arco volcánico calcoalcalino (Cordillera Occidental de los Andes), los centros volcánicos activos durante el Holoceno o la época histórica están ausentes.

Dentro del arco volcánico shoshonítico se distinguen conos monogenéticos, domos de lava y depósitos de poco volumen consistentes en flujos de lava, flujos piroclásticos, lahares y otros, emplazados en áreas aledañas a los centros de emisión, producto de una leve y corta actividad efusiva y explosiva. En muchos sectores no se encuentran conos o aparatos volcánicos debido a la poca actividad eruptiva. La mayor parte de estas estructuras volcánicas se encuentran en un avanzado estado de destrucción a causa de los procesos de erosión y meteorización.

Entre los volcanes que han presentado actividad reciente, es decir durante el Plioceno-Cuaternario, figuran varios centros volcánicos, localizados en el valle del río Vilcanota (Cusco), emplazados a lo largo de un sistema de fallas de dirección SE-NO, tal como los centros volcánicos Coricocha, Pisac, Rumicolca, Huaypo (Fig. N° 3).

Las lavas del centro volcánico Rumicolca fueron datadas en $< 0,7$ Ma B.P. (KANEOKA y GUEVARA, 1984) y el centro volcánico Huambutio en $0,5 \pm 0,25$ Ma B.P. (BONOHMME et al., 1985). Relaciones estratigráficas y morfológicas muestran la existencia de otros centros volcánicos recientes como Tapon, Huacoto y Pisac, comparables con el Rumicolca por presentar similar morfología.

7.4 EVALUACIÓN DE LAS AMENAZAS VOLCÁNICAS EN LA FRANJA N° 3

En los estudios de amenaza volcánica se analiza el vulcanismo reciente sucedido desde el Plioceno hasta la época histórica o hasta la actualidad, debido a que existe una gran probabilidad de que cualquier volcán activo vuelva a presentar actividad eruptiva similar al presentado en el pasado geológico reciente.

Considerando las características del vulcanismo registrado dentro del territorio de la franja, donde se distingue la ausencia de volcanes activos que han presentado actividad durante el Holoceno y aún en la época histórica. No es recomendable hacer predicciones detalladas de la actividad volcánica dentro de esta franja. El estudio de peligros volcánicos consistirá en una simple evaluación de fenómenos más propensos a suceder en caso de una poco probable reactivación volcánica en la zona.

El grado de actividad y morfología actual sugieren que el vulcanismo shoshonítico emplazado en las inmediaciones del valle de la zona del Cusco, por ser más reciente, presenta mayores probabilidades de reactivación con respecto al vulcanismo calcoalcalino sucedido en la Cordillera Occidental de los Andes.

Los estudios geológicos de campo, la fotointerpretación geológica, los análisis de imágenes de satélite Landsat TM, sumados a la recopilación bibliográfica de estudios vulcanológicos efectuados en los últimos años permitieron determinar las amenazas volcánicas (de bajo grado) que se ciernen sobre los poblados, obras civiles y terrenos de cultivos que se localizan en los alrededores de los volcanes de la Franja N° 3. Estas principales amenazas volcánicas, desde el más al menos peligroso, comprenden: caídas de tefras, flujos piroclásticos, lahares y flujos de lava.

Para evaluar las amenazas y riesgos volcánicos que presentan los principales volcanes dormidos de la Franja N° 3 establecimos un registro estratigráfico de los productos emitidos por cada uno de ellos, determinando en forma relativa, la extensión y área cubierta por sus depósitos y el modo de depositación de tales productos. Para lograr esta información el trabajo geológico de campo fue complementado con la información bibliográfica existente.

7.4.1 Amenazas Reconocidas en la Estratigrafía Volcánica

Los estudios geológicos y vulcanológicos, así como la recopilación bibliográfica efectuada permitieron reconocer y diferenciar las distintas estructuras y depósitos volcánicos generados durante la historia eruptiva de cada uno de los volcanes localizados dentro de la franja que dependiendo de sus parámetros y efectos provocados, son indispensables en la evaluación de las amenazas volcánicas.

De acuerdo al tipo de actividad eruptiva mostrada durante la evolución de los volcanes y de acuerdo al grado de recurrencia de los eventos se reconocieron cinco tipos principales de amenazas volcánicas que se presentarían en caso de una poco probable actividad eruptiva registrada en la franja, estas son:

a) Caída de tefras

Estos productos podrían ser principalmente generados durante erupciones explosivas. Desde el punto de vista de riesgos, las tefras pueden causar víctimas y daños a la propiedad por impacto de los materiales al caer sobre éstas, formando una capa encima del terreno. Cuanto mayor sea el grosor, diámetro de tefras y la elevada temperatura, más trágicos serán los efectos. La acumulación de las tefras podrían ocasionar que los techos de las edificaciones, centros educativos y centros médicos colapsen, perturben el tránsito y afecten la agricultura y ganadería. La capacidad destructiva de la caída de piroclásticos

dependerá de su volumen y dispersión así como de la toxicidad de los gases asociados. Las cenizas y demás productos asociados a erupciones explosivas podrían contaminar el agua destinada al consumo humano y a la agricultura. Los efectos del enterramiento sobre la vegetación serían variables; la caída de tefras mayores de 1 m liquidarían la mayoría de los tipos de vegetación.

En caso extremo, durante una erupción volcánica poco probable, la principal amenaza que presentarían la mayoría de volcanes de la Franja N° 3, serían principalmente la caída de tefras, ya que la mayoría de ellos presentan erupciones relativamente recientes de tipo explosivo, tanto vulcanianas, como estrombolianas y freatomagmáticas, caracterizadas por emisiones de tefras de poco volumen. Si se produjera una próxima erupción dentro del arco volcánico shoshonítico (con mayores posibilidades con respecto al arco volcánico calcoalcalino) los productos serían emitidos a corta distancia, menos de 10 km, con respecto al centro de emisión, basado en el comportamiento pasado, afectando pocas áreas pobladas y terrenos de cultivos. Entre los centros volcánicos que podrían presentar dicha actividad en caso extremo, se encuentran Huacoto, Coricocha, Rumicolca.

b) Flujos de lava y Domos

Flujos y coladas de lava podrían ser emitidos durante erupciones efusivas. Las lavas de composición ácida e intermedia presentan velocidades de efusión que no superan los cinco metros cúbicos por segundo, y raramente se prolongan más de 8 km con respecto al centro de emisión (caso de volcanes monogenéticos y poligenéticos). Mientras que los flujos basálticos pueden llegar a distancias mayores a 12 km desde su fuente (FRANCIS, 1993). Los flujos de lava causarían graves daños por incendio, impacto e incineración, y consecuentemente enterrarían todo lo que encuentran a su paso. En cualquier caso los flujos de lava rara vez amenazarían la vida de los pobladores por que les daría tiempo para evacuar la zona.

Por otro lado, un domo de lava durante su crecimiento puede colapsar y dar lugar a la formación de flujos piroclásticos o explosiones laterales dirigidas por despresurización del domo. La mayor amenaza asociada a domos radica en estos fenómenos. Los flujos piroclásticos pueden producirse de manera repentina, desplazarse a velocidades superiores a 50 m/s y con recorridos mayores a 15 km de su fuente.

Todos los estratovolcanes de la Franja N° 3 localizados en la Cordillera Occidental de los Andes (volcanes Portuguesa, Astobamba, Chahuarma, etc.), al igual que algunos conos monogenéticos del arco volcánico shoshonítico durante su historia evolutiva han emitido flujos de lava de diversos tipos y composiciones, que varían entre dacitas y andesitas basálticas altamente potásicas. Asimismo flujos de lava recientemente emitidos desde sistemas fisurales son principalmente encontrados en los cuadrángulos de Calca, Huachocolpa, Cusco, Ayacucho, Andahuaylas, Urubamba donde llegan a tener de 60 a 120 m de alto (grosor total), con volúmenes en la mayoría de los casos, menores de 2 km³.

Los volcanes que presentan amenazas (de bajo grado) por la ocurrencia de flujos de lava se encuentran localizados principalmente dentro del arco volcánico shoshonítico, ya que en esta zona se distinguen lavas emitidas durante una actividad eruptiva reciente (Pleistoceno superior), como Huacoto, Coricocha, Rumicolca.

Por otro lado, los domos de lava, la mayoría extintos, emplazados durante el Plio-Pleistoceno, afloran en diversos sectores de la Cordillera Occidental, dentro de la Franja N° 3.

c) Lahares

Un lahar está compuesto por una mezcla de fragmentos detríticos de origen volcánico con agua que fluye y se origina directa e indirectamente por la actividad eruptiva de un volcán. Los lahares pueden ser producidos por la mezcla del agua meteórica con productos piroclásticos, o por el deshielo de la nieve que yace en la cima de un volcán debido al emplazamiento de lava o depósitos piroclásticos calientes.

La distancia alcanzada por un lahar depende de su volumen y puede llegar a más de 100 km de distancia, incorporando fuentes adicionales de agua. La forma y la gradiente del valle también contribuirán en el alcance y desplazamiento del lahar; un valle angosto de pendiente pronunciada permitirá que un lahar avance a una mayor distancia. Los lahares por su alta densidad y velocidad pueden destruir estructuras en su trayecto tales como puentes, enterrar poblados, áreas de cultivo, cerrar y desviar canales de agua produciendo desbordes e inundaciones, etc.

Algunos de los volcanes situados en la franja, sobre todo aquellos localizados en el arco volcánico calcoalcalino, como el volcán Portuguesa, presentan este tipo de amenaza, ya que sus cumbres están situadas sobre los 4 800 msnm, donde el hielo y nieve permanecen en forma espesa, durante la mayor parte del año. En esta zona la ocurrencia de lahares o flujos de barro pueden ser generados por el desprendimiento de una capa de hielo (por medio de un sismo fuerte), sin la necesidad de la ocurrencia de un evento eruptivo.

Durante una eventual erupción efusiva y/o explosiva (poco probable), de cualquiera de los volcanes de la franja, los productos juveniles calientes emitidos pueden interaccionar con la nieve, hielo o agua de escorrentía y generar lahares. Por su parte, los volcanes del arco volcánico shoshonítico durante una eventual reactivación también pueden presentar este tipo de amenaza producto de la interacción de tefras y/o productos volcánicos con el agua de escorrentía que fluye por sus inmediaciones. El volumen y distancia a recorrer está en función del agua disponible, el material suelto que yace en las inmediaciones de un centro volcánico, temperatura del material emitido y pendiente del volcán.

d) Flujos piroclásticos

Los flujos piroclásticos con temperaturas que varían en un rango de 350 °C a 800 °C, son comunes en la mayoría de las erupciones volcánicas explosivas. Las amenazas y riesgos ligados a los flujos piroclásticos son debidos a su alta velocidad, densidad y temperatura, que producen asfixia, entierro e incineración y otros daños a la propiedad.

Los estudios efectuados en la Franja N° 3 muestran que algunos volcanes localizados dentro del arco volcánico calcoalcalino como los centros volcánicos Portuguesa, Astobamba, Chahuarma y otros, presentan este tipo de amenaza en el caso de una muy poco probable actividad eruptiva, debido a que en el pasado geológico reciente, dichos volcanes, presentaron erupciones con emisiones de grandes volúmenes de flujos piroclásticos o ignimbritas (mayor a 7 km³, NOBLE et al., 1982).

7.4.2 Amenazas No Reconocidas Dentro de la Estratigrafía Volcánica

Basado en la estratigrafía volcánica reconocida, se hizo la evaluación de las amenazas volcánicas potenciales que presentan los volcanes dormidos de la franja, en caso de una muy poco probable actividad eruptiva y teniendo en cuenta que un volcán durante su evolución geológica presenta un comportamiento variable. Los volcanes de la Franja N° 3 probablemente en el futuro presenten otros tipos de eventos eruptivos o fenómenos asociados a ellos, los cuales no fueron registrados dentro de la estratigrafía volcánica. Además, no se puede predecir con certeza qué tipo de actividad eruptiva va a producirse en el futuro o cuan grande va a ser la erupción por lo que se hace necesario efectuar estimaciones e inferencias sobre posibles eventos que puedan suscitarse en el futuro. Estas estimaciones están basadas en datos de erupciones recientes de volcanes similares localizados en la Zona Volcánica Central (ZVC) de los Andes.

Entre los eventos poco comunes o no reconocidos en la estratigrafía se encuentran:

a) Oleadas piroclásticas

Las oleadas piroclásticas están constituidas por cenizas, polvo y gases calientes, que en muchos casos son más movibles que las ignimbritas. Las oleadas son flujos diluidos de baja densidad, que tienen más de 100 °C de temperatura, y pueden traspasar barreras topográficas y cubrir altos cerros o cumbres. Generalmente se producen durante explosiones muy violentas con características freatomagmáticas. Las oleadas están poco confinadas a la topografía del terreno y se desplazan a velocidades de 20 y 50 m/s, pueden alcanzar varias decenas de kilómetros desde su centro eruptivo.

Los daños que causan es por enterramiento, asfixia, intoxicación por gases, etc. Estos tipos de depósitos han sido poco frecuentes en la historia eruptiva de la mayoría de volcanes distribuidos en la Franja N° 3. Algunos de estos depósitos se observan al norte de la ciudad de Huamanga (Ayacucho) y según MORCHE et al., (1995) pertenecen a una actividad explosiva producida en ciertos centros volcánicos localizados al norte de Huamanga (inmediaciones de la ciudadela Huari) y que estuvieron activos probablemente antes y/o durante el Plioceno.

b) Explosiones laterales dirigidas («blast»)

Las explosiones laterales dirigidas son fenómenos complejos que comparten características con los flujos y oleadas piroclásticas. Pueden afectar amplios sectores de un volcán, hasta 180° alrededor del cráter y alcanzar distancias de algunas decenas de kilómetros. Un ejemplo ocurrió en 1980 en el volcán Santa Helena en EE UU, donde un cuerpo magmático en crecimiento provocó el «hinchamiento del volcán», y un sismo generó avalancha de escombros, consecuentemente se despresurizó el cuerpo magmático produciéndose una explosión lateral dirigida. Los depósitos de avalancha y los flujos piroclásticos generados por esta explosión viajaron alrededor de 28 km del cráter (DECKER & DECKER, 1989). Este fenómeno se produce generalmente, en estratovolcanes que presentan conos elevados, alterados y de fuertes pendientes, donde virtualmente todo indicio de vida sobre el suelo es aniquilado y todas las estructuras son destruidas por la fuerza, impacto, abrasión, enterramiento y calor del flujo emitido.

Según los tipos de depósitos estudiados las explosiones laterales dirigidas han sido muy poco comunes en la historia eruptiva de los volcanes situados dentro de la Franja N° 3. Este fenómeno se da en estratovolcanes calcoalcalinos que muestran lavas viscosas con elevado contenido de volátiles, y flancos alterados y empinados, como los existentes en la Cordillera Occidental de los Andes.

c) Sismos volcánicos

Actualmente en la Franja N° 3, están ausentes los sismos generados por actividad volcánica. En caso de una muy poco probable actividad eruptiva, los sismos generados tendrían una magnitud baja, por lo cual se hace muy poco probable los daños materiales y casi nula la posibilidad de pérdidas humanas.

7.5 ASPECTOS PETROGENÉTICOS DEL VULCANISMO PLIO-CUATERNARIO

Los volcanes situados en la Franja N° 3 (Fig. 2), principalmente los de naturaleza calcoalcalina, pertenecen a la Zona Volcánica Central (ZVC) de los Andes, que se extien-

de desde el norte de Chile y oeste de Bolivia. Este vulcanismo está ligado principalmente a procesos dinámicos de subducción de la placa oceánica de Nasca debajo de la placa continental Sudamericana. Este vulcanismo se produce a una distancia media de 250 km al este de la fosa peruano-chilena, en donde el plano de Benioff se encuentra entre 120 y 150 km de profundidad (JAMES, 1971).

Estudios petro-geoquímicos efectuados sobre diversos volcanes plio-cuaternarios del sur peruano pertenecientes al Arco Volcánico Calcoalcalino muestran que sus productos consisten de dacitas y andesitas altamente potásicas, generados principalmente de la fusión parcial del manto (LEFÉVRE, 1979). En donde además intervienen otros procesos complejos de ACF (asimilación y cristalización fraccionada), contaminación, mezcla de magmas derivados de la base de la corteza continental y magmas provenientes del manto, como lo mostrado por LEGENDRE, 1999, RIVERA, 2000, entre otros, en los estudios efectuados sobre los volcanes Misti y Ubinas.

Basados en el comportamiento similar de elementos mayores y trazas de los magmas emitidos por el volcán Portugueza (NOBLE & MCKEE, 1982) y otros volcanes inactivos contemporáneos localizados en sus inmediaciones (Franja N° 3), con los del sur peruano; se sugiere que los magmas del arco volcánico calcoalcalino pudieron tener un origen similar ligados al proceso dinámico de subducción, por encontrarse dentro de la Zona Volcánica Central (ZVC) de los Andes.

Los magmas resultantes del proceso de subducción ascienden por el interior de la corteza continental y se acumulan en uno o varios reservorios superficiales, donde evolucionan por cristalización fraccionada. Resultados de análisis químicos de elementos mayores y trazas de lavas y productos piroclásticos emitidos por los volcanes Solimana (VATIN-PÉRIGNON et al., 1992), Sara Sara (MORCHE Y NÚÑEZ, 1997), entre otros más cercanos a la Franja N° 3, muestran distribuciones lineales entre el aumento de los tenores en SiO_2 y los elementos mayores, y el aumento de los tenores en SiO_2 durante la disminución de los tenores en elementos traza (por ejemplo Rb, Ni y Co). Estos resultados son interpretados como una evolución del magma debido principalmente, a un proceso de cristalización fraccionada en una cámara magmática superficial.

Por otro lado, las rocas volcánicas de naturaleza shoshonítica constituyen una de las series magmáticas encontradas dentro de las márgenes continentales activas, asociadas a rocas de la serie calcoalcalina, y afloran detrás del arco magmático principal. Las rocas shoshoníticas están caracterizadas por sus leyes altas en K_2O , Al_2O_3 , Rb, Ba, Sr, P, Pb, LREE y leyes bajas en Ti. El origen y evolución de las shoshonitas en nuestro medio aún no está claramente establecido.

Capítulo VIII

PELIGRO SÍSMICO

8.1 SISMICIDAD

El borde occidental de América del Sur se caracteriza por ser una de las regiones sísmicas más activas en el mundo. El Perú forma parte de esta región y su actividad sísmica más importante está asociada al proceso de subducción de la placa de Nasca (oceánica) bajo la placa Sudamericana (continental), generando frecuentes terremotos de magnitudes elevadas. Un segundo tipo de sismicidad es producido por deformaciones corticales, presentes a lo largo de la Cordillera Andina, como la falla tectónica regional de Huaytapallana ubicada muy cerca de Huancayo, con terremotos menores en magnitud y frecuencia.

La convergencia determina la «colisión» de ambas placas y consecuentemente la inflexión del borde oriental de la placa de Nasca, bajo la placa Sudamericana según la dirección ENE; asimismo, la placa continental resulta de un cabalgamiento sobre la placa de Nasca.

La zona de inflexión y cabalgamiento se denomina zona de subducción, morfológicamente configura un relieve submarino que por su posición y alineamiento da lugar a la «Fosa de Milne-Edwards» o «Fosa de Lima».

La fosa mencionada es inferior a -5 000 msnm, contrastando con las elevaciones de la Cordillera de los Andes que superan los 5 000 msnm, como los nevados de Auzangate (Ocongate), Salcantay (Machu Picchu), Ocobamba (Urubamba), Sacsarayoc (Machu Picchu), Llongote, Ticlla (Yauyos), Carhuarazo (Conayca), etc.

En el presente trabajo se revisa toda la actividad sísmica ocurrida en el pasado, así como algunos resultados e interpretaciones de carácter preliminar, referente a aceleraciones y períodos de retorno para diferentes intensidades en la Escala Modificada de Mercalli, para sismos que pueden ocurrir en la región de la franja, con el objetivo de contribuir en la zonificación del riesgo geológico, y la prevención de daños.

8.2 HISTORIA SÍSMICA DE LA FRANJA N° 3

La franja estudiada (departamentos de Lima, Ica, Huancavelica, Junín, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Madre de Dios), ha sido afectada por grandes sismos ocurridos

en los años 1586, 1609, 1618, 1630, 1650, 1655, 1664, 1678, 1687, 1694, 1699, 1713, 1727, 1746, 1777, 1806, 1828, 1868, 1897, 1904, 1940, 1966, 1974, 1993.

Los datos históricos disponibles, indican la ocurrencia de una intensa actividad sísmica en la Franja N°3 (centro del Perú), entre los Siglos XVI y XX. Los sismos más significativos y algunos destructivos que han acontecido en el área de influencia, se describen en los Cuadros N° 8.1 y 8.2; basados principalmente en el estudio de SILGADO E. (1978), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú entre 1582 y 1979, la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú (1998), y el Catálogo de Sismos del Centro Regional de Sismicidad para América del Sur - CERESIS.

8.2.1 Intensidades

A partir de la información macrosísmica, se ha obtenido la información de los mapas de isosistas de algunos sismos destructores con incidencia sobre la franja estudiada, donde se emplazan las ciudades de Lima, Cañete, Pisco, Chíncha, Huancavelica, Yauyos, Huancayo, Huamanga, Huanta, Cangallo, Cusco, Abancay y numerosos poblados menores. Como ejemplo de ellos podemos ver las Figuras N° 4 y 5.

Cuadro N° 8.1
Principales Sismos Ocurridos en la Franja N° 3

Lugar	Fecha	Hora	Coordenadas		Magnitud (Ms)	Intensidad (MM)	Profundidad (km)
			Latitud	Longitud			
Lima-Callao	9/07/1586	19:00	12°18'	77°42'		X	60
Lima	18/06/1678	1:45	12°18'	77°48'		IX	40
Huancavelica	28/01/1687	00::00	12°35'	74°33'		VII	20
Lima	20/10/1687	4:15	15°12'	75°54'		X	28
Cusco	31/03/1650	16:36	13°30'	71°42'		X	30
Cusco	17/09/1707		13°54'	72°01'		X	10
Pisco	10/02/1716	1:00	13°42'	76°03'		X	50
Lima	28/10/1746	22:30	12°00'	77°11'		X - XI	30
Lima	30/03/1828	12:35	12°01'	77°48'		VII	50
Apurímac	13/04/1861	22:30	13°48'	73°24'		X	20
Lima	04/03/1904	5:17	12°50'	76°12'		VII	90
Lima	20/01/1932	2:30	12°00'	77°30'	6,75		100
Lima	24/05/1940	16:33	11°23'	77°48'	8,20	VII-VIII	50-60
Cañete	28/05/1948	0:37	13°06'	76°12'	6,75	VII	55
Cusco	21/05/1950	13:38	14°00'	72°00'	6,00	VII	9
Lima	17/10/1966	16:41	10°47'	78°48'	6,30	IX	38
Mala - Pisco	28/09/1968	13:53	13°06'	72°24'	6,50	VII	66
Lima	03/10/1974	9:21	12°30'	77°48'	7,50	VIII	13
Cangallo	18/04/1981	00:32'	13°06'	74°24'	5,50	VII	40
Lima	18/04/1993	04:16'	11°43'	76°36'	5,80	VI	94
Chuschi	31/10/1999	13:27'	13°40'	78°49'	4,50	V	14

Fuente : Silgado Ferro Enrique (1978); IGP (1981-1999)

La Figura N° 4 muestra las líneas isosistas del terremoto del 24 de mayo de 1940 ($M_b = 8$), cuyo epicentro se localizó en las coordenadas geográficas $10^{\circ} 30'$ latitud sur y $77^{\circ} 00'$ longitud oeste, fuera del contorno de la franja, sin embargo con efectos desastrosos en la parte costera de ella.

La Figura N° 5 muestra las líneas isosistas del terremoto del 17 de octubre de 1966 ($M_b = 9$), cuyo epicentro se encuentra según el IGP en las coordenadas geográficas $10^{\circ} 17'$ de latitud sur y $78^{\circ} 48'$ de longitud oeste, con efectos en la Franja N° 3. Las máximas intensidades para la zona epicentral alcanzaron VIII grados en la Escala Modificada de Mercalli (EMM). El terremoto provocó 100 muertos y daños materiales ascendentes a mil millones de soles de oro de la época, el área de percepción fue aproximadamente de 524 000 km².

De la información mostrada en los Cuadros N° 8.1 y 8.2 se ha determinado que la intensidad máxima en la Escala Modificada de Mercalli (EMM), de los sismos que han afectado la Franja N° 3, varía entre VII a X grados.

Información congruente con la mostrada el mapa de distribución:

8.2.2 Mapa de Distribución de Intensidades Máximas

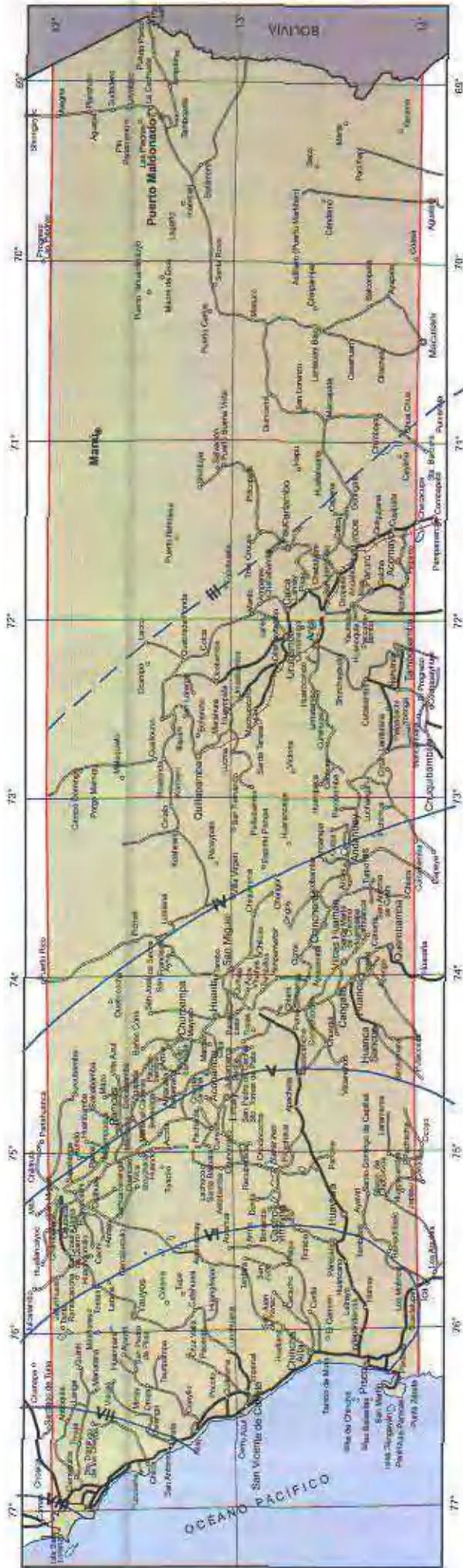
Mapa elaborado por Alva Hurtado J. y Meneses L.- Proyecto SISRA-CERESIS-1984 (Fig. N° 6), según esta referencia, en el área de la Franja N° 3, 36% de ella correspondería a una zona con intensidades máximas entre V y IX MM, y las zonas con intensidades V y VI MM, ocupan un 43%. Se menciona un valor extremo de carácter local cerca a los poblados menores de Huaytará y San José de Lourdes en Huancavelica e Ica, respectivamente.

8.3 SISMOTECTÓNICA DE LA REGIÓN

En base a los estudios de la neotectónica en el Perú (SEBRIER et al., 1982), el Mapa Neotectónico del Perú (MACHARÉ et al., 1991), y el Mapa Sismotectónico del Instituto Geofísico del Perú, se ha determinado la ubicación de fallas activas en la Franja N° 3, entre las cuales cabe mencionar las siguientes:

8.3.1 Falla de Huaytapallana

Se encuentra al pie de los nevados de la cordillera de Huaytapallana, al NEE de Huancayo. Está formada por dos segmentos de rumbo promedio $N135^{\circ} E$ y buzamiento entre 60° y $70^{\circ} NE$, que se extiende sobre una longitud de unos 20 km. La escarpa actual fue generada durante dos sismos localmente muy intensos en el año 1969, que reactivaron esta falla con movimiento inverso sinistral.



Referencia: E. Silgado

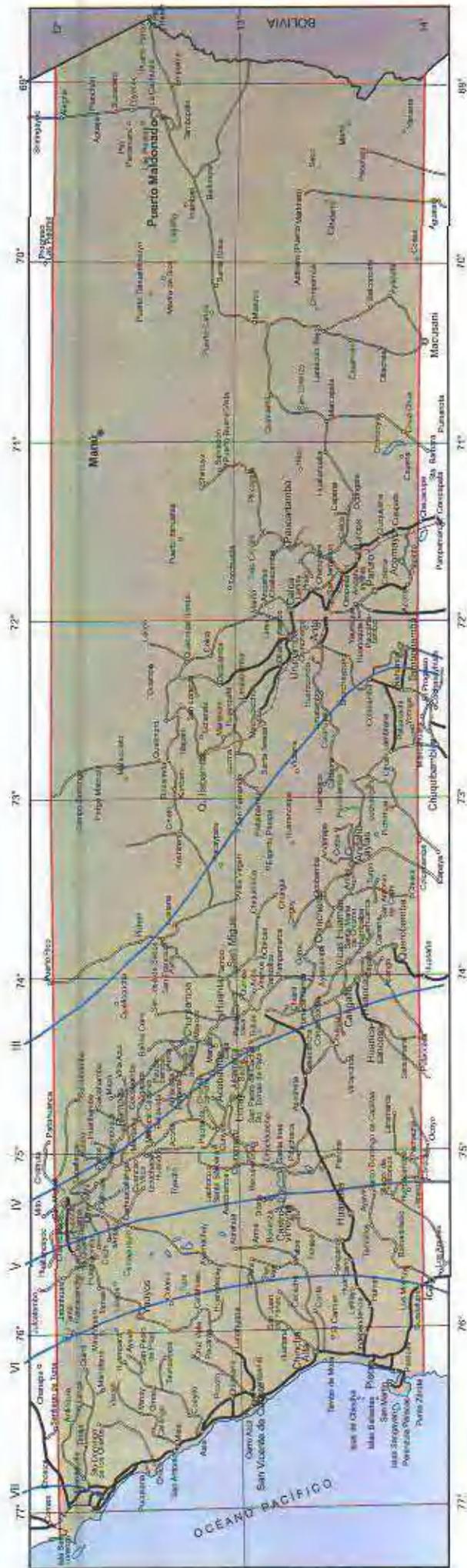


Ubicación del área de estudio

Leyenda

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Línea férrea
- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Pueblos ó caseríos
- Líneas isosistas
- Grado de intensidad Según Escala Modificada de Mercalli (MM)
- Epicentro del sismo

Fig. N° 4 Líneas isosistas del terremoto de Lima del 24 de mayo de 1940



Referencia: CERESIS



Ubicación del área de estudio

Leyenda

-  Carretera asfaltada
-  Carretera afirmada
-  Línea férrea
-  Capital de departamento
-  Capital de provincia
-  Pueblos ó caseríos
-  Líneas isosistas
-  Grado de Intensidad según Escala de Mercalli
-  Epicentro del sismo

Fig. N° 5 Líneas Isosistas del terremoto del 17 octubre de 1966

Cuadro N° 8.2
Descripción de los Datos Macrosísmicos Ocurridos en el Área de Estudio

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
1555-11-15		Lima	VII	Tembor ocurrido en Lima, el más fuerte desde su fundación, que causó mucha destrucción en sus edificaciones.
1568-04-04		Lima		Por la tarde, se sintió en Lima un fuerte temblor al comenzar la prédica del padre jesuita Jerónimo Ruiz del Portillo, en el convento de Santo Domingo, fue tan fuerte y largo el estremecimiento que todos los fieles allí congregados salieron despaoradamente. No ha quedado registro de daños materiales. Polo, anota que el sismo se sintió en Ica y otros lugares.
1581		Lima		Según la versión de antiguos vecinos de Lima, y que recogiera años más tarde el virrey Conde del Villar, hubo por este año un gran temblor que maltrató las casas de la ciudad. La fecha exacta nos es desconocida. En la crónica de Charcas, Fray Diego de Mendoza, menciona otro terremoto que hizo hundir con todos sus habitantes al pueblo de Yansoca, situado a unas 24 leguas del Cusco.
1582-08		Lima		Fuerte temblor, durante la celebración del Concilio Provincial, cuya apertura tuvo lugar el 15-08-1582.
1586-07-09	19:00:00	Lima-Ica-Trujillo	VI-IX	Terremoto que destruyó Lima, con 14 a 22 víctimas. Sus principales edificios se vinieron al suelo y otros quedaron muy maltratados. Hubo derrumbe de peñascos y rocas del cerro San Cristóbal y de otros situados en la parte alta del valle, como agrietamientos del terreno. La destrucción se extendió en los valles cercanos a Lima, y llegó hasta la villa de Valverde de Ica. A este gran sismo le siguió un tsunami, que anegó gran porción de la costa. En el Callao el mar subió como dos brazas e inundó parte del puerto.
				Según el informe del virrey el movimiento sísmico se propagó unos 1000 km a lo largo de la costa, desde Trujillo a Caraveli.
				En el interior fue sentido en Huánuco, Cusco, y posiblemente en otros lugares intermedios. Por 60 días continuos quedó temblando la tierra.
				Intensidades: Lima IX; Ica VI y Trujillo III.
1609-10-19	20:00:00	Lima	VII	Violento temblor que derribó y arruinó muchas de sus edificaciones. La catedral en construcción quedó tan maltratada que hubo necesidad de demoler sus bóvedas de ladrillo y labrar otras de crucería.
1630-11-27	11:30:00	Lima	VII	Fuerte movimiento que causó varios muertos y contusos. El Diario de Lima estimaba los daños causados a los edificios en más de un millón de pesos y anotaba: Muy pocas son las casas cuyas paredes no han sido abiertas.
1644-05-12	4:15:00	Ica-Pisco-Lima	X- VIII- IV	Terremoto en la ciudad de Ica. La ciudad quedó destruida y murieron más de 300 personas. En Lima se sintió con gran intensidad. Siguió 60 temblores.
1650-03-31	02:00:00 p.m.	Cusco-Abancay-Andahuaylas		Terremoto en el Cusco que derribó todos los templos y la mayor parte de las edificaciones generalizándose los estragos en Abancay, Andahuaylas y otros pueblos de la comarca. Hubo muchos muertos. Se produjeron grandes deslizamientos de las partes altas en Pisac y Paucartambo, uno de ellos represó el curso del río Apurímac. La tierra se agrietó en varios lugares. En Lima se sintió este movimiento, alcanzando intensidad como para causar algunos deterioros. Hasta el mes de abril se contaron en el Cusco más de 260 temblores
1655-11-13	14:38:00	Lima-Callao	VIII - IX	Fuerte movimiento de tierra que derribó muchas casas y edificios en Lima, abriéndose grietas en la Plaza Mayor y cerca del convento de Guadalupe. Graves daños en el presidio de la isla San Lorenzo. Un muerto.

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
1678-06-17	19:45:00	Lima-Callao	VII	Fuerte temblor averió muchas edificaciones en Lima entre ellas el Palacio del Virrey. Reparaciones en el orden de tres millones de pesos. Estragos en el Callao. 9 muertos en Lima, Callao y Chancay.
1687-01-28		Huancavelica		Terremoto que sacudió la Villa de Huancavelica y gran parte de la comarca. Vargas Ugarte (1966), refiere que si bien en los socavones de las minas no hizo estragos, la ciudad padeció bastante y algunas provincias como la de Huanta y Angaraes quedaron asoladas.
1687-10-20	4:15:00 y 5:30:00	Lima-Callao- Ica Cañete	VII - VIII- IX	Ocurrieron dos terremotos en Lima. El primer movimiento sacudió y desarticuló los edificios y torres de la ciudad, y el segundo más prolongado, las acabó de arruinar ocasionando cerca de cien muertos. Los estragos fueron grandes en el puerto del Callao y alrededores, extendiéndose las ruinas hasta setecientos kilómetros al sur de Lima, especialmente en las haciendas de los valles de Cañete, Ica, Palpa, Nazca y Camaná. Como efectos secundarios de estos sismos, se formaron entre Ica y Cañete, grandes grietas de muchos kilómetros de extensión. Según el P. López y Martínez, el tsunami se produjo durante el segundo temblor. Murieron en el puerto cerca de 300 personas. Los estragos del maremoto fueron grandes a lo largo de la costa, comprendida entre Chancay y Arequipa. El puerto de Pisco, destruido en el terremoto sufrió gran inundación y ruina con el embravecido oleaje que siguió. Los terremotos se sintieron en toda la extensión del Reino. En Trujillo se les percibió como ruidos sin conmoción. La tierra quedó temblando en Lima, hasta el 12 de diciembre de ese año.
1690-11-20	14:30:00	Lima		Gran temblor. Según el escribano Dn. Diego Fernández Montañó, acabó de arruinar los edificios y templos de la ciudad que habían quedado en pie luego del terremoto de 1687. El acuerdo del cabildo fue que se derribasen todas las paredes que amenazaban desplome y de hacer un reconocimiento de los daños causados.
1699-07-14	4:00:00	Lima	VII	Fuerte temblor en Lima. Derribó algunas casas.
1707-09-17	24:00:00	Cusco		Terremoto en el pueblo de Capi, provincia de Paruro, Cusco. Cayeron noventa viviendas y murieron como 50 personas. En la ciudad del Cusco hubo alarma y sus pobladores huyeron precipitadamente a la Plaza. Hasta el 7 de octubre se contaron en Capi más de 28 réplicas.
1709-04-09		Lima		Del 9 de abril de este año hasta el 10 de febrero del siguiente, se sintieron en Lima como 14 temblores, según refiere el P. Fevillée. El más fuerte de la serie ocurrió el 20 de diciembre a las 5 de la madrugada.
1716-02-10	20:00:00	Pisco Lima	IX V	La Barbinalis que se encontraba en Pisco en espera del barco que lo conduciría a China relata: "Vi que en casi un instante se derribarón todas las casas. Huí a la Plaza de la villa a donde todo el mundo se había refugiado. Como al cuarto de hora, tembló de nuevo la tierra que abriéndose en algunos lugares, expelió chorros de polvo y agua con ruido pavoroso. Esa noche la tierra se agitaba a cada momento. El día 11 como a las 9 de la mañana la tierra tembló con más violencia que el día anterior....". Estos movimientos se sintieron en Lima.
1719-06-17		Huamanga		Sacudimiento de tierra que en Huamanga tuvo carácter de destructor. Desquició la cuarta columna de la nave izquierda de la catedral.
1732-12-02	1:00:00	Lima		Recia sacudida de tierra en Lima, maltrató muchos edificios.
1739-03-24		Apurímac		Se arruinó el pueblo de Santa Catalina de la provincia de Aimaraes, Departamento de Apurímac. Pericieron muchos de sus habitantes.

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
1742-05-09	9:45:00	Lima		Fuertes temblores en Lima, siguiendo otros leves estremecimientos.
1742-05-19	24:00:00			
1742-05-27	17:30:00			
1744-11-19	6:30:00	Cusco		Temblo fuerte en Cusco; agrietó las dos bóvedas de la Iglesia La Merced y las paredes de varias viviendas. De la catedral e iglesias cayeron las estatuas colocadas en las partes altas.
1746-02-11		Cusco		Pueblo de Urcos, hubieron 9-11 temblores, lastimaron templos e hicieron caer muchas casas. En Acomayo se desplomó la iglesia. Hasta el 15 de febrero contaron más de 90 réplicas.
1746-10-28	22:30:00	Lima-Callao		Terremoto en Lima y tsunami en el Callao. En Lima de las 3000 casas existentes distribuidas en 150 manzanas, sólo 25 quedaron en pie. Cayeron a tierra los principales y más sólidos edificios, la Catedral, monasterios, conventos, hospitales y otros. El movimiento según Llano y Zapata fue de 3 a 4 minutos. Según el relato oficial, perecieron en Lima 1141 personas de un total de 60 000, otros cronistas suben estas cifras por diversas causas, y por las epidemias que luego se desataron. En el puerto del Callao quedaron arruinadas casi la totalidad de las edificaciones, resistiendo tan sólo algunas torres y parte de las murallas; media hora después que habían recuperado los ánimos sus habitantes, el mar se erizó y elevándose a gran altura irumpió sobre la población ahogando a gran parte de ella, llevando la vaciante mar adentro, todo lo que encontró a su paso. De 4 000 habitantes de que se componía la población del Callao, sólo se salvaron unos 200. Del puerto no quedó sino vestigios; cascajos y arenas se depositaron sobre sus escombros. Fueron arrasadas por el tsunami en la costa, las pequeñas poblaciones de Guañape y Pta. Caballas. Por la apreciación de los efectos destructores, el área pleistocista abarcó aproximadamente unos 44 000 km ² . Dentro de esa área y a unos 120 km al norte de Lima, un sólido puente construido sobre el río Huaura cayó hecho pedazos; los caminos de acceso al interior, a causa de los derrumbes, quedaron inutilizados. El movimiento fue sentido en Guayaquil 1 100 km al NO del Callao, y en la confluencia del río Marañón con el Huallaga, y con notable intensidad en Huancavelica, al SSE de Lima, donde hubo fuertes estremecimientos de tierra y ruidos. En algunos parajes de Lucanas (Ayacucho) ocurrieron agrietamientos del terreno y deslizamientos. La conmoción sísmica se llegó a sentir en Cusco, pueblos aledaños y en Tacna. Las irrupciones del mar fueron continuas en casi todo el litoral peruano. En las 24 horas que siguieron se contaron en Lima 200 temblores
1777-01-26	3:00:00	Lima		Violento sismo que hizo salir a todos sus habitantes a las calles. No hubo daños. Se sintió entre 160 a 220 km por la costa y el interior.
1791-07-04	5:30:00	Lima		Duró cerca de un minuto apreciándose su dirección de SO a NE.
1794-09-07		Lima	IV - V	Recia sacudida, la cual se sintió también a bordo de un barco que estaba cerca del Callao.
1798-01-21	16:00:00	Lima		Temblo algo fuerte.
1804-04-22		Lima		Sentido en Lima y con gran intensidad en el Cusco.
1806-12-01	18:00:00	Lima		El mayor temblor que se había experimentado después de 1746. Se estremeció la ciudad por espacio de más o menos un minuto. El mar salió fuera de sus límites ordinarios.
1828-03-30	7:35:00	Lima		Terremoto, causó grandes daños en los edificios y viviendas, calculándose las pérdidas en 6 millones de pesos. 30 muertos y numerosos heridos. Sufrieron el puerto del Callao, Chorrillos y Chancay, Huarochiri y el pueblo de San Jerónimo. Se sintió fuerte en Trujillo y Huancayo. Leve en Arequipa.
1847- 2 2		Abancay		El pueblo de Huancarama, al oeste de Abancay, quedó asolado por un sismo, no se tiene noticias del mes en que ocurrió.

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
05/08/1933	21:55:00	Lima		Fuerte y prolongado temblor en Lima-Callao e Ica. Se observaron ligeros deterioros en las casas antiguas de la ciudad. Rotura de vidrios en la ciudad de Ica. Fue sentido entre Huacho y Pisco a lo largo de la costa, en Cerro de Pasco y otros pueblos de la cordillera central, y en el puerto Bermúdez situado en la zona oriental.
05/03/1938	7:00:00	Cusco		El pueblo de Acopla, distrito de Pomacanchi, provincia de Acomayo, departamento de Cusco, fue sacudido por fuertes temblores que causaron derrumbes de casas, cuarteamiento de paredes, y agrietamientos en el terreno. Al día siguiente, como a las 13:30 horas, la población vecina de Tinta fue conmovida por otro recio sismo que derribó muchas casas viejas. El movimiento se sintió en la ciudad del Cusco y lugares aledaños.
24/05/1940	11:35:00	Lima	VII - VIII	La ciudad de Lima y poblaciones cercanas fueron sacudidas por un terremoto; se extendió hasta el puerto de Guayaquil-Ecuador al N y el puerto de Arica-Chile al sur. Ocasionó la destrucción de muchas edificaciones en Lima, Callao, Chorrillos, Barranco, Chancay y Lurín. El sismo dejó un saldo de 179 muertos y 3 500 heridos, estimándose los daños materiales en unos 3 600 000 soles oro. Las estadísticas oficiales consignaban que sufrieron daños un 38% de las viviendas de quincha; 23% de las de adobe; 20% de las casas de ladrillo; 9% de cemento y 10% de las casas El puerto del Callao, que sufrió ruina considerable, está edificado sobre terreno arenoso, saturado de agua, y el balneario de Chorrillos está situado en una zona próxima a barrancos de terreno aluvial incoherente. Las construcciones cercanas a los cerros que bordean el abanico fluvial del valle también fueron afectadas. En Chancay también se registro daños considerables, aquí las dos iglesias antiguas se derrumbaron y muchas construcciones de quincha en mal estado sufrieron la caída de paños enteros de tabiques. En Huacho y Lurín los desperfectos fueron menores y comparables entre si. En Chosica los daños fueron menores que los experimentados en la capital. La parte alta de Chancay sufrió graves daños, el pueblo de Huascoy en las nacientes del río Huaura quedó casi destruido lo mismo que el caserío de Jumbilva. En Cajatambo desplomáronse varias casas. En todas las quebradas mencionadas y en el río Rímac a unos 100 a 120 km al E de Lima, se produjeron derrumbes de rocas y material deleznable. En la costa el sismo fue moderadamente destructor hasta unos 250 km tanto al NO como al SE de la capital, afectando las localidades de Barranca, Huarmey, Cañete, Chincha y Pisco; al SE causó algunos estragos en Yauyos y Huaitará. Fuera del área epicentral, se apreció intensidades de IV - V en Trujillo, de III - IV en Piura; VI en las poblaciones del callejón de Huaylas. Según Richter la posición geográfica del epicentro 10° 5' y 77° O. Luego del terremoto se produjo un pequeño tsunami: En Ancón el mar se retiró unos 150 m. dejó en seco el muelle y llenándose lentamente inundó tierra y paso encima del muro de defensa del malecón, anegando los Hangares de la Base Aérea. El fenómeno de retroceso del mar se observó en la Punta, Callao y en Pisco.
18/09/1941	8:15:00	Cusco	VI- VII	Fuerte movimiento sísmico, dañó varias iglesias, capillas, edificios públicos y viviendas. Se sintió en Abancay y en los pueblos de Pararca y Caravelí.
15/06/1945	4:10:00	Lima		Temblor muy fuerte. Causó cuarteaduras en las construcciones modernas del Barrio Obrero del Rímac. Sentido desde Supe hasta Pisco por la costa. En Canta, Matucana, Morococha, Casapalca y Huaitará en el interior.
29/09/1946	20:00:00	Pisco	VI- VII	Sismo destructor en la ciudad y puerto de Pisco. Después del sismo se comprobó que el 70% de las construcciones de adobe y quincha de la ciudad, sufrieron rajaduras en las paredes y un 20% daños de consideración. El área de percepción alcanzó unos 50 000 km ² , llegando a sentirse hasta en el valle de Chanchamayo con una intensidad de II MM. La magnitud instrumental fue 7 o ligeramente menor, profundidad aproximada del foco: 80 km. El epicentro preliminar fue de 14° S. 76° O.

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
1860-04-22	2:00:00	Lima		Tembor recio que rajó muchos edificios, experimentándose algunas desgracias personales. Se repitieron los temblores hasta el día 26.
1861-04-13	05:30:00 p.m.	Apurímac		Tembó la tierra en los pueblos de Andahuaylas, Talavera y San Jerónimo. Fue algo destructor en pueblos aledaños del departamento de Ayacucho.
1897-09-20	11:25:00	Lima		Fuerte sismo que causó destrucción en Lima y Callao. En el interior sufrieron las edificaciones de Huarochiri y hubo derrumbes de las partes altas. El movimiento se sintió más allá de Ancón por el norte y hasta Pisco por el sur.
04/03/1904	5:17:00	Lima	VII- VIII	Intenso movimiento sísmico sentido en un área de percepción de aproximadamente 230 000 km ² . En un área epicentral de 4 000 km ² . Dentro de esa área, en Lima cayeron cornisas, paredes antiguas y se agrietaron las torres de la catedral; en el Callao y Chorrillos no quedó casa sin rajadura. Hacia el sur la destrucción se extendió hasta Mala. Otros efectos se apreciaron en el este, o sea en La Molina, y en el fundo Ñaña; en Matucana hubo desprendimiento del material meteorizado de la parte alta de los cerros y agrietamientos en las viviendas, mientras que en la zona costera, en Pasamayo, fueron profusos los deslizamientos en los acantilados de arena. El mismo fue sentido en Casma, Trujillo, Huánuco, Pisco, Ica y Ayacucho.
23/01/1905	6:15:00	Cusco		Fuerte temblor a unos 42 km, al oeste, en Andahuaylas se desplomaron algunas viviendas, cuarteándose otras. En Anta y Urcos el movimiento fue leve.
21/08/1915	14:23:00	Mala		Movimiento violento que se sintió fuerte en Lima y Callao, leve en Ica. El observatorio de la Sociedad Geográfica de Lima, situó el foco a una distancia de 83 km de la capital.
27/12/1915	10:48:00	Cañete		Movimiento sísmico sacudió la costa entre Cañete y Mollendo. Fue sentido en Yauyos y en la sierra del departamento de Ica.
08/02/1916	10:35:00	Ayacucho y Huancavelica		Sismo de foco cordillerano, localizado por el observatorio sísmológico a unos 300 km al S.E. de Lima. Fue sentido en una área de unos 120 000 km ² y afectó varios pueblos de la provincia de Víctor Fajardo, Huamanga y Huanta del departamento de Ayacucho y Angaraes en Huancavelica. El pueblo de Julcamarca sufrió averías en sus construcciones quedando su iglesia semiarruinada. En Ocos cayeron viviendas y hubo deslizamientos de la parte alta de los cerros. En Huancaraya se desplomaron las dos torres de la iglesia.
11/03/1926	6:20:00	Lima		Más atenuados fueron los efectos del sismo en Ica, por caídas ocasionales de revoque. El movimiento fue sentido de manera fuerte en la población de Yauyos y a lo largo de la costa entre Chancay y San Juan. Leve en las sierras de Tarma.
19/01/1932	21:33:00	Lima	V - VII	Tembó la tierra con intensidad, cayeron algunas cornisas, y en el cementerio del Callao, sufrieron los mausoleos. Sentido con violencia en Chosica y Cañete; leve en Chiclayo e Ica. A consecuencia del sismo, se produjeron derrumbes en la ruta del Ferrocarril Central. Fue registrado en el Observatorio Sísmológico de Lima a una distancia de 80 km. El Observatorio de La Paz registró a 860 km de esa ciudad.
				Violento temblor que hizo caer cornisas, tapias y paredes viejas. En el puerto del Callao el temblor fue tan fuerte como en la capital y ocasionó diversos daños en las edificaciones. Se sintió fuerte en Huacho, Ilgeramente en Cañete, Chincha, Ica, Pisco, Trujillo y Chiclayo. En la ciudad de Huaraz, en el Callejón de Huaylas, el temblor fue recio.

Observaciones			
Fecha	Hora	Localidades	Intensidad
28/05/1948	0:37:00	Cañete	VII
<p>Fuerte sismo destructor, ocasionó la muerte de 4 personas y numerosos heridos, así como el deterioro de la mayoría de las construcciones de adobe y quincha; los daños materiales fueron estimados en 800 000 soles oro. El área de percepción fue de unos 90 000 km². La intensidad VI tuvo un radio aproximado 25 km. En Lima se sintió fuerte registrando el acelerógrafo períodos de 0,1 seg. Y una aceleración promedio de 8 cm por seg². En las inmediaciones de Calavera - Cañete, se produjeron varios deslizamientos en terrenos pantanosos. En las faldas del cerro Candela se formaron algunas grietas de orientación N 10° E y muchas con rumbo N 55° E, observándose en el lugar pequeños derrumbes debido a la saturación del terreno.</p>			
21/05/1950	13:38:00	Cusco	VII
<p>Terremoto en la ciudad del Cusco, que dañó en más de un 50% sus edificios y viviendas. Pericieron unas 120 personas y heridas unas 275. El área epicentral estuvo confinada al valle del Cusco (unos 12 km²), circundada por un área de 500 km², afectada por una destrucción en menor escala. El movimiento se sintió en un área elíptica de 16 000 km², comprendida entre los paralelos 13° 13' y 14° 30' de latitud sur y los meridianos 71° 15' a 72° 55' longitud oeste. Los edificios que más sufrieron fueron los templos, reliquias arquitectónicas de hace 250 a 300 años, asimismo resultaron averiadas las antiguas construcciones de adobe y las combinadas de adobe y piedra o ladrillo. Después del terremoto, en el lado sur del valle, al SE del pueblo de San Sebastián, se observó en una longitud de 5 km una zona de extensa fisuración. Las grietas eran de forma irregular y variaban de abertura desde algunos centímetros hasta 2 m de profundidad, y en longitud de 10 a 50m, encontrándose tanto en terrenos secos como húmedos. Los deslizamientos fueron de magnitud reducida y ocurrieron principalmente en algunas laderas escarpadas y en los taludes de gravas aluviales. El nivel freático se levantó en el lado sur del valle. Áreas que habían estado casi secas antes del terremoto, aparecieron cubiertas por 10 a 40 cm de agua, semana y media después del sismo. Otros estudios expresaron que la profundidad focal a base de las intensidades observadas, se estimó en 9 km.</p>			
31/01/1951	11:39:00	Lima	VI - VII
<p>Fuerte temblor, comenzó con un ruido sordo, segundos después, un fuerte remezón que hizo crujir paredes. Ocasiónó una fina rajadura vertical en la fachada de un edificio de concreto armado de la Plaza San Martín. El Observatorio de Lima, registró aceleraciones máximas de 68 cm/s², con períodos de 0,1s en las componentes horizontales. El movimiento fue sentido desde el paralelo 10° hasta el 14° de latitud sur.</p>			
12/06/1951	0:43:00	Huancavelica	VI
<p>El Observatorio de Huancayo registró este movimiento a una distancia de 220 km, el foco posiblemente estuvo localizado en el océano, cerca de la costa.</p>			
03/08/1952	8:19:00	Lima-Callao	V - VI
<p>Temblor ligeramente destructor, en el pueblo de Huaitará. Sentido en Lima, Chinchá, Pisco, Ica y Ayacucho. Este sismo parece haberse originado cerca de la quebrada de Topará situada entre los valles de Chinchá y Cañete en la costa.</p>			
15/02/1953	4:33:00	Lima	V - VII
<p>Fuerte sismo sentido en casi todo el departamento de Lima. El área de percepción fue unos 26 000 km². Se registró una aceleración máxima de 21 cm/s², con período de 0,2 s en sus componentes horizontales. Fuerte temblor duró más de 15 s. La violencia de la sacudida y el ruido intenso que trajo, obligaron a muchas personas abandonar sus lechos. Se registró una aceleración máxima de 26 cm/s² con períodos de 0,1 s.</p>			

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
21/04/1954		Lima	VI	Movimiento ligeramente destructor en el sur del departamento de Lima. El área de percepción estuvo confinada entre los paralelos 9° y 15° de latitud sur a lo largo de la costa, y hasta Tarma y Huancayo hacia el interior. En la costa ocurrieron ligeros desperfectos en las antiguas construcciones de adobe de Mala, Cañete y San Antonio. En la ciudad de Lima, fue fuerte, registrándose una aceleración máxima de 25 cm/s ² , con períodos de 0,1 s. Derrumbe en el sector Pasamayo y en el talud de falla de Jahuay (km 184 de la Carretera Panamericana Sur).
09/02/1955	11:06:00	Lima		Temblo fuerte, resultaron 10 personas accidentadas. Aceleración promedio 27 cm/s ² con períodos de 0,2 s. Desprendimiento del material suelto en los barrancos de los balnearios y en el sector de Pasamayo al N de Lima; ligeramente destructor para los edificios y viviendas de la ciudad de Cañete. Sentido en Huaraz.
18/02/1957	18:50:00	Huarmey - Chincha	IV - V	Movimiento sentido a lo largo de la costa. En las cercanías del pueblo de Sayán, en el río Huaura, los deslizamientos de grandes bloques de piedras rompieron el muro de contención de un canal de irrigación.
01/03/1958	4:06:00	Lima-Ica	VI	Derrumbes de arena en los acantilados de Pasamayo. En la ciudad de Carita la intensidad fue ligeramente superior al grado V; lo mismo que en la ciudad de Guacho. En Lima, el movimiento fue precedido de un fuerte ruido y su intensidad fue de IV - V. El epicentro de este sismo estaría localizado en las nacientes del río Chancay.
24/12/1959	7:50:00	Ayacucho	VII	Intenso temblor en el sur de Lima. En Pisco causó pánico y el agrietamiento de un centenar de edificaciones. En la zona rural de Ica, provocó derrumbes de algunas viviendas. En Lima, Cañete y Nasca, fue sentido en menor intensidad.
01/01/1960	4:30:00	Lima-Ica- Huancavelica		Sismo destructor en las sierras del departamento de Ayacucho. Causó 7 muertos y 37 heridos. Destrucción de 250 viviendas en los poblados de Pomabamba, Moyobamba, Huahuapuquio y otros caseríos ubicados en las escarpadas laderas del río Pampas. Afectó la ciudad de Cangallo, donde cayeron algunas casas de adobe y tejados. Varios tramos carreteros quedaron destruidos por los fuertes desprendimientos. Sentido en la ciudad de Ayacucho y pueblos vecinos. Siguieron numerosas réplicas hasta mediados de enero de 1960.
27/01/1961	22:25:00	Lima-Nasca	VI	Fuerte temblor sacudió Lima y una extensa zona situada al sur. Provocó el derrumbe de algunas casas en Nasca, Ica y Huancavelica. En Paipa cayeron 3 edificaciones y quedó agrietado el 90% de sus construcciones. En Hualtará causó derrumbes y heridos. En Ica, se contaron 3 accidentes. Se formaron grietas en la Carretera Panamericana Sur, a la altura de la bajada de Paipa.
08/11/1961	14:30:00	Acos (Cusco)	VI	Ligeramente destructor en Chincha, Pisco, San Luis de Cañete e Ica. En Chincha quedaron agrietadas las paredes de numerosas casas; en la zona rural cayeron cercas. En Pisco e Ica, desprendimientos de enlucidos y cornisas. Fuerte en Mala y Paipa. Alarma en Ica y Nasca.
08/05/1965	17:23:00	Urcos (Cusco)	V - VI	Fuerte temblor, resquebrajadas en un 80% de las construcciones vetustas de adobe. Desprendimiento de material descompuesto de los cerros que bordean el pueblo. Siguieron 20 movimientos
				Sismo destructor; agrietamiento de la iglesia, local de la alcaldía y otras construcciones de adobe. Desprendimiento de las laderas de los cerros.

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
17/10/1966	04:41:00 p.m.	Lima	VIII	<p>Uno de los sismos más intensos desde 1940. Dejó un saldo de 100 muertos y daños materiales ascendentes a mil millones de soles oro. El área de percepción cubrió aproximadamente 524 000 km² y fue destructor a lo largo de la franja litoral comprendida entre Lima y Supe. La aceleración registrada en Lima estuvo acompañada de perodos dominantes del orden de un décimo de segundo. La amplitud máxima fue de 0,4 g, entre ondas de aceleraciones menores de 0,2 g. Rotura de vidrios por doquier y ruidos intensos. En el centro de Lima y en algunos sectores, se veían caídas de cornisas y enlucidos.</p> <p>En la hacienda San Nicolás a unos 156 km al N de Lima, aparecieron numerosas grietas y de varias de ellas surgió agua de color amarillo. En el tramo 169 de la Carretera Panamericana Norte se observaron otras grietas. Las vías de acceso al interior, especialmente el km 51 y el km 22 de la carretera Central quedaron bloqueadas a consecuencia de los derrumbes. En la costa hubo deslizamientos de material suelto en los acantilados de Chorrillos, Miraflores y Magdalena.</p> <p>En general, los efectos destructores fueron importantes en las construcciones de adobe, en estructuras que adolecían de defectos de diseño y de pobre construcción, en viviendas antiguas ya debilitadas por otros sismos y por la consistencia del suelo. Dentro de la zona metropolitana de Lima, se produjeron diversos deterioros (grado VII), acentuándose éstos en el Calleo por la antigüedad de sus construcciones y consistencia del suelo. Otros daños se observaron en La Planicie, La Molina, lugares situados al este de la ciudad. Debido a los perodos largos de oscilación comparados con los perodos dominantes del sismo y a la lejanía del foco los edificios altos a pesar de la aparente falta de resistencia lateraf en su mayoría no sufrieron daños de consideración. A unos 50 minutos después del terremoto se produjo un tsunami moderado, registrándose la primera onda en los mareógrafos de La Punta, Chimbote y San Juan. En Casma y Tortugas hubo inundación, sufriendo grandes pérdidas varias fábricas pesqueras.</p>
28/09/1968	8:54:00	Plisco	VI	<p>Fuerte movimiento de tierra que afectó las construcciones antiguas de Plisco, Chincha e Ica. Diversas averías sufrieron las edificaciones de los balnearios de Santa María y San Bartolo. Sentido fuertemente en Lima, Huacho y San Mateo. En Palpa y Nasca con menor intensidad.</p>
01/10/1969	0:06:00	Huancayo	V - Vi	<p>Sismo de magnitud 6,2 sacudió 50 kms al NE de Huancayo. Murieron 130 personas y numerosos heridos. Quedaron dañadas las viviendas de adobe, adobón y piedra, de los caseríos y distritos del sector. De las partes altas se produjeron derrumbes, en el terreno hubo agrietamientos y cambios en el nivel hidrostático evidenciado por la desecación de 4 lagunas. Un efecto primario, advertido por los campesinos del lugar como una extensa grieta después del sismo del 23 de julio, fue la escarpa de falla estudiada por la Comisión que enviara al lugar el Instituto Geofísico del Perú en la primera quincena de octubre. DEZA (1970), informó que la falla producida por el sismo del 23 de julio, fue reactivada posteriormente, en un punto situado a 6,5 km al NE de la hacienda Acopalca. Alcanzó el desplazamiento vertical 1,60 m. y en dos lugares situados a 1 km al SE y 2,5 m al SE de ese punto, se pudo medir un desplazamiento horizontal de 0,70 m. La falla tenía un rumbo de N 60° O y un buzamiento de 65° NE extendiéndose unos 16 km. Desde el 23 de julio hasta el 31 de diciembre, el Observatorio de Huancayo registró más de 2 000 réplicas provenientes de esa región.</p>
31/05/1970	15:23:00	Costa de Lima - Ica	V - VI	<p>Uno de los más catastróficos terremotos en la historia del Perú, se sintió en casi toda la costa del Perú hasta las cordilleras, con diferentes intensidades. Al S y ESE fue de grado VI MM en Lima. Fuerte en Plisco e Ica.</p>

Fecha	Hora	Localidades	Intensidad	Observaciones
19/06/1972	10:51:00			Fuerte temblor que causó ligeros desperfectos en el centro de Lima. Alarma en Mala y Cañete. Por el N se sintió en Chancay y Huacho. Los temezones en Ica fueron casi imperceptibles.
03/10/1974	9:21:00	Lima	VII- VIII	Lima fue sacudida por largo y recio temblor que ocasionó 78 muertos, unos 2 500 heridos y pérdidas materiales estimadas en unos 2 700 millones de soles. Duración del movimiento de más de un minuto y medio, contribuyó a acentuar la destrucción de muchas casas antiguas de adobe y quincha en el área litoral comprendida entre 12° y 14° de latitud sur. En Lima Metropolitana sufrieron daños entre leves a considerables, las iglesias y monumentos históricos, los edificios públicos y privados, las viviendas antiguas de adobe de los Barrios Altos, Rímac, el Cercado, Callao, Barranco y Chorrillos. Los efectos destructores del sismo se extendieron a Mala, Chincha, Cañete, Pisco y otras poblaciones con saldo de 13 muertos y numerosos heridos. Se observaron derrumbes de material aluvial en los acantilados situados entre Magdalena y Chorrillos, agrietamientos de la plataforma de la Carretera Panamericana en los tramos III . A los pocos minutos del sismo se observó en las playas cercanas a Lima una retirada del mar, que en Agua Dulce alcanzó unos 120 m, volviendo las aguas a su cauce de manera gradual. En Pisco después del retroceso, inundó algunas casas del puerto próximo a la orilla. El mareógrafo de La Punta registró un máximo de ola de 5 pies, mientras que en el puerto San Juan alcanzó 4 pies. Después del sismo principal y durante 7 días el IGP informó haber registrado 1 317 réplicas.
01/10/1995	A las 00:00:24	Pillpinto (Cusco)	V	Temblor sacudió las localidades cusqueñas de Pillpinto, Acos, Sangará y Pomacanchi. En Pillpinto la mayoría de las viviendas fueron severamente dañadas, alcanzando una intensidad sísmica de grado V en la escala modificada de Mercalli. Por testimonios de los pobladores, el sismo fue percibido como un movimiento súbito y vertical, acompañado con ruido subterráneo, parecido a la caída de un objeto muy pesado. 175 viviendas quedaron dañadas y 22 destruidas con 25 personas heridas y 935 damnificados. El servicio de agua potable quedó paralizado por la rotura de la tubería en la quebrada Oscollohuayco. Hubo derrumbes en la carretera de Pillpinto hacia Accha.
31/10/1999	13:27:00	Ayacucho		Sismo asociado a la posible reactivación de alguna falla local, próxima al pueblo de Chuschi (al oeste de la ciudad de Cangallo). El pueblo fue afectado debido a que el 100% de sus construcciones son de adobe debilitadas por las constantes lluvias. Como producto de este terremoto, se reportaron 28 heridos, 210 casas destruidas, 1 100 damnificados.

Existen desplazamientos de 1,8 m (vertical) y 0,70 m (horizontal) asociados a estos sismos en el segmento sur, siendo estos *ligeramente mayores en el segmento norte*.

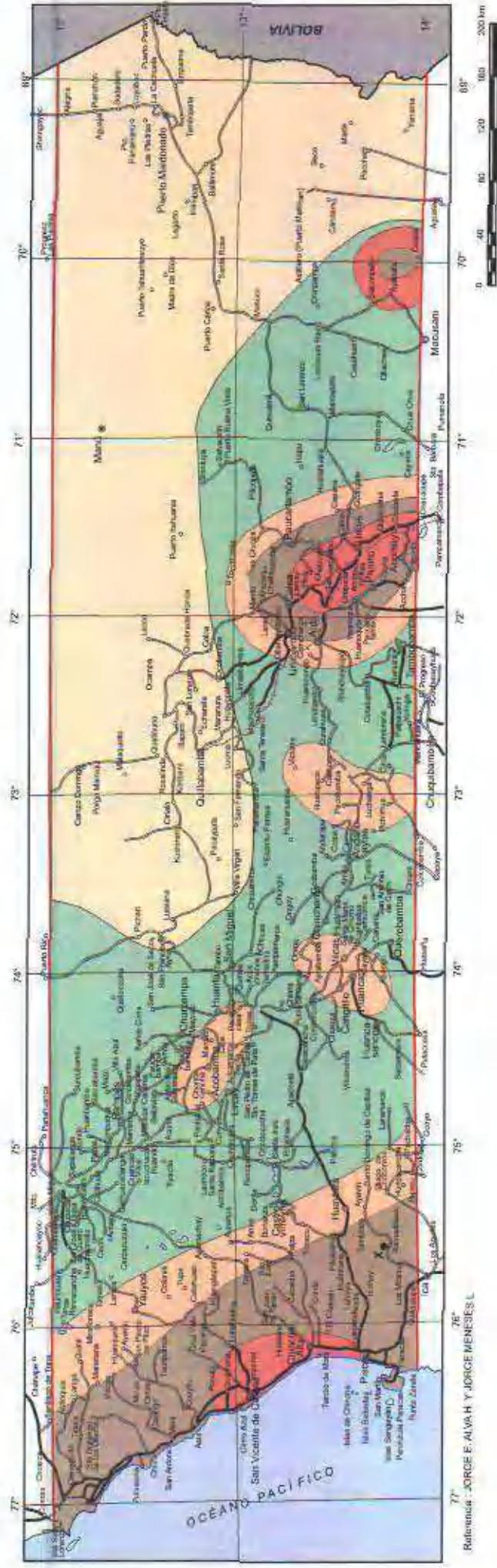
8.3.2 Fallas en la Región del Cusco

Los alrededores del Cusco muestran varios sistemas de fallas, algunos de los cuales han probado recientemente ser geológicamente activas. En conjunto, estas fallas se sitúan en el límite entre la Cordillera Oriental y las altas mesetas.

- **Falla de Zurite.-** Tiene 24 km de extensión, se ubica al NO del Cusco. Está compuesta por pequeños segmentos con rumbos entre N 100° E y N 115° E y buzamiento comprendido entre 60° y 70° hacia el sur. Esta falla normal afecta a depósitos aluviales y morrénicos de edad cuaternaria
- **Falla de Tambomachay.-** Se encuentra ubicada al borde de la ciudad del Cusco (Foto 120), ocupando una longitud aproximada de 17,5 km, hacia el norte de esta ciudad.
La falla tiene una tendencia E-O, pero hacia el este cambia a un rumbo de 60° y 70° al sur. Tiene un movimiento normal con un salto en su extremo oeste, un cambio brusco de dirección da lugar a la falla de Tamboray de rumbo NS y buzamiento al oeste.
- **Falla de Razuhuilca.-** Se encuentra al NE de Huanta y de la Quínua, se trata de un conjunto de fallas asociadas con el flexuramiento del borde del macizo del Razuhuilca. Tiene rumbos entre NO-SE y N-S con fuertes buzamientos hacia el NE. Se ha movido en forma transcurrente al finalizar el Mioceno y muestra huellas de reactivaciones cuaternarias. El lineamiento de Razuhuilca se sigue sobre unos 100 km.
- **Falla de la laguna Pacucha.-** Se encuentra al norte de la laguna Pacucha, ubicada a 10 km al NE de Andahuaylas. Tiene un rumbo de E-O y presentan un movimiento cuaternario medio a reciente. Esta falla pertenece a un lineamiento que tiene una longitud de unos 100 km.
- **Las Fallas de Auzangate.-** Son tramos activos del sistema de Ocongate que se sitúa entre el pueblo del mismo nombre y el macizo del Auzangate. Tienen un rumbo promedio N 70° E a N 80° E y se pueden distinguir dos grupos:
Fallas con buzamientos hacia el norte (escarpas con pendientes de 35°-40°) y buzamiento al sur, de edad pre-holocena. Estas fallas son normales constituyendo un sistema de aproximadamente de 10 km de largo total (Foto N° 119).

8.4 DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS

La ubicación de los hipocentros ha mejorado en tiempos recientes, por lo que pueden considerarse los siguientes períodos de obtención de datos sismológicos :



LEYENDA

- Carretera asfaltada
- Carretera afirmada
- Línea férrea
- Capital de departamento
- Capital de provincia
- Pueblos ó caseríos
- X
- IX
- VIII
- VII
- VI
- V

Fig. N° 6 Curvas de intensidades máximas de Escala de intensidades Mercalli modificada

Referencia: JORGE E. ALVA H. Y JORGE MENESSES L.

Ubicación del área de estudio



Foto N° 118 Vista de la falla neotectónica del cerro Parocaya.



Foto N° 119 Falla neotectónica del sector de Auzangate.



Foto N° 120 Falla neotectónica de Tambomachay, situada en el sector norte de la localidad del Cusco.



Foto N° 121 Consecuencias del tsunami ocurrido el 3 de octubre de 1974, que afectó la costa del Callao, inundando varias fábricas, destruyendo muelles y cultivos. Vista del Jr. Loreto cuadra 6, Callao.

- 1) Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructores.
- 2) 1900 - 1963: datos instrumentales aproximados.
- 3) 1963 - 1992: datos instrumentales más precisos.
- 4) 1992 - Actualidad : datos instrumentales precisos.

En la Figura N° 7 se presenta un mapa de distribución de epicentros de la región de la Franja N° 3, elaborado en base al catálogo sísmico del proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina) patrocinado por CERESIS. Este mapa presenta los sismos ocurridos entre 1963 y 1992, con magnitudes en función de las ondas de cuerpo, Mb. Asimismo, en la Figura N° 8 se muestran, las diferentes profundidades focales de los sismos superficiales (0-60 km), sismos intermedios (61-300 km), sismos profundos (301-700 km), y la ubicación del perfil transversal perpendicular de la costa con una ancho de 150 km y una longitud de 750 km. Los sismos en el área de influencia presentan el mismo patrón general de distribución espacial que en el resto del territorio peruano, es decir, la mayor actividad sísmica se encuentra en el mar, paralelo a la costa. Se aprecia la subducción de la placa de Nasca, ya que hacia el continente la profundidad focal aumenta. También se producen sismos en el continente que son superficiales e intermedios y que están relacionados a fallas neotectónicas (Figuras N° 7 y 8).

8.5 ESTUDIO SÍSMICO PROBABILÍSTICO

Se ha efectuado el estudio sísmico probabilístico empleando el método desarrollado por CORNELL, (1968). La primera parte del método consistió en una revisión de la actividad sísmica histórica, para determinar las fuentes sismogénicas considerando las características tectónicas de la región. Luego se determinó la recurrencia de las fuentes sismogénicas. Las fuentes sismogénicas empleadas son las definidas por Castillo (1993). Fuentes basadas en el mapa de distribución de epicentros de nuestro país. Se han agrupado en fuentes de subducción y fuentes continentales. La ocurrencia de un evento sísmico es de carácter aleatorio y la teoría de probabilidades es aplicable en el análisis del riesgo de su ocurrencia. La expresión matemática de la integral resume la teoría desarrollada por Cornell en 1968 para analizar el riesgo sísmico. La evaluación de esta integral es efectuada por el programa de cómputo RISK desarrollada por MC GUIRE, (1976) en el cálculo de peligro sísmico, el mismo que ha sido aplicado en el presente trabajo.

La información existente hasta el año 1963 es incompleta, por falta de valores de magnitudes de onda de cuerpo Mb y profundidad focal, por lo que se decidió considerar la información a partir de 1963 para el análisis estadístico de recurrencia.

La recurrencia de los terremotos se determina de acuerdo a la expresión de RICHTER (1968) :

$$\text{Log } N = a - bM$$

Donde:

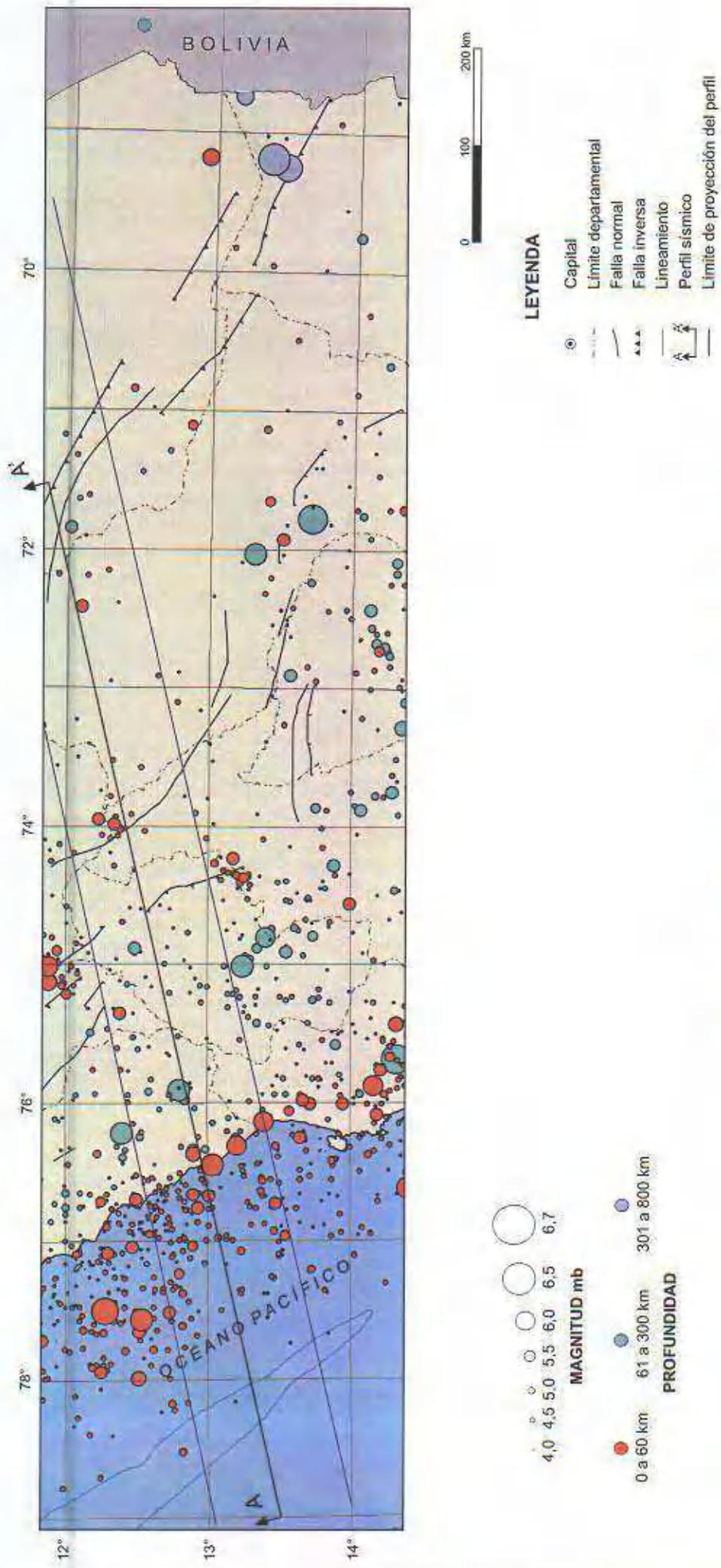


Fig. N° 7 Distribución espacial de sismicidad en la Franja N° 3

Fuente: IGP, 2003

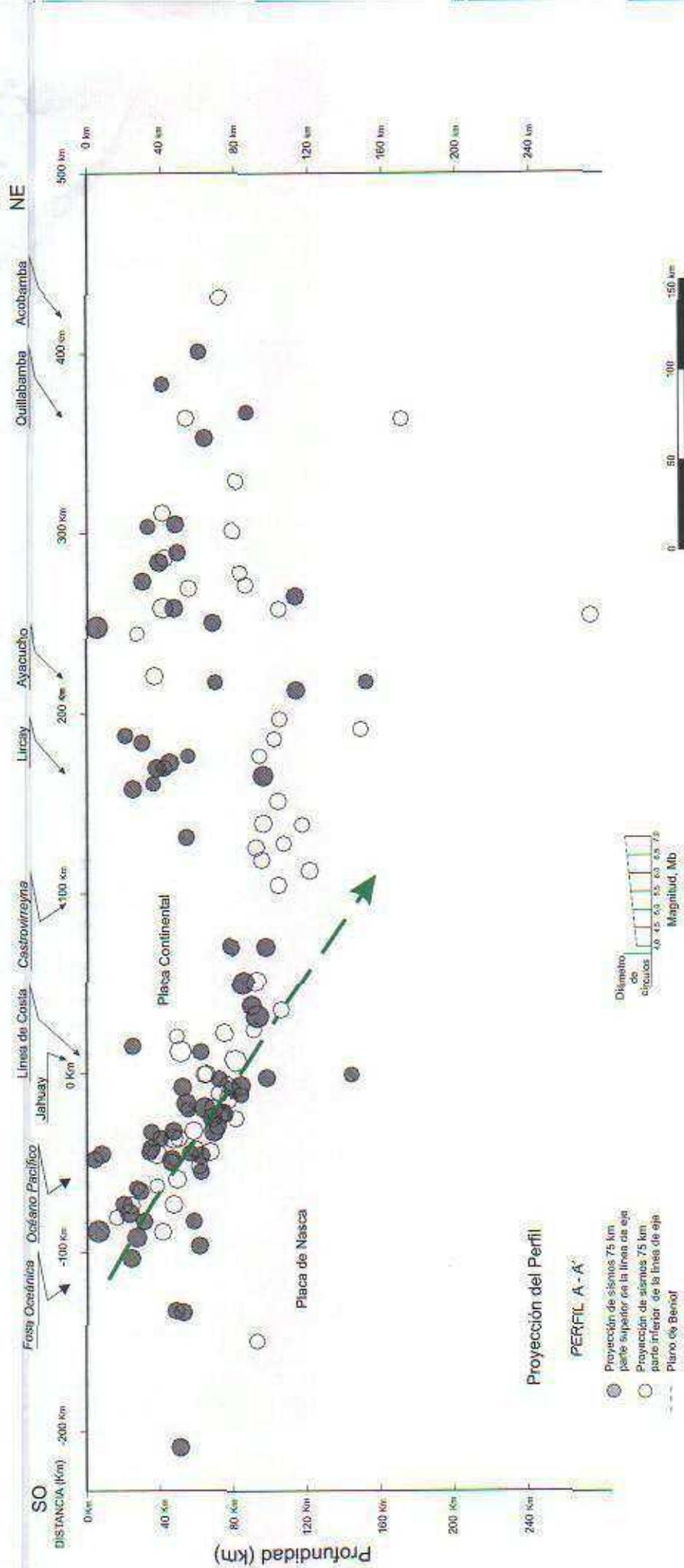


Fig. N° 8 Perfil de la sismicidad en la Franja N° 3

Fuente: IGP, 2003

N = número de sismos de magnitud M o mayor por unidad de tiempo.
a,b = parámetros que dependen de la región.

Para coeficientes de atenuación, se han utilizado para los sismos de subducción la Ley de atenuación de aceleraciones propuesta por CASAVARDE y VARGAS (1980), Mc GUIRE (1974) para los sismos continentales.

Cuadro N° 8.3
Aceleraciones Máximas Esperadas (% g)

Lugar	Coordenadas	Período de Retorno (Años)						
		30	50	100	200	400	475	1000
1.- Abancay	72°52' - 13°38'	0,151	0,169	0,197	0,228	0,265	0,275	0,323
2.- Andahuaylas	73°23' - 13°39'	0,157	0,175	0,204	0,236	0,277	0,287	0,337
3.- Ayacucho	76°23' - 13°04'	0,155	0,174	0,204	0,238	0,280	0,291	0,344
4.- Calca	71°57' - 13°19'	0,125	0,144	0,169	0,197	0,227	0,237	0,277
5.- Cañete	76°26' - 13°04'	0,217	0,249	0,298	0,355	0,423	0,442	0,532
6.- Cangallo	74°08' - 13°37'	0,161	0,180	0,211	0,247	0,288	0,300	0,353
7.- Cusco	71°58' - 13°30'	0,131	0,152	0,176	0,206	0,238	0,247	0,289
8.- Campo Domingo	69°10' - 12°35'	0,118	0,134	0,161	0,189	0,220	0,229	0,270
9.- Callao	77°08' - 12°02'	0,235	0,269	0,322	0,384	0,459	0,480	0,578
10.- Coasa	69°58' - 13°59'	0,116	0,132	0,157	0,182	0,211	0,219	0,257
11.- Corani	70°39' - 13°53'	0,122	0,141	0,166	0,192	0,223	0,232	0,271
12.- Chincha Alta	76°23' - 13°04'	0,216	0,247	0,297	0,351	0,419	0,438	0,526
13.- Chincha Baja	76°09' - 13°27'	0,219	0,250	0,299	0,356	0,424	0,443	0,534
14.- Chincheros	73°42' - 13°30'	0,157	0,178	0,205	0,259	0,278	0,289	0,340
15.- Huarochirí	76°13' - 12°07'	0,166	0,191	0,228	0,273	0,327	0,342	0,412
16.- Huancapi	74°03' - 13°45'	0,162	0,182	0,212	0,248	0,290	0,301	0,354
17.- Huancayo	75°12' - 12°03'	0,141	0,171	0,195	0,232	0,278	0,291	0,350
18.- Huancavelica	74°58' - 12°47'	0,150	0,171	0,202	0,241	0,285	0,298	0,356
19.- Huanta	74°14' - 12°56'	0,151	0,170	0,200	0,234	0,276	0,287	0,340
20.- Huaytará	75°20' - 13°36'	0,177	0,201	0,237	0,281	0,334	0,348	0,415
21.- Las Piedras	69°13' - 12°29'	0,074	0,084	0,098	0,114	0,134	0,139	0,163
22.- Lunahuaná	76°12' - 13°04'	0,205	0,233	0,279	0,333	0,398	0,415	0,500
23.- Lima	77°01' - 12°02'	0,220	0,252	0,302	0,359	0,437	0,448	0,539
24.- Lircay	74°41' - 12°59'	0,154	0,149	0,205	0,242	0,285	0,297	0,353
25.- Manu	70°57' - 12°16'	0,090	0,101	0,120	0,142	0,165	0,171	0,200
26.- Ocobamba	72°24' - 12°50'	0,121	0,140	0,165	0,192	0,278	0,230	0,271
27.- Ocos	73°53' - 13°23'	0,157	0,170	0,205	0,239	0,290	0,291	0,342
28.- Pampas	74°51' - 12°23'	0,142	0,163	0,195	0,231	0,276	0,288	0,345
29.- Puerto Carlos	70°20' - 12°55'	0,094	0,107	0,128	0,148	0,172	0,179	0,209
30.- Pisco	76°12' - 13°42'	0,226	0,258	0,309	0,367	0,438	0,457	0,549
31.- Puerto Maldonado	69°10' - 12°35'	0,076	0,086	0,100	0,117	0,138	0,143	0,167
32.- Pichari	73°48' - 12°30'	0,139	0,159	0,186	0,219	0,258	0,268	0,318
33.- Quillabamba	72°44' - 12°53'	0,128	0,149	0,173	0,202	0,235	0,244	0,287
34.- Quincemil	70°50' - 13°13'	0,106	0,120	0,143	0,167	0,193	0,201	0,235
35.- Urcos	71°37' - 13°41'	0,131	0,151	0,176	0,204	0,236	0,246	0,288
36.- Yauyos	75°54' - 12°27'	0,162	0,184	0,221	0,264	0,315	0,330	0,398

8.7 ACELERACIÓN Y PERÍODOS DE RETORNO

En la Figura N° 9 se presentan los resultados de los estudios efectuados por S. Hattori, cuyo procedimiento de obtención de resultados ha sido revisado, analizado y comparado con los mapas anteriores de intensidades, encontrándose concordancia en cuanto a la ubicación de las zonas más críticas o desfavorables, así como los valores máximos de intensidades.

En el Cuadro N° 8.3 se presenta la aceleración máxima esperada (%g) para las diferentes ciudades y pueblos que están enmarcados dentro de la Franja N° 3, donde existe una relación entre las aceleraciones e intensidades máximas por zonas y para los diferentes períodos de retorno.

Según la Figura N° 9, los puntos de observación del presente trabajo pertenecen a 4 zonas:

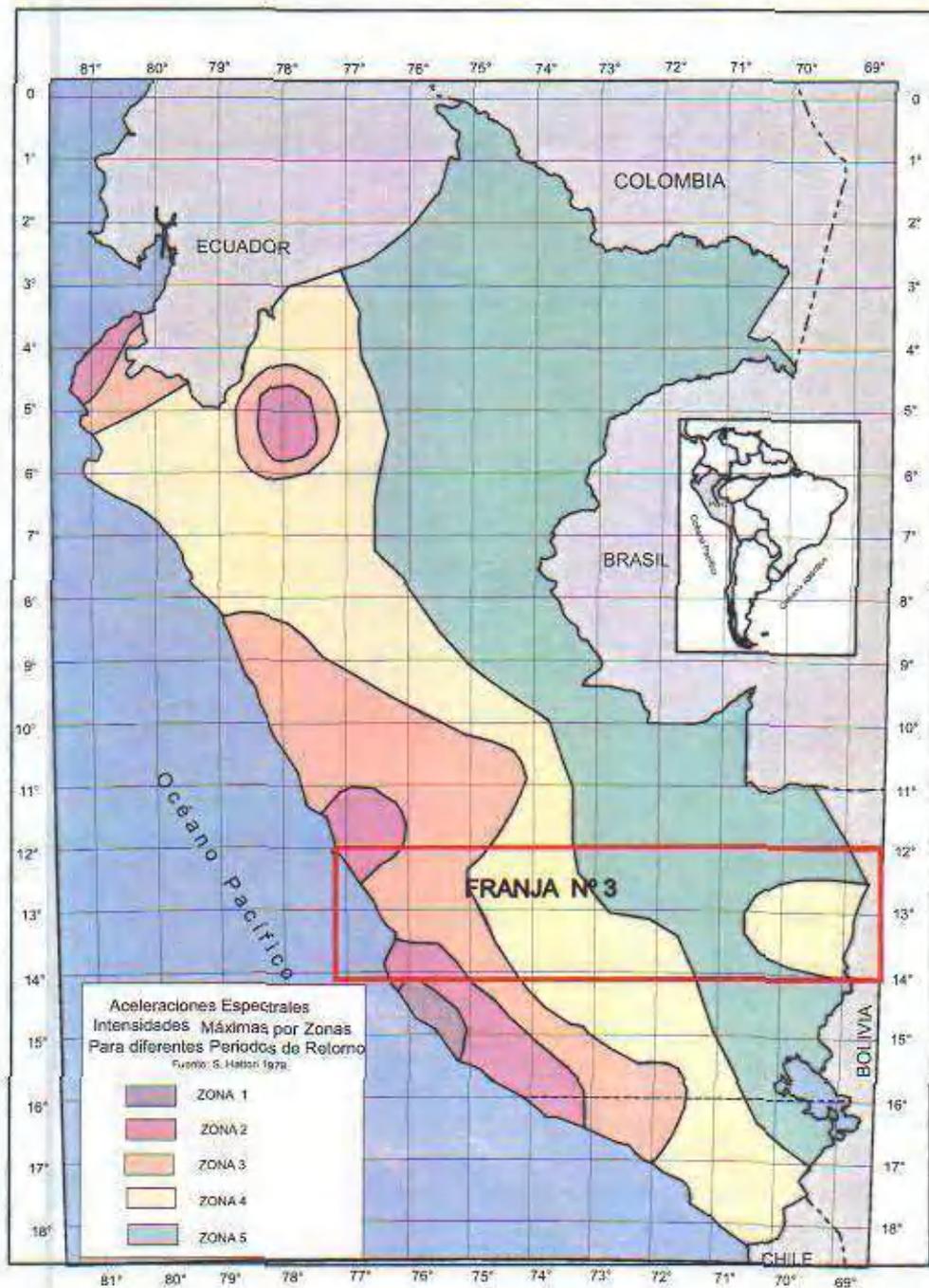
La zona 2, corresponde a una intensidad máxima IX MM, y para un período de retorno de 100 años le corresponde una aceleración máxima de 0,298 g. En esta zona se ubican Lima, Callao, Chilca, Lurín, Langa, Huarochirí. Por el sur Chincha Alta y Baja, Pisco, San José de los Molinos, etc.

La zona 3 corresponde a una intensidad máxima de VIII MM y para un período de 100 años le corresponde a una aceleración máxima de 0,149 g. Se enmarcan dentro de este sector los pueblos de Mala, Asia, Cerro Azul, Cañete, Yauyos, Huaytará, Huancavelica, Pampas, Huancayo, etc.

La zona 4 corresponde a una intensidad máxima esperada de VII a VIII MM y para un período de 100 años, le corresponde una aceleración máxima de 0,106 g. Se ubican poblados como: Vinchos, Ayacucho, Chincheros, Pichari, Quillabamba, Cangallo, Ocros, Andahuaylas, Abancay, Cusco, Urcos, Anta, Urubamba, Cusipata, Paruro, Pto. Maldonado, Astillero, San Carlos, Masuco, Sta. Rosa, Pto. Carlos, Laberinto, Inambari, etc.

La zona 5 corresponde a una intensidad máxima esperada de V a VI MM, y para un período de 100 años se le asigna un valor de aceleración máxima de 0,021 g. En esta zona se ubican los poblados de Ocongate, Olaechea, Ayapata, Coasa, Quincemil, Manu, Pillcopata, Paucartambo, Marcapata, etc.

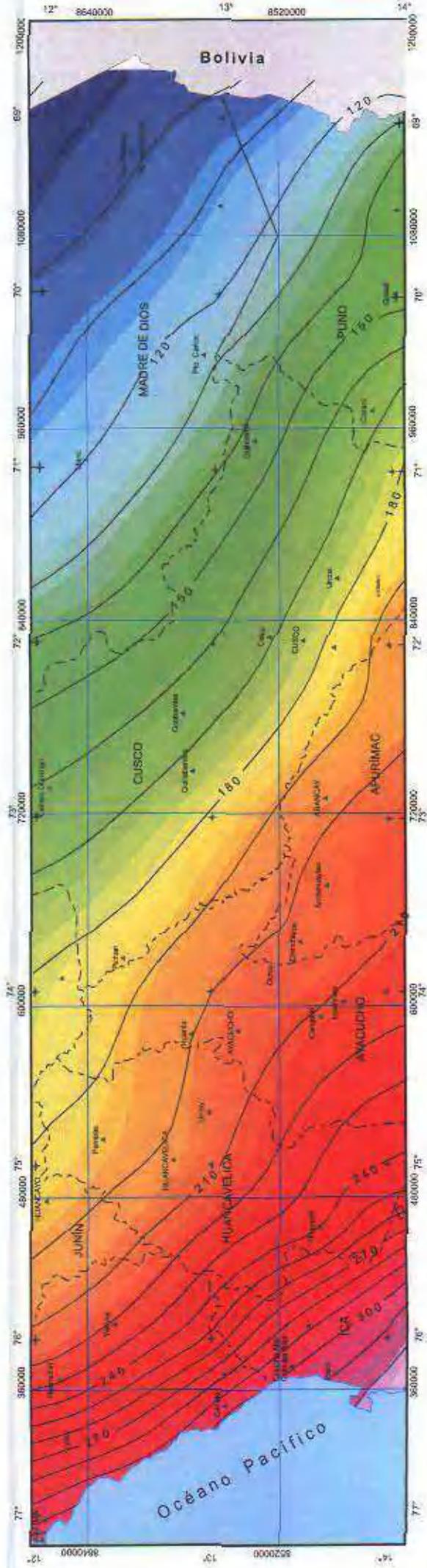
De acuerdo a las características de la sismicidad procesada se obtiene una zonificación de peligro regularmente alineada con dirección a la costa y otros rasgos estructurales de la Franja N° 3. Se puede destacar la zona de altos valores de aceleraciones máximas esperadas para 30, 50 y 100 años, que se localiza en la zona de convergencia (litoral costero) y el océano Pacífico y de alto riesgo cerca de los poblados de Paracas, Pisco, la ciudad de Lima, el puerto del Callao, Chilca, Lurín, Asia, Mala, San Vicente de Cañete, Chincha Alta y Baja, etc.



Periodo de Retorno

Zona	50	100	200
1	0,404 IX	0,564 IX-X	0,564 IX-X
2	0,160 VII-VIII	0,298 VIII-IX	0,399 IX
3	0,106 VII	0,149 VII-VIII	0,192 VIII
4	0,053 VI	0,106 VII	0,149 VII-VIII
5	0,021 V	0,021 V	0,053 VI

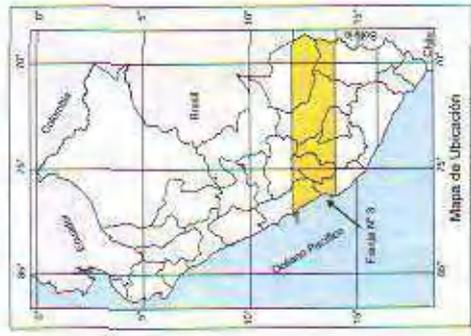
Fig. Nº 9



**Mapa de aceleraciones en 30 años
Franja N° 3**



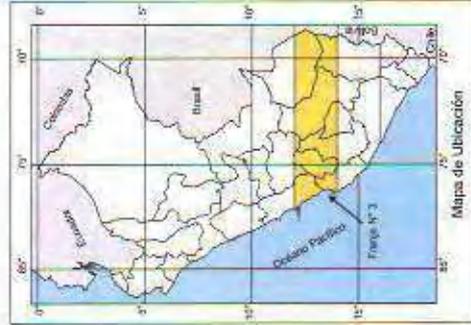
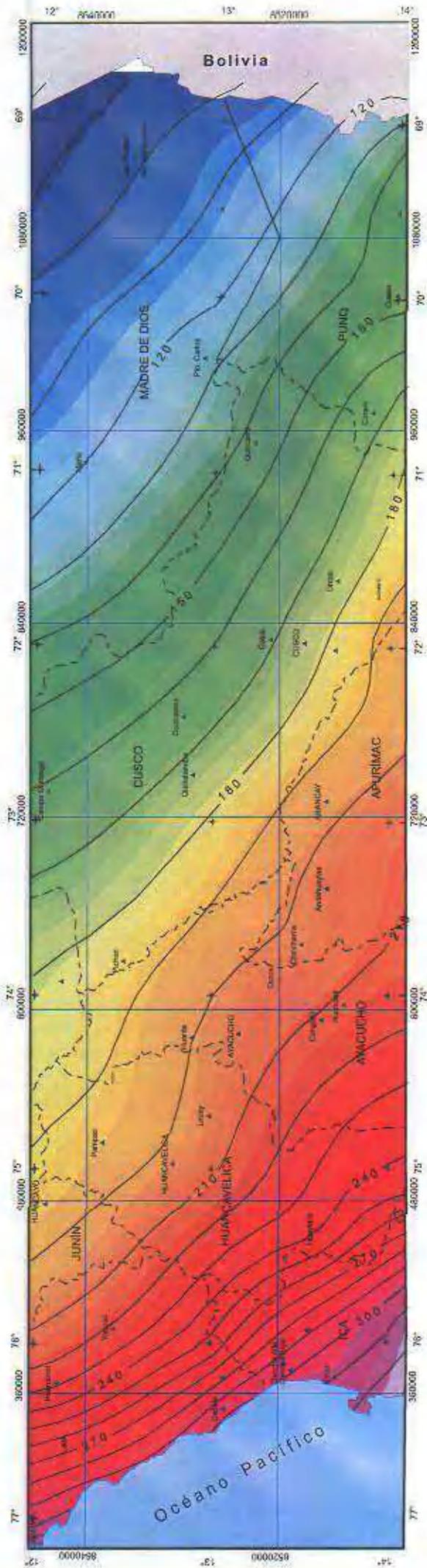
Aceleraciones
(Miligals)



Leyenda

- Curva de isoaceleración
- Punto de muestreo

Fig. N° 10



Mapa de aceleraciones en 50 años Franja N° 3



- Leyenda**
- Curva de isoaceleración
 - Punto de muestreo

Fig. N° 11

Las aceleraciones máximas obtenidas para un período de retorno de 30 años (Figura N° 10) muestran para la ciudad de Lima un valor de 0,220 g, para Cañete 0,217 g, Callao de 0,235 g, Pisco 0,226 g, hacia el sector este los valores disminuyen como en Yauyos con 0,162 g, Cusco 0,131 g, Abancay 0,151 g.

Para un período de retorno de 50 años (Figura N° 11) los valores de isoaceleraciones varían de 0,084 g a 0,269 g, los contornos muestran la misma tendencia anterior donde los valores máximos se encuentran como una estructura alineada paralela a la costa afectando principalmente a las ciudades de Lima, Callao, Lurín, Cañete, Chincha Alta y Pisco, y cuyos valores muestran para la ciudad de Lima 0,252 g, para Pisco 0,258 g, Chincha Alta 0,247 g, Chincha Baja 0,250 g, hacia el sector este encontramos los valores de moderados a bajos como Huanta con 0,170 g, en Abancay con 0,169 g, Huarochirí con 0,191 g, Yauyos con 0,184 g, Corani con 0,141, Quillabamba con 0,149 g.

Para un período de 100 años (Figura N° 12), las isocurvas de aceleraciones muestran igual similitud con la anterior pero con valores mayores de máxima aceleración que varían de 0,084 g (Las Piedras) a 0,322 g (Callao). Se ha determinado para la ciudad de Lima un valor de 0,302 g, para Pisco 0,309 g, Chincha Alta 0,297 g, Cañete 0,298 g. Hacia el sector este los valores van decreciendo, como Las Piedras-Madre de Dios 0,084 g, Manu 120 g, Quincemil 0,143 g, Ocobamba 0,165 g.

8.8 TSUNAMIS

Los tsunamis son fenómenos marítimos, aunque poco frecuentes, espectaculares por la destrucción y pérdida de vidas humanas que causan. Son trenes de ondas, de período largo que llegan a las costas a intervalos de 10 a 70 minutos.

Pueden alcanzar alturas de hasta 30 m, su longitud de onda puede tener decenas de km (hasta 200 km) que puede no ser percibida por los navegantes en alta mar.

La generación de tsunamis se debe a:

- *Sismos de origen tectónico (terremoto submarino)
- *Una erupción volcánica submarina
- *Un deslizamiento submarino
- *Caída de un meteorito en el océano

La magnitud de un tsunami se mide por la altura máxima de la ola y la destrucción que causa en la costa.

El Cuadro N° 8.4 propuesto por el Profesor Imamura muestra los grados de magnitud de un tsunami. Se conoce como Run-up la cota topográfica máxima (referida al nivel medio del mar) alcanzado por la inundación :

Cuadro N° 8.4
Magnitud del Tsunami (según Imamura)

Magnitud Tsunami (m)	Altura Máxima de la Ola (m)	Descripción de los Daños
0	1 a 2	No se producen
1	2 a 3	Se inunda la casa; las de madera sufren daño;
2	4 a 6	edificaciones de madera, embarcaciones y personas son arrastradas.
3	10 a 20*	Graves daños a lo largo de 400 km de costa.
4	más de 30	Graves daños a lo largo de más de 500 km de costa.

*Nota del autor: Estas alturas se alcanzarían si se tienen aguas profundas cerca de la costa y los vértices de bahías en forma de U, V y W.

En la Franja N° 3, la costa central del Perú y en especial el Callao así como las playas existentes pertenecen a una zona con riesgo de tsunamis (Figura N° 13).

Las zonas más vulnerables en el Callao son La Punta, Chucuito, El puerto, Chacaritas, Puerto Nuevo, Barrio Fiscal N° 5 y todos los barrios cercanos a la mar brava hasta la plaza Guardia Chalaca (ex – colegio Canadá).

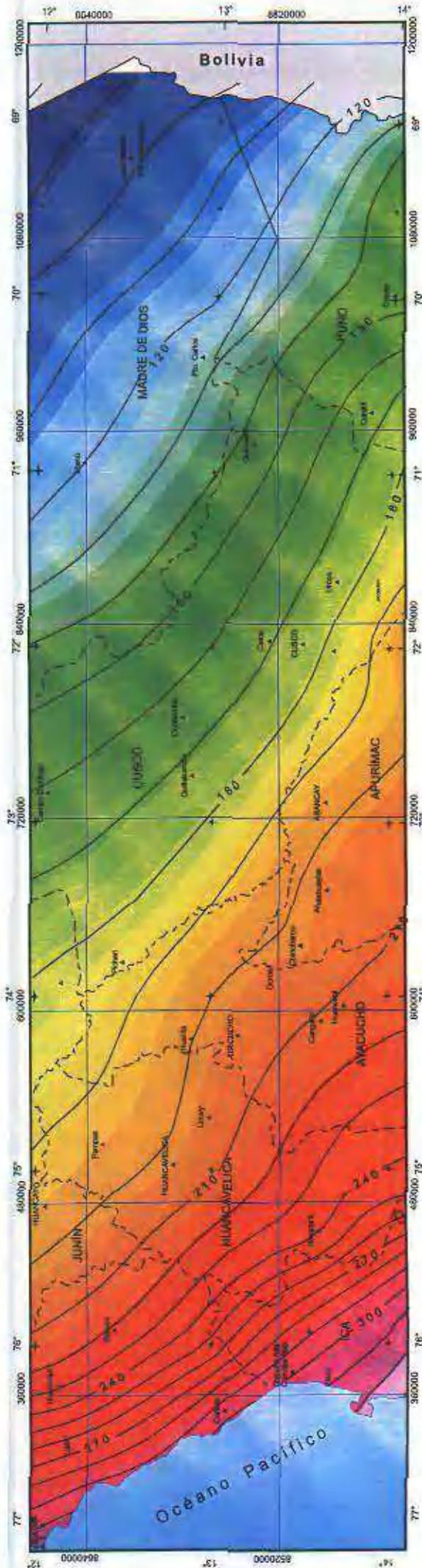
En el litoral limeño las playas de Ancón, Santa María, Costa Verde, Asia, y las urbanizaciones de veraneo en el litoral de la franja.

8.8.1 Historia de los Tsunamis en el Callao

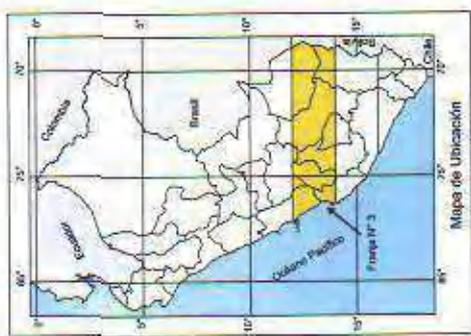
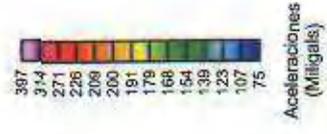
Los registros históricos indican que desde fines del siglo XVI grandes terremotos producidos fuera de la costa peruana han generado varios tsunamis (1586, 1604, 1647, 1687, 1746, 1865, 1868, 1914, 1942, 1960, 1966 y 1996). De aquellas, cinco fueron particularmente los más destructivos 1586, 1604, 1687 y 1746 así como el tsunami de Arica en 1868.

Desafortunadamente, no se conocen los detalles de estos cinco tsunamis. Los pocos archivos escritos existentes acerca de los terremotos manifestaron actividades raras en el mar pero dan pocos detalles.

El Tsunami del 9 de julio de 1586, se produjo después de que un sismo de magnitud 8,6 Mb afectó la costa central del Perú, alrededor del Callao y Lima. El tsunami generado por este terremoto, según informes recibidos, produjo una ola de 24 metros, y cientos de metros de inundación en el Callao. Los registros indican que las olas alcanzaron un estimado de 84 pies de altura, y un alcance de 6 millas de inundación interior en algunas partes. Este tsunami también produjo olas de dos metros en Japón.

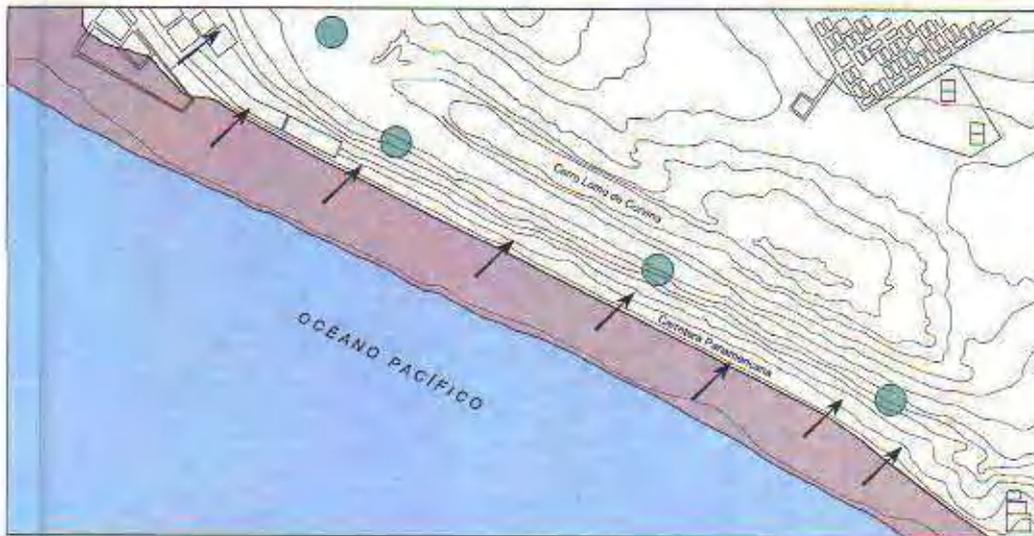


**Mapa de aceleraciones en 100 años
Franja N° 3**

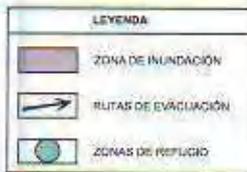


- Leyenda**
- ▲ Curva de isoaceleración
 - ▲ Punto de muestreo

Fig. N° 12



Ref. A. Delgado y C. García

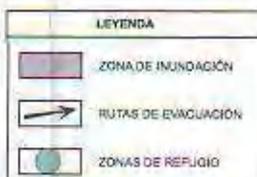


VILLA (SO)

Ti = 21 minutos
R = 5 metros



Ref. A. Delgado y C. García



VILLA (NO) Y CHORRILLOS

Ti = 21 minutos
R = 5 metros

Fig. N°13 Plano de Inundación por Tsunamis y rutas de evacuación para Villa (SO) , Villa (NO) y Chorrillos

El Tsunami del 24 de noviembre de 1604, se produjo después de uno de los terremotos más grandes que ha soportado el Perú. El terremoto, de una magnitud estimada entre 8,5 y 9,0 Mb, generó un tsunami muy grande que afectó entre 900 y 1 200 millas de la costa de América del Sur. Los registros indican que las olas del tsunami alcanzaron 16 metros, con unos 10 kilómetros de inundación (valor cuestionable).

El Tsunami del 20-21 de octubre de 1687, la historia sísmica menciona que dos grandes terremotos, con magnitudes estimadas entre 8,0 y 8,4 Mb, afectaron Lima y áreas circundantes. El segundo de éstos generó un tsunami que al parecer produjo olas de 5 a 10 metros en el Callao. Por lo menos 500 personas murieron como resultado de este tsunami, y sus efectos fueron sentidos tan lejos como en el Japón.

El Tsunami del 28 de octubre de 1746, como consecuencia del terremoto más grande en la historia de la costa central del Perú (con magnitud de 8,0 a 8,6 Mb), que destruyó completamente las ciudades de Lima, Callao, Chancay. Según informes recibidos, el tsunami se produjo después de una hora de ocurrido el terremoto, golpeó las costas causando la destrucción absoluta del puerto. El Callao recibió el peor impacto, con una ola de 24 metros, y 5 kilómetros de inundación, que hundió los 23 barcos acoderados en el puerto, y destruyó completamente el pueblo. Los testigos afirman que la primera de las dos olas que golpearon el Callao tenía más de 80 pies de altura. Otro testigo menciona que el tsunami transportó un barco tierra adentro una milla. Cerca de 6 000 personas en total, fueron las víctimas del terremoto y tsunami. El tsunami también se sintió en Acapulco, México.

Cuadro N° 8.5
Sismos Tsunamigénicos Ocurridos en las Costas de la Franja N° 3

Evento	Origen Tiempo h:m	Sismo				Tsunami	
		Coordenadas		Magnitud	Prof (km)	Runup (m)	Magnitud
		Lat (S)	Long (O)				
09-07-1586		12°12'	77°14'	8,5		26,0	4,0
-1686		12°00'	77°00'				
20-10-1687		13°30'	76°30'	8,5		8,0	
28-10-1746		12°00'	77°00'	8,0		24,0	4,6
01-12-1806		12°06'	77°06'			1,0	
23-05-1847		12°06'	77°06'			2,0	
23-04-1860		12°00'	77°06'			0,7	
08-01-1865		12°00'	77°06'			2,0	
22-04-1869		12°06'	77°06'			1,4	
21-08-1871		12°00'	76°36'			2,0	
27/04/28	20:35	13°00'	69°30'	6,7			
30/09/46	01:00	13°00'	76°00'	7,0	70		
15/02/53	09:32	12°00'	77°30'	5,5		0,7	

*Indica que el sismo ha causado un tsunami destructivo.

En el Cuadro N° 8.6 se muestran las ciudades costeras de la Franja N° 3, que reportaron tsunamis originados en toda la región continental, desde el año 1604.

Cuadro N° 8.6
Ciudades de la costa sur del Perú que reportaron tsunamis originados en toda la región

Año	Mes	Día	Origen (País)	Ciudad o Poblado	Lat.	Long.	Runup	Daño
1586	7	9	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'	24,0	X
1604	11	24	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'		
1604	5	24	Perú	Pisco	13°.46'	76°.42'		
1647	5	7	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'		
1687	10	20	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'		
1687	10	20	Perú	San V. de Cañete	12°.05'	76°.23'		
1687	10	20	Perú	Chincha	13°.06'	76°.24'		
1687	10	20	Perú	Pisco	13°.39'	76°.28'		
1746	10	28	Perú	Callao	13°.46'	77°.08'	24,0	X
1746	10	28	Perú	Pisco	12°.05'	77°.08'		
1860	4	23	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'		
1865	1	8	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'		
1914	1	12	Perú	Callao (La Punta)	12°.05'	77°.08'		
1942	8	24	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'	1,6	
1950	12	10	Perú	Pisco	13°.46'	76°.28'		
1960	11	20	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'		
1966	10	17	Perú	Callao (La Punta)	12°.05'	77°.08'	2,1	X
1974	10	13	Perú	Callao	12°.05'	77°.08'	1,8	

El Cuadro N° 8.7 muestra los efectos y número de damnificados causados por tsunamis peruanos, siendo el más devastador para el Perú, el tsunami del 28 de octubre de 1746 tal como se observa en el siguiente Cuadro:

Cuadro N° 8.7
Sumario de Efectos y Número de Damnificados Ocasionados por Tsunamis en el Perú

Año	Mes	Día	Ciudades reportadas	Efectos	N° de Damnificados
1586	7	9	Callao	La destrucción alcanzó 250 m tierra adentro.	60 personas ahogadas
1644	5	12	Pisco (Ica)	El mar invadió parte de la ciudad.	70 fallecidos
1678	6	17	Callao	Estragos por una gran ola	
1687	10	20	Callao	Ciudad sumergida.	500
1746	10	28	Callao	Afectó todo el Pacífico. Fuertes daños en toda la costa peruana. Sólo quedaron en pie 25 casas, 23 navíos anclados fueron arrastrados hasta lo que es hoy el Mercado Central del Callao.	Cerca de 5 000 personas murieron por ahogamiento
1806			Frente a la costa del Callao	Olas de 6 m de altura.	--
1865	1	8	Callao	Daños y destrucción.	5
1914	1	12	Callao	Se inundaron las casas	-
1942	8	24	Callao	Movimiento submarino cerca de Pisco (deslizamientos submarinos)	--
1974	10	3	Costas del Callao	Destruyó muelles y cultivos	---

Capítulo IX

ZONIFICACIÓN DE LA SUSCEPTIBILIDAD, RIESGO Y ÁREAS CRÍTICAS

Al encarar programas de desarrollo en los cuales los peligros geológicos son determinantes, los planificadores, antes del desarrollo, gobiernos locales, gobiernos regionales, etc. se preguntan: ¿Qué zonas dentro del área pueden ser afectadas por los peligros geológicos? y ¿cuáles son las principales zonas dentro del área que priorizarían programas para reducir pérdidas en determinados tipos de construcciones?. La respuesta a estos interrogantes se determina resolviendo lo siguiente: ¿dónde han ocurrido los peligros en el pasado?, ¿dónde están ocurriendo ahora?, ¿dónde se prevé que ocurrirán en el futuro?, ¿cual es la frecuencia de ocurrencia?, ¿cuáles son las causas físicas? y ¿cuales son los efectos físicos?; resolver en parte, estas interrogantes es el objetivo de este estudio.

La susceptibilidad de la Franja N° 3 a los peligros geológicos/hidrológicos se puede determinar y describir en base a la zonificación del peligro. Se preparará un Mapa de Peligros Múltiples (MPM) y el Mapa de Infraestructura Crítica (MIC) al inicio de los estudios de planificación y se desarrollarán con mayor detalle a medida que avanza los estudios, se usarán como herramientas para identificar las áreas mejor caracterizadas para el desarrollo, examinando el riesgo potencial de los peligros geológicos/hidrológicos. Cuando se identifique la susceptibilidad, se podrán desarrollar proyectos de inversión que eviten, prevengan o mitiguen significativamente el peligro.

9.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

Las interrogantes a resolver respecto a la vulnerabilidad de una área frente a los peligros geológicos y/o hidrológicos son: ¿dónde podrían ocurrir los daños?, ¿dónde se encuentran los puntos débiles?, ¿cuál es el impacto cuando se pierden los servicios en un determinado lapso de tiempo?, ¿qué inversión en mitigación resolvería este problema?, ¿cuál es el costo-beneficio de esa inversión?. De acuerdo a estas interrogantes, este capítulo tiende a proporcionar al usuario (sector público y privado, población en general) respuestas relacionadas con la ubicación de los peligros geológicos e hidrológicos (donde pueden ocurrir los daños), así como la localización de las principales obras de infraestructura y su grado de vulnerabilidad frente a fenómenos geológicos y las poblaciones que posiblemente sean afectadas (puntos débiles).

La clasificación más usada divide a los peligros geológicos de remoción en masa (PGRM), de acuerdo al tipo de movimiento y al material que es trasladado (VARNES, 1978). La velocidad del movimiento y la cantidad de agua involucrada son parámetros secundarios que definen algunos tipos de PGRM. Reconocer el tipo de PGRM presente en una determinada área, ayuda a explicar como y dónde han contribuido los factores a la inestabilidad de la pendiente natural en el pasado.

Los factores que influyen en la localización del lugar de ocurrencia de los peligros geológicos de remoción en masa se pueden dividir en dos tipos: permanentes y variables (SHARPE, 1938). Los **factores permanentes** son las características de un terreno que permanecen sin cambio, o que varían muy poco según la perspectiva humana. La pendiente o el tipo de roca, por ejemplo, presentan cambios sólo después de períodos muy largos, y se pueden identificar y reconocer mucho después de su ocurrencia. La identificación de las condiciones y los procesos que propiciaron la inestabilidad, hacen posible considerar estos mismos factores para estimar peligros futuros.

Los **factores variables** son las características del terreno que cambian rápidamente como resultado de algún «evento gatillo». Como ejemplos tenemos la vibración del suelo producto de los terremotos, la rápida elevación del nivel de las aguas subterráneas y la mayor cantidad de humedad en el suelo debido a intensas precipitaciones pluviales. Frecuentemente, es necesario la presencia profesional para evaluar estos factores en el momento que ocurren estos fenómenos o poco después.

Los **factores permanentes** son los que permiten estimar los PGRM si faltan datos históricos suficientes sobre la relación de estos con los sismos, lluvias o demás factores que los inician. En consecuencia, la identificación de áreas de PGRM no es una ciencia exacta y conduce en general, a describir las áreas propensas al peligro en base a estimaciones. En el mejor de los casos, las áreas susceptibles a los PGRM, se pueden identificar junto con los eventos desencadenantes esperados y con el registro histórico realizado (BDGR). En el peor de los casos, algunas áreas pueden no ser detectadas del todo, principalmente las regiones alejadas de difícil acceso para el registro histórico.

El riesgo existe cuando una población y/u obra de *infraestructura* está expuesta a un peligro geológico y/o hidrológico. Se considera al riesgo como algo que puede ser evaluado directamente en función de una serie de conocimientos sobre el peligro y sus consecuencias potenciales, así como el grado de vulnerabilidad del área donde se localiza.

En la última década se han desarrollado numerosas experiencias en el campo del cartografiado de peligros y riesgos geológicos, estando todavía en una etapa de adecuación a los conceptos relacionados con el tema.

Las zonificaciones geotécnicas y de peligros geológicos/hidrológicos constituyen herramientas valiosas y necesarias para fines de planificación territorial y mitigación de

desastres naturales. La escala de presentación es 1:750 000, escala adecuada para la planificación del desarrollo regional, con la ventaja de que se puede ampliar la escala hasta 1:200 000 (USAID-OEA, 1993).

El objetivo principal de una zonificación de peligros geológicos/hidrológicos es indicar las zonas de ocurrencias de fenómenos con efectos desastrosos.

El uso de mapas para sintetizar los datos de peligros (amenazas) y para combinarlos con datos socioeconómicos, facilita el análisis y mejora la comunicación entre los participantes en el proceso de manejo de peligros.

En este caso presentaremos mapas de peligros geológicos múltiples y mapas de infraestructura crítica, así como la combinación de estos.

9.2 MAPA DE OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS (MOPG) DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA

Tomando como base la Base de Datos Georeferenciada (BDGR) incluida en el «Album de Mapas de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos» (INGEMMET 1997), se procedió a su depuración, verificación y mantenimiento, teniendo como resultado un listado con 4 800 datos de peligros geológicos/hidrológicos de importancia en la Franja N° 2 (con fichas de registro), además de alrededor de 25 000 datos cartografiados directamente en los mapas de trabajo (a escala 1:100 000).

En base a la información obtenida de la referida base de datos, se han preparado mapas de ocurrencias por cada peligro geológico/hidrológico, teniendo en cuenta su «grado de peligro» y «vulnerabilidad», conceptos cualitativos incluidos en la toma de datos de campo, que al ser evaluados cuantitativamente proporcionan una idea del riesgo en la Franja.

Se presenta el Mapa de Ocurrencia de Peligros Geológicos/Hidrológicos (MOPG) a escala 1:750 000 (Lámina N° 14). La base cartográfica fue tomada de las hojas fotogramétricas del IGN, digitalizadas a escala 1:100 000. Este mapa nos permite presentar gráficamente cada peligro con un símbolo particular de acuerdo al tipo de peligro y riesgo.

9.3 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (MPGM)

El propósito principal del MPGM (Lámina N° 15) es presentar la información relacionada a los diferentes peligros en el área de estudio, en un sólo mapa (Franja N° 3),

ofreciendo información espacial de los peligros geológicos/hidrológicos de diferente tipo de riesgo y ocurrencia y su área de impacto, actual y potencial.

En base a la información proporcionada por los Mapas de Ocurrencias de Peligros Geológicos/Hidrológicos (MOPG), el cartografiado de campo, la geomorfología, unidades litológicas, clima (precipitación) y pendientes, se preparó inicialmente el Mapa de Áreas Sujetas a Peligros Geológicos de la Franja N° 3, donde los peligros geológicos de remoción en masa e hidrológicos tienen mayor incidencia. Con el método de Investigación de Sitio, se realizó el Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) o de susceptibilidad a los peligros geológicos/hidrológicos. Se le conoce como mapa compuesto, de síntesis o de superposición de peligros. De este mapa se obtiene una idea más precisa sobre los peligros en una área determinada. También servirá para recomendar técnicas de prevención y mitigación para porciones comunes del área de estudio.

El Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) de la Franja N° 3 se ha zonificado en cuatro (4) niveles de acuerdo al grado de peligro o susceptibilidad, según los criterios que se mencionan a continuación:

Grado de Peligro o Susceptibilidad	Características
Muy Alto	Áreas de ocurrencia de numerosos peligros geológicos: principalmente huaycos, caídas, deslizamientos, movimientos complejos, inundaciones, erosión fluvial y aluviones. Terrenos con fuerte a muy fuerte pendiente. Zona de intensas precipitaciones
Alto	Áreas donde ocurren principalmente: deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, inundaciones, hundimientos y erosión fluvial. Terrenos de fuerte pendiente. Intensas precipitaciones.
Moderado	Presencia generalmente de huaycos, caídas de rocas, reptación de suelos, erosión de laderas. Terrenos de pendiente media a baja.
Bajo	En la Costa: zonas de arenamiento, erosión de laderas, inundaciones, flujos (con lluvias excepcionales); en la Sierra: problemas con el drenaje (bofedales), inundaciones, erosión de laderas, reptación de suelos; y en la Selva: inundaciones y erosión fluvial. Terrenos de pendiente media a baja.

Dada la complejidad y la eventualidad de los peligros geológicos e hidrológicos, se analizan y presentan por separado, los mapas de peligros múltiples de: remoción en masa e hidrológicos y los mapas de peligro sísmico.

Se han preparado mapas de áreas sujetas a peligros geológico/hidrológicos, agrupados en cinco (5) láminas a escala 1:750 000, la susceptibilidad se identificó empleándose imágenes de satélite Landsat TM5, fotografías aéreas, información bibliográfica y observaciones de campo (DIRDN 1993).

9.3.1 Áreas Sujetas a Caídas: Desprendimientos de Rocas, Derrumbes, Aludes y Vuelcos

En las caídas se incluyen los desprendimientos de rocas y derrumbes (Lámina N° 10). Este tipo de amenazas o peligros geológicos se localizan principalmente, en los flancos (generalmente laderas de fuerte pendiente) de los valles de la costa, valles interandinos y selva alta, así como en los acantilados de la franja litoral y en los cortes de carretera. Donde las condiciones litológicas, fracturamiento, presencia de agua y pendientes son favorables; teniendo como «efecto gatillo» los sismos, las intensas precipitaciones pluviales y las actividades antrópicas.

Las áreas sujetas a desprendimientos de rocas y derrumbes se han zonificado en áreas de muy alto, alto, moderado y bajo riesgo; según los criterios siguientes:

Grado de Riesgo	Criterio: Desprendimientos de Rocas y Derrumbes
Muy Alto	Laderas con pendientes fuertes a muy fuertes, rocas con discontinuidades favorables, muy fracturadas, formaciones superficiales inconsolidados a medianamente consolidados, donde han ocurrido estos fenómenos o existe una alta posibilidad de ocurrencia.
Alto	Laderas de fuerte pendiente, rocas muy fracturadas y alteradas, donde han ocurrido o existe un alta posibilidad de que ocurran estos fenómenos.
Moderado	Laderas de pendientes medias a fuertes, zonas con rocas fracturadas y depósitos medianamente consolidados, donde no han ocurrido estos fenómenos, pero existen indicios de que pueden ocurrir.
Bajo	Laderas de pendientes medias, rocas fracturadas que no presentan indicios que permitan predecir estos fenómenos.

Se han identificado también áreas con probabilidades de ocurrencia de aludes o avalanchas, localizadas en las diferentes cordilleras nevadas de la Franja N° 3. Están zonificadas en áreas de alto y moderado riesgo de acuerdo a los siguientes criterios:

Grado de Riesgo	Criterio: Aludes o Avalanchas
Alto	Se observan glaciares colgados muy agrietados, donde han ocurrido recientemente aludes y las posibilidades de que ocurran son muy altas, ejemplo: Cordilleras de Vilcabamba (Nvdo. Salcantay), Vilcanota (Nvdo. Ausangate) y la Cordillera del Urubamba (Nvdo. Chicón)
Moderado	Glaciares colgados agrietados de poca magnitud, no se tienen reportes recientes de aludes, pero existen la posibilidad de que ocurran, ejemplos: Cordillera Central (cabeceras del río Cañete), Cordillera de Vilcabamba y algunos nevados de la Cordillera de Urubamba, Vilcanota y Carabaya.

Se incluyen en este mapa las áreas sujetas a vuelcos, que generalmente, están relacionadas a cortes de carretera. Los vuelcos se consideran como zonas de alto riesgo.

9.3.2 Áreas Sujetas a Deslizamientos, Movimientos Complejos y Hundimientos

Las áreas sujetas a deslizamientos y movimientos complejos (Lámina N°11) se localizan principalmente en los flancos de los valles de la Costa y la Selva Alta; generalmente en laderas de fuerte a muy fuerte pendiente, en los cortes de carretera, donde son favorecidos por las condiciones litoestructurales, presencia de agua, vegetación entre otros factores. Los factores de «efecto gatillo» pueden ser las fuertes precipitaciones pluviales, sismos y la acción antrópica.

Los criterios para zonificarlos en zonas de muy alto, alto y moderado riesgo son los siguientes:

Grado de Riesgo	Criterio: Deslizamientos y Movimientos Complejos
Muy Alto	Laderas con zonas de falla, pendientes fuertes a muy fuertes, rocas con discontinuidades favorables, muy fracturadas, formaciones superficiales inconsolidados a medianamente consolidados, medianamente saturadas a saturadas, donde han ocurrido estos fenómenos o existe alta posibilidad de que ocurra.
Alto	Laderas con zonas de falla, de fuerte pendiente, rocas muy fracturadas y alteradas, materiales parcialmente saturados donde han ocurrido o existe un alta posibilidad de que ocurran estos fenómenos.
Moderado	Laderas con algunas zonas de falla, de media a fuerte pendiente, zonas con rocas fracturadas y depósitos medianamente consolidados, parcialmente saturados, no han ocurrido estos fenómenos, pero existen indicios de que pueden ocurrir.
Bajo	Laderas de pendientes medias, rocas muy fracturadas a poco fracturadas, no presentan indicios para predecir estos fenómenos.

En la Franja N° 3, se han localizado zonas con hundimientos (karts) relacionadas principalmente a rocas calcáreas, se localizan en zonas de alto riesgo.

9.3.3 Áreas Sujetas a Flujos de Lodo, Huaycos, Aluviones y Reptación de Suelos

Los flujos hídricos (huaycos) (Lámina N° 12), por lo general, están circunscritos a la reactivación periódica, ocasional o excepcional de ríos y quebradas, debido a la presencia de fuertes precipitaciones periódicas, ocasionales o excepcionales (Fenómeno El Niño). Se inician frecuentemente en los flancos de las cuencas medias de los ríos, afectando áreas comprendidas en su recorrido, aguas abajo, hasta su desembocadura.

Los criterios para zonificarlos en zonas de alto y moderado riesgo son los siguientes:

Grado de Riesgo	Criterio: Huaycos y Flujos Hídricos
Alto	Ríos y quebradas con laderas de fuerte a muy fuerte pendiente, rocas muy fracturadas y alteradas, formaciones superficiales inconsolidadas a medianamente consolidadas, abundante material suelto en sus laderas, zonas propensas a intensas precipitaciones (periódicas, ocasionales y/o excepcionales), escasa o nula cobertura vegetal, zonas muy deforestadas (Sierra y Selva Alta), donde han ocurrido estos fenómenos o existe una alta posibilidad de que ocurra.
Moderado	Ríos y quebradas con laderas de media a fuerte pendiente, presencia de rocas fracturadas y alteradas, formaciones superficiales inconsolidadas a medianamente consolidadas, presencia de material suelto en sus laderas, zonas propensas a intensas precipitaciones (ocasionales y/o excepcionales), escasa o nula cobertura vegetal, donde han ocurrido estos fenómenos (con lluvias excepcionales) o existe una alta posibilidad de que ocurra.

Se han zonificado áreas donde podrían producirse aluviones, como consecuencia de aludes o avalanchas, se han definido las zonas de alto y moderado riesgo. Los principales «factores gatillo» son los sismos y el cambio climático, reflejado en el «retroceso glaciar» en el mundo, principalmente en las cordilleras tropicales. Los criterios para su zonificación se detallan a continuación.

Grado de Riesgo	Criterio: Aluviones
Alto	Se tienen indicios recientes de ocurrencia de aluviones y las posibilidades de que vuelvan a ocurrir son muy altas, ejemplo: áreas de alto riesgo se ubican en los valles que drenan las Cordilleras de Vilcabamba (Nvdo. de Salcantay), Vilcanota (Nvdo. Ausangate) y la Cordillera del Urubamba (Nvdo. Chicon).
Moderado	No se tienen reportes recientes de aluviones, pero existe la posibilidad de que ocurran, como en los valles que drenan la Cordillera Central (cabeceras del río Cañete), Cordillera de Vilcabamba y algunos nevados de las Cordilleras de Urubamba, Vilcanota y Carabaya.

Las reptaciones de suelos ocurren principalmente en la zona altoandina de la franja, desarrollándose en suelos residuales y/o coluvio deluviales, con pendientes bajas a medias y en suelos parcialmente saturados, se les asigna un riesgo moderado.

9.3.4 Áreas Sujetas a Erosión de Laderas

En la franja estudiada, la erosión de laderas (Lámina N° 13) está ligada principalmente a rocas volcánico sedimentarias de las formaciones Ayacucho y Pisco, así como también a rocas sedimentarias (conglomerados, areniscas, lutitas, evaporitas) de la Formación Mitu y rocas intrusivas (granodioritas y granitos) del Batolito de la Costa y otros.

Para la zonificación se han empleado criterios de acuerdo a la litología, topografía, clima y el trabajo de campo (ubicando zonas con presencia de erosión de laderas). De esta manera se ha zonificado, de acuerdo a su ocurrencia, en: clases de erosión nula o ligera, baja, moderada y alta.

9.3.5 Áreas Sujetas a Erosión Fluvial, Inundaciones, Erosión Marina y Arenamientos

Las áreas sujetas a inundaciones, en la franja, están localizadas principalmente en los sectores donde los ríos discurren en terrenos de baja pendiente (sierra, ceja de selva y selva), o también en los conos aluviales de los ríos de la costa. Las inundaciones y la erosión de riberas (Lámina N° 14) se repiten anualmente, con diferente intensidad, entre los meses de diciembre y marzo. Teniendo en cuenta que el cambio climático y el fenómeno El Niño pueden generar precipitaciones excepcionales que causen inundaciones de gran magnitud en las áreas señaladas.

En los ríos de la cuenca del Pacífico: Cañete, San Juan, Pisco, Rímac, Lurín y Mala la actividad fluvial extraordinaria, producto de intensas precipitaciones pluviales, elevan su caudal provocando cuantiosos daños por erosión e inundación. Estos problemas también se presentan en las cuencas medias de los ríos Lurín, Cañete, San Juan, Pisco e Ica. En la cuenca alta de los ríos interandinos (cuenca del Atlántico) como el Mantaro, Urubamba, Apurímac y Vilcanota, estos peligros se presentan con mayor intensidad generalmente, al producirse precipitaciones excepcionales. En la selva, el río Madre de Dios y sus afluentes, periódicamente son afectados por inundaciones debido a las precipitaciones que se producen en la Sierra y ceja de selva, inundaciones que producen cuantiosos daños cuando ocurren lluvias excepcionales.

Las áreas sujetas a arenamiento se localizan en las pampas costaneras y en áreas cercanas al mar, éstas se identifican por la presencia de campos de arena, dunas, barcanas y médanos. En la franja son importantes las que se localizan al este de Paracas y al sur de Cañete y están zonificados como de alto riesgo por la presión humana, clima y otros factores.

El litoral comprendido en la Franja N° 3 está sometido, como todo nuestro litoral, a la dinámica marina, por consiguiente se localizan zonas de intensa erosión marina, siendo las más significativas las localizadas entre Punta Hermosa-La Quipa, Puerto Field-Cerro Azul y en la península de Paracas, afectando, este último a monumentos naturales como La Catedral.

En el siguiente cuadro se presentan algunos criterios empleados para la designación del grado de riesgo:

Grado de Riesgo	Criterio: inundaciones
Muy Alto	Cauces de pendientes bajas a muy bajas. Inundaciones ocasionales en la Costa (ríos Cañete, San Juan y Pisco) y periódicas en la ceja de selva (ríos Apurímac, Urubamba, etc.) y Selva (ríos Madre de Dios, Colorado, Inambari, etc.).
Alto	Cauces de pendientes bajas a medias. Inundaciones periódicas y ocasionales en la Costa y Sierra (ríos Cachi, Mantaro, etc.).
Moderado	Cauces de pendiente baja a media. Inundaciones ocasionales y excepcionales en la Costa (río Lurín, Mala, etc) y Sierra.

En el Cuadro N° 9.1 se presentan los principales sectores afectados por inundaciones en la Selva de la Franja 3:

Cuadro N° 9.1
Principales Sectores con Problemas de Inundación (Selva-Franja N° 3)

Sector	Pendiente	Localidades Afectadas	Observaciones
Río Inambari, cuadrángulo de Colorado (26v)	Muy baja	Avispa, Puerto Carlos, Playa Grande, Jayave.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Madre de Dios, cuadrángulo de Colorado (26v)	Muy baja	Boca Punquiri, Boca Amigo, Puerto Tawantinsuyo, Boca Inambari.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Pillcopata, cuadrángulo Pillcopata (26t)	Baja	Confluencia con los ríos Queros y Piñi Piñi.	
Río Madre de Dios, Cuadrángulo, de Pillcopata (26t)	Baja	Río Carbón - quebrada Soga Los Águanos - Adán Rayo José Olaya - Santa Cruz Confluencia con el río Palatoa Serjali - Isla Cruz de Mayo.	
Río Madre de Dios, cuadrángulo de Laberinto (26x)	Muy baja	Boca del Inambari, Cinco Islas, Lagarto, La Pastora.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Inambari, cuadrángulo de Laberinto (26x)	Muy baja	Boca Jayave.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Araza, cuadrángulo de Quincemil (27u)	Baja	Confluencia del río Nusiniscato Sector San Lorenzo.	
Río Inambari, cuadrángulo de Masuco (27v)	Baja	Punquiri - Villa Santiago Desembocadura del río San Gabán - Puerto Manoa - Challhuamayo Desembocadura del río Yahumayo - Leche Mayo.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río De Las Piedras, cuadrángulo de Alegría (25y)	Muy baja	San Ramón, Boca Pariamanu.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.
Río Madre De Dios, cuadrángulo de Palma Real (26z)	Muy baja	Islas Gamitana - San Pablo.	Inundaciones periódicas. Con reactivación excepcional en enero de 2003.

9.3.6 Áreas Sujetas a Peligros Volcánicos

En vista de las características del vulcanismo dentro de la Franja N° 3, donde no se han localizado volcanes activos que hayan presentado actividad durante los últimos 10 000 años (Holoceno) y menos aún en la época histórica, no se han elaborado mapas de peligros volcánicos.

9.3.7 Zonificación Sísmica

El peligro sísmico queda representado, para fines de aplicaciones prácticas, en el Mapa de Aceleraciones Máximas Esperadas (Figuras N° 9) y los mapas de aceleraciones para 30, 50, y 100 años (Figuras N° 10, 11 y 12). De acuerdo a las características de la información procesada se obtiene una zonificación del peligro sísmico alineada con dirección a la línea de costa y otros rasgos estructurales de importancia en la Franja. Se puede destacar los valores anómalos de alto riesgo (aceleraciones máximas para 30, 50 y 100 años) que se localizan en la zona de convergencia (litoral costero con el océano Pacífico), estando comprometidas las localidades de Paracas, Pisco, Chincha Alta y Baja, San Vicente de Cañete, Asia, Mala, Lurín, Chilca, Lima y el Callao.

Las características de los suelos, la geología y la topografía tienen una importante influencia en la severidad de los daños y su distribución geográfica.

TSUNAMIS: Las posibles áreas costeras de importancia que pueden ser afectadas por estos fenómenos están localizadas entre Asia y el puerto del Callao, incluyendo los balnearios y playas de Bujama, Asia, Pucusana, Naplo, Santa María, San Bartolo, Punta Negra, Punta Hermosa, Lurín, Conchán, Costa Verde, etc.

También es importante mencionar a los puertos de Cerro Azul y Tambo de Mora.

9.4 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES Y DE INFRAESTRUCTURA

Combinando los Mapas de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM), el Mapa de Infraestructura (MI) y el Mapa de Densidad Poblacional (MDP) de la Franja N° 3, se muestra cuales son las áreas, a escala regional, en las que se requiere mayor información, diferentes técnicas de reducción de amenazas o atención inmediata cuando ocurre un evento peligroso.

El mapa resultante sirve para analizar la vulnerabilidad a los peligros geológicos e hidrológicos, y como consecuencia, el riesgo, además de fomentar la concientización sobre los peligros tanto geológicos como hidrológicos que ocurren en la franja. La información presentada nos muestra, también, cómo los peligros puede afectar adversamente la vida, la propiedad o las actividades socio económicas, en base a la ubicación, severidad del fenómeno y su probabilidad de ocurrencia (Lámina N° 16).

Son muchas las ventajas que se obtienen al hacer un MI y compararlo o combinarlo con un MPGM, e integrar ambos en el proceso de planificación del desarrollo. Si se incorporan las técnicas apropiadas para reducir la vulnerabilidad en cada etapa del proceso de planificación, se podrán evitar o disminuir significativamente los desastres sociales y económicos.

Los mapas combinados de MPGM y MI pueden ser utilizados por los organismos encargados de planificación del uso de la tierra, para una preparación y respuesta a un desastre, servicios públicos incluyendo energía, transporte y comunicación; así como también seguridad nacional y comunitaria. Esta combinación también es importante cuando se preparan proyectos de inversión para solicitar financiamiento bancario a nivel nacional e internacional.

9.4.1 Infraestructura Crítica

Cuando una área está expuesta a más de un peligro, un Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) ayuda al equipo de planificación a analizarlos respecto a la vulnerabilidad y el riesgo, especialmente cuando se combina con el Mapa de Infraestructura (MI), facilitando la interpretación de información sobre peligros; información usada para la toma de decisiones

«Infraestructuras críticas» significan todas las estructuras o adelantos efectuados por el hombre, que por su función, tamaño, área de servicio o singularidad pueden causar graves daños a la sociedad, las propiedades y actividades socio-económicas vitales, si se destruyen o sufren daños, o si sus servicios son interrumpidos en repetidas ocasiones.

Este mapa brinda información sobre la ubicación y áreas de servicio de las infraestructuras críticas y por su carácter regional, se incluyen, centrales hidroeléctricas, centrales térmicas, líneas de transmisión, yacimientos mineros, carreteras, gaseoducto, centros poblados, represamientos y embalses.

Algunos ejemplos se presentan en las fotos 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135 y 136.

En la Lámina N° 16, se presentan las principales instalaciones (infraestructura) críticas de la Franja N° 3, y se pueden apreciar las principales obras de infraestructura que pueden ser afectadas (críticas), como la red vial, centrales hidroeléctricas y térmicas, represamientos, y el futuro gaseoducto de Camisea.

En la franja estudiada, se han localizado 41 instalaciones críticas en zonas de muy alta y alta susceptibilidad (grado de peligro) a los peligros geológicos/hidrológicos que merecen atención especial, estos se muestran en el cuadro N° 9.2.

Cuadro N° 9.2
Infraestructura Crítica Localizada en la Franja N° 3

N°	Infraestructura	Localización	Peligros
1	Carretera afirmada Manchay - Langa	Lima, Huarochiri	Huaycos, deslizamientos, erosión fluvial
2	Carretera afirmada Lunahuaná - Tomás	Lima, Cañete	Huaycos, erosión fluvial, derrumbes, deslizamientos
3	Carretera "Los Libertadores", tramo Huáncano-Huaytará	Ica - Huancavelica	Erosión fluvial, deslizamientos, derrumbes, huaycos
4	Central Hidroeléctrica del Mantaro. Campo Amniño	Huancavelica, Tayacaja	Derrumbes, caídas de rocas, huaycos
5	Represa de Tablachaca	Huancavelica, Tayacaja	Derrumbes, caídas de rocas, flujos, sedimentación
6	Carretera "Los Libertadores", tramo Totorobamba - Ayacucho	Ayacucho, Ayacucho	Erosión de laderas, derrumbes, caídas de rocas, deslizamientos, huaycos
7	Carretera afirmada Huallopatá - Quillabamba	Cusco, La Convención	Huaycos, erosión fluvial, derrumbes, inundación
8	Carretera afirmada Lares - Yanatile (por tramos)	Cusco, Calca	Erosión fluvial, inundación, huaycos, deslizamientos y movimientos complejos
9	Centro poblado de Uraila	Huancavelica, Angaraes, Chincho	Deslizamiento
10	Central Hidroeléctrica de Machu Picchu, poblado de Santa Teresa	Cusco, La Convención	Aluviones, Huaycos, desbordes
11	Trocha carrozable Marcapata - Quincemil	Cusco, Quispicanchis	Erosión fluvial, inundaciones, huaycos, derrumbes, caídas de rocas, deslizamientos.
12	Carretera afirmada Puente Otorongo - Masuco	Puno-Cusco-Madre de Dios	Deslizamientos, derrumbes, huaycos, erosión fluvial
13	Trocha carrozable Pillcopata - Shintuya	Madre de Dios, Manu	Huaycos, inundación, derrumbes
14	Central Hidroeléctrica de San Gabán	Puno, Carabaya	Huaycos, derrumbes, desprendimientos de rocas
15	Carretera afirmada Urcos - Abra de Josojahuarina	Cusco, Quispicanchis	Huaycos, deslizamientos, derrumbes
16	Carretera asfaltada Cusco - Abancay: Sector Quebrada Honda	Cusco - Apurímac	Erosión de laderas, flujos, deslizamientos
17	Carretera asfaltada Cusco - Abancay: Sector Limatambo	Cusco, Anta	Erosión fluvial, inundación, deslizamientos, derrumbes
18	Ferrocarril Cusco - Machu Picchu: Tramo Pacayhuayco - Aguas Calientes	Cusco, Urubamba	Huaycos, derrumbes, caídas de rocas, erosión fluvial, inundaciones, aluviones
19	Carretera afirmada Abra Málaga - Huayopata	Cusco, La Convención	Huaycos, deslizamientos, derrumbes
20	Carretera afirmada Huarcocondo - Pachar	Cusco, Cusco	Derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial
21	Centro poblado de Quiteni	Cusco, La Convención	Huayco
22	Centro poblado de Queffouno	Cusco, La Convención	Huayco
23	Centro poblado de Saylla	Cusco, Cusco	Inundación
24	Carretera afirmada Ayacucho - Julcamarca: tramo Pischa - Julcamarca	Ayacucho - Huancavelica	Huaycos, deslizamientos, derrumbes, erosión fluvial, erosión de laderas
25	Carretera afirmada Ayacucho - Huanta, tramo Chacco - Sinpapata	Ayacucho, Ayacucho	Derrumbes, huaycos, erosión de laderas

N°	Infraestructura	Localización	Peligros
26	Carretera Huancapi - Cangallo, tramo Cangallo - Tenería	Ayacucho, Víctor Fajardo	Derrumbes, erosión de laderas, huaycos, erosión fluvial, deslizamientos
27	Centro poblado de San José de Pincos	Ayacucho, Víctor Fajardo	Deslizamiento
28	Centro poblado de Unya	Ayacucho, Cangallo	Huayco
29	Mina Cobriza	Huancavelica, Churcampa	Deslizamiento, derrumbes, erosión fluvial
30	Carretera afirmada Luricocha - Huanchuy	Huancavelica, Acobamba - Churcampa	Deslizamientos, huaycos, erosión fluvial, derrumbes
31	Centro poblado de Huascatay	Apurímac, Andahuaylas	Deslizamiento
32	Trocha carrozable sector Ongoy - Huajana	Apurímac, Chincheros	Deslizamientos y huaycos
33	Trocha carrozable Río Blanco - Chullana	Apurímac, Chincheros	Derrumbes, erosión fluvial e inundación, huaycos caídas de rocas
34	Carretera San Miguel - San Francisco, en tramos	Ayacucho, La Mar	Derrumbes, deslizamientos, huaycos, erosión fluvial, inundación, movimientos complejos
35	Carretera afirmada San Francisco - Luciana, centro poblado de Samaniato	Ayacucho, La Mar	Deslizamientos, huaycos, erosión fluvial e inundación
36	Carretera afirmada Raymina - Acomarca	Ayacucho, Vilcashuamán	Deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, erosión de laderas, erosión fluvial
37	Río Mantaro: pueblos, carretera afirmada, mini centrales	Huancavelica, Acobamba	Deslizamientos, movimientos complejos, huaycos, derrumbes, caídas de rocas, erosión fluvial
38	Carretera afirmada y centro poblado de Chilcapite	Huancavelica, Acobamba	Deslizamientos
39	Terrenos de cultivo y centros poblados: sector Sangallaya	Lima, Huarochiri	Deslizamientos, huaycos, caídas de rocas
40	Trocha carrozable, poblados, sector Ticrapo	Huancavelica, Castrovirreyna	Deslizamientos, flujos
41	Carretera "Los Libertadores", centros poblados: sector Huaytará	Huancavelica, Huaytará	Derrumbes, caídas de roca, deslizamientos, erosión fluvial



Foto N° 122 Sector de Santa Teresa, río Vilcanota. Aluvión de 1998 que afectó el poblado. Se distingue erosión de riberas en la margen izquierda del río Vilcanota, que compromete al colegio ubicado en la parte baja. Zona Crítica 10.



Foto N° 123 Sector de Huascatay, cerro Atajhuachana. Ocurren derrumbes y huaycos como los del 18 de abril de 2002 y 01 de enero de 2003, provocando muertes, afectando viviendas y carretera Andahuaylas-Pasaje. Zona crítica 31.



Foto N° 124 Erosión fluvial y desbordes en la margen izquierda del río Araza. Afecta Carretera Interoceánica Aris-Cusco. Zona crítica 11.



Foto N° 125 Sector del km 3+000 al 3+500 de la carretera Urcos-Quincemil, donde se distinguen deslizamientos en el sustrato incompetente (pizarras). El trazo de carretera ha sido modificado en varias oportunidades, constituye una vía muy transitada hacia Puerto Maldonado. Zona crítica 15.



Foto N° 126 Sector Quebrada Huacahuañuna, donde se producen huaycos y derrumbes que interrumpen la Carretera Interoceánica Asis-Puno, sector San Gabán-Puente Otorongo. Zona Crítica 12.



Foto N° 127 Sector ubicado entre las quebradas Honda y Jello Jello. Peligro por huaycos, derrumbes y deslizamientos en taludes de la carretera. Sustrato rocoso incompetente. Zona crítica 16, carretera Cusco-Abancay (km 106-121).



Foto N° 128 Zona de derrumbes entre los kilómetros 166+500 y 167+500 de la carretera Cusco-Abancay. Zona de arranque de forma circular en dos sectores contiguos, agrietamientos en la parte superior. Afecta carretera y tuberías de agua potable. Zona crítica 17.



Foto N° 129 Deslizamiento de Chilcapite, localizado sobre rocas sedimentarias conformadas por areniscas y lutitas. Presenta una corona irregular de longitud kilométrica. (Dist. Pomacocha, Prov. Acobamba-Huancavelica). Zona crítica 38.



Foto N° 130 Flujo en el río Carbón (Paucartambo-Cusco), interrumpe un tramo de la carretera Pillcopata-Shintuya. Zona crítica 13.



Foto N° 131 Área con peligro de derrumbes y deslizamientos que componen el tramo de vía férrea y carretera Huaroscondo-Pachar, entre los km 24+000 y 25+000 (Urubamba, Cusco). Zona crítica 20.



Foto N° 132 Huayco en el sector de Progreso (Cusco), carretera Quellouno-Quiteni. Nótese el tipo de material de flujo esparcido en un ancho de 120 a 150 m que compromete carretera y terrenos de cultivo (frutales). Zonas críticas 21 y 22.



Foto N° 133 Deslizamiento y derrumbes en el área de la mina Cobriza. Compromete viviendas, terrenos de cultivo e instalaciones de la mina. Zona crítica 29.



Foto N° 134 Deslizamiento-flujo de Mayunmarca que ocurrió el 25 de abril de 1974 y desapareció al poblado de Mayunmarca, ocasionando la muerte de 500 personas, el represamiento del río Mantaro y la destrucción de 10 km de la carretera Huancayo-Ayacucho. Zona crítica 37.



Foto N° 135 Zona de deslizamientos, derrumbes y flujos en el sector de Quito Arma, entre la quebrada Pajulla y el río Quito Arma. Zona crítica 41.



Foto N° 136 Huayco en la quebrada Llipauno, su reactivación con lluvias excepcionales puede provocar daños en la bocatoma de la C.H. de San Gabán (Dist. Olaechea, Prov. Carabaya-Puno). Zona crítica 14.

Capítulo X

EVALUACIÓN DE CENTROS POBLADOS

10.1 GENERALIDADES

Según el INEI, los centros poblados urbanos y rurales de nuestro país, que forman parte de un distrito, se clasifican en: ciudades, pueblos, caseríos y villas; sin embargo, esta clasificación está puramente ligada al número de pobladores que habitan en un sitio, sin considerar otros aspectos como actividades principales de la PEA, instalaciones y servicios existentes, etc.; parámetros importantes hoy utilizados en el ordenamiento territorial de poblaciones, espacio funcional importante para el habitat y/o centro de trabajo cotidiano de las poblaciones que conllevan a su crecimiento y desarrollo. También es necesario e importante conocer la seguridad física del territorio, la ocurrencia o existencia de peligros geológicos comunes que puedan comprometerla, caso huaycos, derrumbes, deslizamientos, etc.

Los planes de ordenamiento territorial, deben contemplar la identificación de las zonas expuestas a peligros geológicos y a cualquier evento natural que potencialmente implique riesgo para las personas o bienes materiales. Por ello, la geología ambiental debe ser considerada en la etapa de planificación de la utilización del territorio. Es conveniente realizar una evaluación de los poblados existentes que están sujetos o presentan vulnerabilidad a los procesos de remoción en masa, o los que de una manera u otra se encuentran ubicados dentro de áreas susceptibles a la ocurrencia de peligros geológicos (Cuadro N° 10.1).

Cuadro N° 10.1
Poblados en Sectores Críticos

Departamento de Huancavelica				Observaciones
Ubicación			Tipo de Fenómeno	
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Acobamba	Pomacocha	Chilcapite	Deslizamiento	En setiembre de 1999 se produjo la reactivación de un deslizamiento en el sector norte del poblado. La corona actual tiene una longitud de 200 m con saltos de 10 a 15 m, mientras que en el sector este del pueblo presenta una longitud de 50 m y escarpas de 2-5 m de alto. Está afectando principalmente terrenos de cultivo y en su evolución compromete viviendas del poblado cercanas a la corona del deslizamiento.
Angaraes	Lircay	Tongas Pampa (Valle de Coriscancha)	Deslizamiento rotacional	Rocas sedimentarias, limoarcillitas con areniscas rojizas, medianamente consolidadas. Se observa una escarpa circular de aproximadamente 40 m de longitud. Una de las causas principales es la erosión fluvial en la margen derecha del río Coriscancha (Carhuapata). Este proceso se presenta en ambas márgenes del río. Zona inestable. El deslizamiento está activo desde el año 2000, afecta a terrenos de cultivo, y existe la posibilidad de que afecte a viviendas cercanas a la corona.
Huaytará	Quito Arma	Quito Arma	Deslizamientos rotacionales, derrumbes y Huaycos	Rocas sedimentarias limoarcillitas intercaladas con areniscas, medianamente consolidadas, húmedas. Las causas principales son las precipitaciones pluviales y la erosión fluvial. En el período lluvioso constantemente se producen derrumbes que afectan terrenos de cultivo y con la posibilidad de que llegue la corona hasta parte de las viviendas. Donde se han producido los deslizamientos han afectado a terrenos de cultivo.
Huaytará	Huayacundo Arma	Huayacundo Arma	Deslizamientos rotacionales	Rocas sedimentarias limoarcillitas intercaladas con areniscas, medianamente consolidadas. Se presentan filtraciones de agua, con pendiente abrupta del terreno. Este fenómeno en la actualidad está afectando a terrenos de cultivo. Necesita control el agua de regadío. Si continúa el proceso, el fenómeno podría afectar a parte del poblado. Se han reubicado viviendas.
Castrovirreyña	Arma	Villa de Arma.	Derrumbes y erosión fluvial	Rocas sedimentarias medianamente consolidadas. La causa principal es la erosión fluvial en ambas márgenes del río Arma. La corona del derrumbe está comprometiendo a viviendas del pueblo de Villa de Arma. Este fenómeno ha afectado viviendas ubicadas en la margen derecha del río Arma (reubicándose casas). Si continúa el problema puede comprometer a más viviendas.
Churcampa	Anco (La Esmeralda)	Huacoto - quebrada Tate	Huayco	Quebrada de pendiente moderada, periódicamente trae huayco. En un período de lluvias excepcionales este cauce podría ser modificado por su misma naturaleza. Poblado se ubica en pleno cauce de la quebrada, aguas arriba se observan derrumbes que alimentan la quebrada. Se ha construido un badén.
Huancavelica	Moya	Moya - Quebrada	Huayco	Quebrada que trae flujo periódico, en tiempo de lluvias excepcionales podría afectar a viviendas ubicadas cercanas a la margen izquierda.
Churcampa	Anco(La Esmeralda)	Ayarí	Deslizamiento flujo	Deslizamiento con una corona de aproximadamente 150 m, ubicado en la parte alta de una pequeña quebrada. Se presentan rocas sedimentarias conformadas por limoarcillitas con areniscas. En caso de reactivarse, la masa se encausaría por la quebrada y afectaría a viviendas y carretera.
Churcampa	Anco(La Esmeralda)	Quebrada Coyoc - Andayaca	Huayco	Huayco ocasional que puede afectar a viviendas ubicadas en la margen derecha y terrenos de cultivo.
Huancavelica	Pailica	Pailica	Erosión fluvial e inundación	En tiempo de lluvia afecta a viviendas ubicadas en ambas márgenes, como al colegio ubicado en la margen izquierda. Existen defensas ribereñas en la margen derecha, pero falta completar donde se encuentran algunas viviendas.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Tayacaja	Daniel Hernández	Santa Cruz de Bellavista	Deslizamiento	De reactivarse el deslizamiento podría afectar a viviendas y carretera.
Departamento de Junín				
Huancayo	Tambo	Aguas de La Virgen - La Mejorada	Derrumbe	Derrumbes en depósitos cuaternarios, conformados por gravas y arenas medianamente consolidadas, de fuerte pendiente. Se encuentran viviendas construidas en la parte alta y baja del farallón. En el año 1998 en el período lluvioso fueron afectadas parcialmente las viviendas que se ubicaban en la parte baja. En la actualidad puede afectar a viviendas ubicadas en el borde del talud.
Huancayo	Huancayo	Uñas Alta, barrio Tres de Mayo	Agrietamientos y asentamientos	En el año 2002 se produjeron asentamientos del orden de 5 cm de altura y agrietamientos menores a 40 m y aberturas del orden de 1-10 cm de ancho, afectando dos viviendas y terrenos de cultivo. Poblado ubicado en un área de deslizamiento antiguo.
Departamento de Ica				
Ica	San José de Los Molinos	San José de Los Molinos -Guadalupe.	Inundaciones	Se observan labores de encauzamiento del río Ica en ambas márgenes con enrocado y gaviones. En el año 1998 afectó a todo este sector, tanto viviendas como terrenos de cultivo. Podría continuar afectando.
Departamento de Lima				
Yauyos	Hongos	Tana - quebrada Huaylanca	Huayco	Quebrada de pendiente moderada, periódicamente se producen huaycos. Se observa material suelto en lecho por los constantes derrumbes que hay en las laderas superiores. Se han colocado gaviones en ambas márgenes de la quebrada (aguas abajo del poblado) con el fin de proteger la loza deportiva y centro educativo. Estas medidas correctivas son insuficientes para este flujo. Se debe considerar que en el año 1998 fue afectado completamente el centro educativo, la loza deportiva y parte de las viviendas ubicadas en la margen derecha. En tiempo de lluvias excepcionales podría afectar a parte del poblado ubicado en la margen derecha.
Lima	El Agustino	A.H. 07 de Octubre - C.E.	Hundimientos	Rocas intrusivas, donde se encuentran antiguas labores mineras, sobre ellas se han edificado algunas viviendas como también el C.E. N° 1185 de construcción moderna. Estos se han asentado, siendo el C.E. el más afectado.
Huarocharí	Antioquia	Cochahuayco	Huayco	Viviendas ubicadas al borde de las márgenes de la quebrada Cochahuayco. En épocas de lluvias excepcionales esta quebrada trae flujos, afectando casas y terrenos de cultivo.
Yauyos	Allauca	Aucampi	Deslizamiento	Deslizamiento encima del poblado, que en su evolución puede comprometer la seguridad física de viviendas. En 1997 afectó terrenos de cultivo.
Huarocharí	Lahuaytambo	Lahuaytambo	Huayco	Viviendas ubicadas en el borde de la quebrada, fueron afectadas en el año 1997.
Departamento de Ayacucho				
Huanta	Llochegua	Yauri	Deslizamiento traslacional activo	Escarpa de aproximadamente 180 m de longitud y 2-3 m de salto, agrietamientos en el cuerpo. Afecta 20 viviendas. Pueblo asentado en una zona de colinas conformadas por limolitas pizarrosas negras, existen filtraciones de agua de lluvia; no existen obras de evacuación de aguas residuales.
Huanta	Llochegua	Gloria Amargura	Inundación	El río Tincuy en cada temporada de lluvias afecta el poblado; no existen defensas ribereñas y el cauce en época de estiaje está a 1 m del nivel del pueblo donde habitan aproximadamente 300 pobladores.
Vilcashuamán	Vilcashuamán	Timpocc	Derrumbe-flujo	Presencia de bloques de roca intrusiva en forma de canchales que yacen en ladera de 45° de pendiente. Ante un sismo comprometería viviendas asentadas en las faldas del cerro Pirhuaccacca.
Cangallo	Cangallo	Invasión	Inundación	Río Macro afecta algunas viviendas, loza deportiva y terrenos de cultivo localizados en el sector norte del pueblo de Cangallo.
Cangallo	Cangallo	Yurayaco	Deslizamiento	Ignimbritas muy fracturadas, filtración de aguas subterráneas y pendiente subvertical, comprometen poblado.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Huamanga	San José de Tielias	Trigopampa	Huayco	Lluvias estacionales saturan material tobáceo; pendiente de laderas y cauce. Afecta loza deportiva y algunas viviendas, como lo ocurrido en marzo de 2002.
Huamanga	Huamanga	Cerro Picota	Erosión de laderas	Torrentes de material fino, producidos en cada temporada de lluvias producen surcos y cárcavas. Afectan viviendas en ladera este y obstruye alcantarillas.
Departamento de Apurímac				
Andahuaylas	Pacobamba	Huasacatay	Derrumbe y flujo	Lluvias estacionales provocan derrumbe en sustrato calcáreo, canalizado en quebrada que origina huayco. En enero del 2003 afectó 8 viviendas y sepultó 8 personas.
Andahuaylas	Andahuaylas	Chumbao	Inundación	Margen derecha se encuentra 1,5-2,0 m encima del cauce actual del río Chumbao, mientras que la margen izquierda presenta muro de contención. Afecta viviendas.
Chincheros	Chincheros	Cayara	Deslizamiento	Deslizamiento activo con agrietamientos, corona de 260 m de longitud, en 1990 afectó viviendas. Actualmente se están produciendo nuevos agrietamientos.
Chincheros	Cocharcas	Safococ	Huayco	En febrero de 2002 afectó poblado.
Angaraes	Chincho	Uralla	Deslizamiento-flujo	El 16 de marzo de 2000 se produjo un deslizamiento de gran magnitud que causó la muerte de 22 personas, 6 viviendas arrasadas, 3 ha de cultivo afectadas, agrietamiento y desplazamiento de suelos. Probabilidad de ocurrencia de un deslizamiento de gran magnitud en la ladera contigua al deslizamiento reciente, cuyas evidencias se encuentran en la ladera superior del cerro Panco, comprometen seguridad física del poblado de Uralla.
Abancay	Tamburco	Cocha-Pumarana	Deslizamiento-flujo	Deslizamiento planar de movimiento lento, flujos de lodo por sobresaturación de la cubierta superficial conformado por depósitos coluviales y estratos incompetentes de rocas del Grupo Mitu, derrumbes y desprendimientos de rocas, afectó 60 viviendas, causó 51 muertos y 200 desaparecidos, y malogró terrenos de cultivo. Poblado fue reubicado, sin embargo, algunos pobladores persisten en vivir en la zona por tener sus tierras de cultivo en ese sector.
Andahuaylas	Talavera	Uchuhuan-Caray	Deslizamiento rotacional	Uchuhuanaray está ubicado en el cuerpo de un deslizamiento antiguo. Actual deslizamiento se ubica debajo del poblado afectando terrenos de cultivo (1997) y canal de regadío. En un futuro podría comprometer poblado (colegio, jardín infantil, casa comunal).
Andahuaylas	Santa María de Chicmo	Barrio de Muyuna	Deslizamiento	Asentamientos de terreno y deslizamientos locales que comprometen viviendas, algunas de las cuales han sufrido daños en su estructura. Ocurrieron en febrero de 1997, alarmando a los pobladores. También ha producido hundimientos en la carretera y ha afectado sembríos de maíz en pequeña escala.
Aymaraes	Chapimarca	Supalla	Deslizamiento	Agrietamientos en las laderas de las quebradas Cascani y Cochapata y en el centro poblado de Supalla, son indicios de movimiento que pueden generar en un deslizamiento de gran magnitud que comprometería la seguridad física de Supalla. Asimismo en temporada de lluvias se producen huaycos en las mismas dos quebradas, afectando viviendas y terrenos de cultivo.
Cotabambas	Coyllurqui	Tiplim	Calda de rocas.	Fracturamiento del afloramiento rocoso, caída de rocas desde la parte alta del cerro Jatunccasa que podrían afectar unas 25 viviendas del caserío.
Departamento de Cusco				
Paruro	Yaurisque	Ranaccasa	Deslizamiento-flujo	Corona de 50 m de longitud y depósito de flujo a lo largo de la quebrada Nangraca que afectó el poblado antiguo de Yaurisque. Actualmente se observan agrietamientos en la zona de corona y filtraciones de agua en el cuerpo del deslizamiento, y asentamientos en la carretera. Una reactivación importante afectaría al poblado de Yaurisque.
Paruro	Colcha	Aray pallpa	Huayco	En períodos lluviosos las quebradas acarrean materiales derivados de la roca alterada y del material arrojado a la quebrada producto de la construcción de carretera. Se han colocado defensas en el pueblo mediante apilamientos de sacos de arena.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Paruro	Paruro	Cochapampa	Huayco	Erosión de laderas y derrumbes que arrastran material gravocarenoso y material removido de desmonte de carretera en construcción en la parte superior. Compromete 3 viviendas. El Huayco del año 2000, afectó dos viviendas.
Acomayo	Acomayo	Chilcapampa	Erosión fluvial-Inundación fluvial	El poblado de Chilcapampa se ubica en la confluencia de los ríos Acomayo y Cachimayo, en períodos de crecidas del río se produce erosión de la margen derecha, también existe el peligro de inundación de unas 50 viviendas ubicadas en esta zona.
Acomayo	Acomayo	Pumatay	Deslizamiento	Zona de arranque circular de 30 m de alto por 100 m de longitud, salto de 3-4 m, se producen asentamientos en el terreno, puede afectar unas 4 viviendas del caserío.
Quispicanchis	Andahuayllillas	Pifipampa	Huayco e Inundación	Materiales angulosos arrastrados del cerro Ipullay por fuertes lluvias a través de la quebrada, flujo de lodo que llegó a la carretera y depositó su material a manera de cono, afectó unas 15 viviendas.
Cusco	San Jerónimo	San Jerónimo	Inundación	Zona de inundación en el poblado de Pifipampa hacia la margen izquierda del río Vilcanota, afecta más de 50 viviendas, terrenos de cultivo, línea férrea y planta de bombeo de agua. Se han construido muros de concreto en la margen izquierda, muros con rocas, y acumulaciones de material de río para dar protección al poblado.
Cusco	San Sebastián	San Sebastián (Patapalla, Pumanmarca)	Erosión de laderas	Barrios marginales del distrito de San Jerónimo en ambas márgenes del río Huatanay, sujetos a inundación entre Oscolopampa y Manco Cápac.
Quispicanchis	Urcos	Muñapata	Deslizamiento	Cárcavas y surcos en ladera de suave pendiente, sobre poblado de San Sebastián; se pueden producir derrumbes hacia cara libre de cárcavas y afectar viviendas, cercanas al borde.
Paucartambo	Caicay	Pacchipata-Huayllabamba	Caída de rocas	Zona de arranque circular de 90 m de longitud por 80 m de alto, salto principal de 1,8 m, grietas abiertas, asentamientos de terreno, Puede afectar unas 8 viviendas, carretera Cusco-Sicuani, tuberías de agua potable. Se han colocado muros de concreto para tratar de controlar el deslizamiento.
Paucartambo	Caicay	Paraje Sierra Bella	Huayco	Desprendimiento de rocas de la parte alta del cerro Llamayoc, fracturamiento abierto vertical en el afloramiento rocoso, bloques caídos de hasta 5 m de diámetro.
Quispicanchis	Urcos	Mollebamba	Huayco	Huayco en la quebrada Sierra Bella que arrastró lodo, bloques, troncos, se observa una colmatación del cauce con el material traído. Afecto carretera, terrenos cultivables, y 3 viviendas.
Cusco	Saylla	Saylla-Tambopata	Inundación	Poblado asentado sobre depósitos proluviales antiguos ubicados en la margen izquierda del río Vilcanota, fuertes lluvias podrían remover el material depositado en la quebrada. Para evitar la erosión de las laderas se ha reforestado con eucaliptos, y se ha colocado muros de roca para evitar la erosión de la margen izquierda. Se aprecian tres conos recientes en la margen izquierda de la quebrada.
Cusco	Saylla	Saylla (Sector Lloclla)	Huaycos de Hatunhuayajo y Alhuayajo	Zona de inundación, se puede observar un desnivel de 0,50 m, entre el nivel de agua del río y los terrenos de cultivo ubicados en sus márgenes, también hay erosión de riberas, puede afectar unas 20 viviendas y vías férreas.
Quispicanchis	Urcos	Huaro-Urpay (Cchancha)	Huayco	Cárcavas y derrumbes que originan flujos. El poblado de Saylla está asentado sobre antiguos flujos. Huaycos anteriores en 1920, 1966, 1967, 1996 y 2001.
Quispicanchis	Urcos	Urcos	Huayco	Huayco en la quebrada Chancamayo donde se pueden apreciar bloques y clastos dejados hacia ambas márgenes, el flujo ha roto el muro de piedra colocado para proteger la margen derecha. El cauce de la quebrada se observa colmatado de material y necesita una limpieza. Afectó un puente y podría afectar el poblado de Cchancha.
				Quebrada sin desfogue hacia la laguna de Urcos, en el cauce de la quebrada se ha construido un campo recreativo y se está construyendo un muro de rocas para darle protección que puede desviar el huayco hacia el poblado. Erosión de laderas en cabecera de la quebrada.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Urubamba	Maras	Matelluyoc	Derrumbe	Inestabilidad de la ladera en la margen derecha del río Hurocoondo, bloques colgados, podría afectar unas 4 viviendas.
Urubamba	Maras	La Rinconada-Yanahuara	Inundación	Peligro de inundación en ambas márgenes ante una subida del nivel del río Vilcanota, podría afectar unas 10 viviendas ubicadas en la llanura de inundación.
Urubamba	Urubamba	Urubamba	Alud	Lenguas glaciares agrietadas en el nevado Chicón, bloques removidos, suelos inestables por caer, podría afectar terrenos de cultivo y poblado de Urubamba aguas abajo.
Paruro	Huanoquite	Molle Molle	Deslizamiento-flujo	Zona de arranque circular de 150 m de alto, con salto principal de 10 m, depósito de material a manera de flujo. Podría afectar unas 50 viviendas del poblado de Molle Molle si se produce una reactivación.
Anta	Anta	Ccasacunca	Hundimiento	Filtración de agua, hundimientos en el terreno, agrietamientos en las aulas del colegio primario de Ccasacunca y de las vivienda circundantes, el área afectada es de unos 330 m x 400 m, empuje de terrenos hacia la quebrada. Proceso lento imperceptible.
Anta	Mollepata	Angascocha	Derrumbe-flujo	Flujo que deposita su material acarreado hacia ambas márgenes del río Ancaytahuá cerca del pueblo asentado en un cono antiguo, puede afectar las viviendas ubicadas en el sector de Angascocha y sus terrenos de cultivo. Flujo reciente descendió hasta el río Blanco.
La Convención	Santa Teresa	Santa Teresa	Aluvión	El aluvión destruyó la mitad del poblado, se ha efectuado su reubicación, se observa erosión de la margen izquierda del río Vilcanota el cual pone en peligro las viviendas y el colegio asentados en la partes bajas del valle.
Urubamba	Machu Picchu	Aguas Calientes	Huayco	El huayco destruyó las instalaciones de los baños termiales de Aguas Calientes. Un nuevo huayco podría afectar las viviendas ubicadas hacia ambas márgenes de la quebrada. Se observa colmatación del cauce con material de dimensiones variables los cuales deben ser removidos. Se están realizando obras de protección de riberas y descolmatación del cauce.
La Convención	Quellouno	Quellouno	Huayco	Material acumulado en el cauce de la quebrada que con fuertes lluvias podrían generar huaycos que afectarían al poblado de Quellouno. Se construyó un muro de concreto en la margen derecha para darle protección al poblado, a raíz de derrumbe que originó flujo en años anteriores.
La Convención	Maranura	Maranura	Deslizamiento	Zona de arranque circular en la parte alta de la quebrada Chínche, asentamientos de suelos en las laderas del cerro Cachimayo se puede generar un huayco, que comprometería en la parte baja unas 10 viviendas del sector de Maranura.
Calca	Yanatile	Santiago	Inundación-erosión Fluvial	Amplia zona de inundación del río Yanatile, el cono aluvial depositado por la quebrada Santa Rosa desvía el curso del río hacia su margen derecha y produce erosión de ribera, una subida del nivel de aguas inundaría el poblado de Santiago.
Calca	Calca	Alchapata, Totorá.	Deslizamiento-flujo	Escarpa irregular, material removido y filtraciones en la ladera, se puede apreciar también antiguo deslizamiento-flujo donde existen hasta 10 viviendas y terrenos de cultivo. La zona actual del deslizamiento compromete carretera y vivero comunal de Totorá.
Calca	Taray	Huancalle	Derrumbes	Derrumbes en ambas márgenes de la quebrada Quejalloco, asentamiento de terrenos, caída de rocas, podrían afectar unas 10 viviendas. Se han construido muros de piedra y gaviones en ambas márgenes.
Calca	Coya	Paulo Ayllu	Huayco	En diciembre de 2002 el pueblo de Paulo Ayllu fue sepultado por un huayco constituido de lodo y rocas. El 60% del poblado fue destruido, causó la muerte de una persona y dejó 7 heridos, así como se destruyeron terrenos de cultivo y se perdieron animales.
La Convención	Echarate	Quitini	Huayco	El pueblo de Quitini está ubicado en la margen derecha del río Cushireni cerca de su confluencia con el río Urubamba y puede ser afectado por un huayco o inundación debido a una subida de caudal en periodos de lluvias fuertes. Parte del pueblo sufrió el efecto por lluvias torrenciales en enero del año 2003.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Urubamba	Machu Picchu	Luycho-Colpani-Manqui-Manahuafucca	Aluvión	El 27 de febrero de 1998 fuertes lluvias en la cuenca alta y media del río Aobamba y los deshielos del Salcantay, originaron un descomunal huayco que en su avance erosionó las laderas inferiores, provocó derrumbes y deslizamientos que incrementaron el volumen de material desplazado. El 12 de julio de 1996 un alud proveniente del nevado Salcantay destruyó una zona agrícola del valle del Aobamba y causó la muerte de 5 personas. Los poblados que podrían resultar afectados por otro fenómeno similar son los de Luycho, Colpani, Manqui y Manahuafucca.
La Convención	Quitani	Pachiri	Huayco	Deslizamientos y derrumbes en sustrato incompetente, en la cuenca de la quebrada Pachiri, podrían represar el valle y originar flujos violentos comprometiendo poblado aguas abajo, el cual está sentado en depósito de deslizamiento-flujo que inclusive represó el río Urubamba.
Quispicanchis	Marcapata	Cerro Colpejeja	Caída de bloques	Se observa un desprendimiento de bloques al pie del cerro, en la ladera izquierda, en el río Araza. Se observan discontinuidades en la roca. Los bloques causan daños a terrenos de cultivo antiguos.
Quispicanchis	Ocongate	Mailma	Huayco	Huayco en la Qda. Ajopampa en la margen derecha del río Singrena. Se observan sedimentos en el cauce con pequeña erosión de riberas. Puede afectar la alcantarilla de la carretera y corrales de solares cercanos al cauce. En la zona cercana al poblado se debería hacer una limpieza del cauce con tractor.
Quispicanchis	Ocongate	Mahuayane	Erosión fluvial	Se observa una erosión visible en la ribera derecha del río Singrena en una longitud aproximada de 50 m que afecta a los solares del poblado.
Quispicanchis	Ocongate	Mahuayane	Huayco, erosión por cárcavas	Huayco en la quebrada Pisgipata, en la margen derecha del río Singrena que cruza el poblado de Mahuayane. Se observa una erosión que forma pequeñas zanjas que aportan sedimentos para un posible flujo. Afecta pastos naturales y podría afectar viviendas.
Quispicanchis	Ocongate	Pampacancha	Deslizamiento/ flujo	Denominado deslizamiento Pallancoyoc, en la ladera derecha del río Tinquimayo (valle en "V" por erosión del río). Se observa un asentamiento principal de 1 m, un asentamiento secundario de 0,30 m que puede tener su origen en la erosión de la base por escorrentía de la quebrada que eventualmente trae huayco. Afecta pastizales, línea de alta tensión, y puede represar el río, consecuentemente arrasar el pueblo de Champimayo.
Quispicanchis	Ocongate	Ocongate distrito	Erosión por cárcavas	Se observan cárcavas en la ladera derecha del valle, en el poblado de Ocongate. Acumulación de sedimentos al pie de las cárcavas. Podrían generar flujos hacia el poblado de Ocongate.
Quispicanchis	Ocongate	Qda. Ascamayú	Erosión y desborde	Se observa erosión de la ribera derecha de la quebrada Ascamayú, cerca del poblado de Mariquipata. Afecta terrenos de cultivo aguas arriba del poblado y puente.
Quispicanchis	Marcapata	Qda. Santa Elena	Huayco	Huayco en la quebrada Santa Elena en la margen derecha del río Araza. La ladera presenta una pendiente de 30 a 40°. El huayco afectó 1 casa e interrumpió la carretera.
Quispicanchis	Marcapata	San Pedro	Erosión fluvial	Erosión de la ribera izquierda y en mayor porcentaje la ribera derecha del río Araza, en una longitud aproximada de 350 m. La carretera puede colapsar en 20 m. Peligran viviendas y terrenos de cultivo.
Quispicanchis	Camanti	San Lorenzo	Inundación	Inundación en la confluencia de los ríos Nusiniscato con el río Aranza. Afectó viviendas y áreas de cultivo.
Paucartambo	Challabamba	Sunchubamba	Erosión e inundación	Se produjo la rotura de la defensa que protegía la escuela, inundándose el lecho fluvial del río Mapacho. Afecta a la escuela Virgen del Rosario y destruye terrenos de cultivos. Se necesita construir defensas para la escuela de Sunchubamba. El peligro puede incrementarse por acción de deslizamientos en el cerro Ipchipta.
Paucartambo	Paucartambo	Paucartambo	Erosión fluvial	Se produce erosión de ribera en la margen derecha del río Mapacho. Si se rompieran las defensas artesanales que tienen una longitud aproximada de 600 m, podría afectar al poblado.
Paucartambo	Challabamba		Erosión fluvial	Se inundaron ambas márgenes del río Mapacho. Se pueden producir deslizamientos y derrumbes en la margen izquierda del río. Se produjo daños a viviendas y terrenos de cultivo.
Paucartambo	Challabamba	Challabamba (poblado)	Erosión fluvial; Inundación	Erosión de la terraza aluvial, por la influencia de la descarga de la quebrada Huiluca, que llega por la margen izquierda del río Mapacho. Afecta terrenos de cultivo y viviendas cercanas a las riberas.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Quispicanchis	Marcapata	Chile - Chile	Derrumbe, flujo	Se observan discontinuidades en el basamento desestabilizado en el cerro Aucayo, en la margen izquierda del río Araza, la ladera tiene una pendiente de 40° aprox. El derrumbe destruyó casas, terrenos de cultivo y un tramo de la carretera.
Quispicanchis	Marcapata	Qda. Huasacucho	Huayco	Se observa derrumbe en la parte superior del cono. La quebrada tiene una pendiente de 20° aprox. El Huayco puede afectar a 2 viviendas.
Departamento Madre de Dios				
Manu	Huaypetuhe	Inambari	Derrumbe	Derrumbe reciente de 100 m de longitud, discontinuo en la margen izquierda del río Inambari. La topografía del terreno es abrupta (pendiente de 45°). Afecta la flora y podría interrumpir la carretera.
Tambopata	Inambari	Puerto Masuco /Panquin	Inundación	Inundación en la zona de confluencia con el río Inambari de los ríos: Quimiri, Caychihue, Dos de Mayo y la Qda Chiforongo. Es un fenómeno de recurrencia periódica que afecta a terrenos de cultivos y algunas viviendas.
Tambopata	Las Piedras-Tambopata	Boca del Pariamana	Inundación	Se produjo un desborde del río que causó la inundación de poblados afectando a varias viviendas y terrenos de cultivo.
Tambopata	Las Piedras - Tambopata	San Ramón	Inundación	Se produjo un desborde del río que afectó a viviendas y terrenos de cultivo.
Manu	Madre de Dios	Pto. Besado - Pto. Luz	Inundación	Se produjo una inundación que afectó varias viviendas y labores mineras.
Manu	Madre de Dios	Huaypetuhe	Inundación	Inundación que afectó viviendas y labores mineras.
Manu	Madre de Dios	Choque	Inundación	Inundación que afectó viviendas y labores mineras.
Manu	Madre de Dios	Punquin / Berranco	Inundación	Inundaciones que afectaron viviendas y labores mineras
Manu	Fitzcarrald y Madre de Dios	Boca del Manu	Inundación	Los eventos producidos están referidos a fuertes precipitaciones en la cuenca alta. Afectaron viviendas.
Tambopata	Laberinto	Boca del	Inundación	Inundación afectó viviendas y tierras de cultivo en ambas márgenes del río.
Tambopata	Pto. Maldonado	Maldonado Viejo	Inundación	Inundación en la confluencia del río Tambopata con el río Madre de Dios. En esta zona las casas están construidas en terrenos bajos de 4 a 5 metros con respecto al nivel de los ríos, esto ocasiona que cuando hay una crecida del nivel se inundan.
Tambopata	Laberinto / Inambari	Boca Amigo	Inundación	Inundación que afectó a viviendas y terrenos de cultivo.
Manu	Madre de Dios / Fitzcarrald	Boca del Colorado	Inundación	Inundación que afecta viviendas y tierras de cultivo. La pendiente del terreno es baja, menor de 5°.
Manu	Madre de Dios	Boca Puquiri	Inundación	Inundación que afecta viviendas y terrenos de cultivo. La pendiente del terreno es baja, menor de 5°.
Departamento Puno				
Carabaya	Ayapata	Melosa	Derrumbe - flujo	Morena lateral entre Melosa y Chihupata. Se observan varios derrumbes-flujos a lo largo de la ladera. El terreno presenta una pendiente de 40°. Puede afectar a corrales y casas en caso de reactivación.
Carabaya	Ituata	Tallajcucho	Inundación	Grandes bloques en el cauce de la quebrada desbordaron la alcantarilla erosionando la carretera. La pendiente del terreno es de 15°. Peligro de inundación de algunas casas del pueblo Tallajcucho y el tubo de agua que cruza por arriba. Se debe construir una alcantarilla más grande y encauzar el flujo.

Ubicación			Tipo de Fenómeno	Observaciones
Provincia	Distrito	Poblado / Paraje		
Carabaya	Coasa	Ayusuma	Caída de rocas flujo en cárcavas	Se observan grandes bloques en ambas márgenes del valle. El terreno presenta una pendiente de 40 a 50°. Hay peligro de caída de bloques hacia las casas que se encuentran en la margen izquierda del río Coasa.
Carabaya	Coasa	Río Coasa	Huayco: Desborde e inundación	Se observan bloques en el cauce y erosión de las riberas del río. La pendiente del río es de 15° y de la ladera de 40°. Puede afectar viviendas, escuela, caminos. Se está contruyendo un muro seco en la margen derecha a 50 m aguas abajo del puente Inambari el que se encuentra en buen estado.
Carabaya	Ollahecha	Chuani	Huayco	Se observa la existencia de un gran cono aluvial de 20° aproximadamente de pendiente, sobre el cual se ubican casas y cultivos. Quebrada en "V" que termina en un gran cono aluvial en la margen derecha del río San Gabán. La ocurrencia de un nuevo flujo originaría problemas para las casas y terrenos de cultivos.
Carabaya	Ollahecha	Chintuni	Huayco	Se observa la existencia de un cono aluvial antiguo. El terreno tiene de 35 a 40° de pendiente. Puede afectar las casas de Chintuni.
Carabaya	Ayapata	Mina Santa Teresa	Huayco	Huayco ocurrido en el poblado de la mina Santa Teresa, afectó a 3 viviendas y causó 3 muertos, 4 heridos y 18 familias damnificadas.
Carabaya	Coasa	Esquena	Flujo - huayco	Se observa el enterramiento de terrenos de cultivo temporal en las márgenes, el terreno tiene de 25° a 35° de pendiente. En una eventual erosión y destrucción de las defensas podrían afectar al poblado de Esquena
Carabaya	Coasa	C° Huariumaña	Deslizamiento	Deslizamiento de Lahuamani es un deslizamiento antiguo. Se observa la presencia de grietas que se pueden reactivar. Se ubica en la margen derecha de la quebrada Cotafani. Puede afectar viviendas.
Carabaya	Corani	Aymaña	Caída de rocas	Caída de bloques denominado desprendimiento Aymaña, en la margen derecha del río Chimboya. Se observan bloques en la ladera, el terreno tiene una pendiente de 80°. Los bloques podrían llegar a las casas y afectar al poblado.
Carabaya	Corani	Cerro Pichajani (Escanpata)	Caída de rocas	Se observan bloques en la ladera en la margen derecha del río Corani. La pendiente del terreno es de 80° aproximadamente. Los bloques pueden llegar a la carretera y afectar a viviendas y terrenos de cultivo.
Carabaya	Corani	Corani	Caída de rocas	Se observan bloques en la ladera de la margen derecha del río Corani. La pendiente del terreno es de aproximadamente 80°. Los bloques pueden llegar a las casas y afectar al pueblo de Corani.
Carabaya	Corani	Corani	Huayco o aluvión	Aguas arriba de la quebrada Trapiche en la margen izquierda del río Corani se encuentran dos lagunas: Mancococha y Jamercocha y los glaciares Tocra y Potrero. La quebrada tiene de pendiente 20° aproximadamente y al producirse un huayco o un aluvión pueden afectar viviendas del pueblo de Corani.

CONSIDERACIONES GEOAMBIENTALES

11.1 CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

La Franja N° 3 comprende territorios de los departamentos de Puno, Cusco (sector norte), parte de Madre de Dios, Apurímac, Huancavelica, Ayacucho, Ica, Lima y Junín. Presenta una geomorfología originada por procesos dinámicos (morfo-tectónicos) y climáticos (factores externos), controlada por factores estructurales y estratigráficos, que han dado origen a geoformas como los acantilados costeros, playas angostas, lomadas, pampas con acumulaciones eólicas, vertientes o laderas disectadas, colinas y montañas cordilleranas cortadas por valles y quebradas también planicies y estructuras volcánicas, con grandes culminaciones de montañas glaciares (volcanes nevados y nevados) en las divisorias intercuenas y divisorias de aguas continentales, así como espacios plano-ondulados a plano-depresionados extensos y colinas estructurales que constituyen el extremo norte de la superficie altiplánica.

En la zona costera, destacan formas litorales como: las bahías de Paracas (Ica) y Miraflores (Lima); Puntas: La Punta, La Chira; Islas: San Lorenzo, Sangayán, Ballestas, Chincha, Norte Centro y Sur, Asia, Pachacamac, entre otras. Existe una franja litoral extensa entre la playa Las Salinas y El Callao, con afloramientos que llegan hasta el mar, siendo de forma casi recta con acantilados subverticales entre Chincha y Cerro Azul, y de forma irregular en el resto del litoral. Destacan las playas de la Costa Verde, Conchán, Punta Hermosa, Punta Negra, Santa María, Naplo, Chilca, León Dormido, Bujama, Asia, Chaco, El Carmen, Atenas, Lagunillas y Las Salinas, Totorita, Cayna, Sarapampa, entre otras.

Entre el mar y la Cordillera Occidental existen extensas áreas de pampas áridas, terrazas aisladas y lomadas con grandes acumulaciones de mantos de arenas médanos y dunas, abanicos aluviales y una depresión morfoestructural.

Los valles y abanicos amplios han sido formados por los ríos Pisco, Chincha, Cañete, Asia/Omas, Mala, Lurín y Rímac, así como quebradas que bajan desde la cordillera, muchas de los cuales se mantienen secas por muchos años, y sólo presentan un comportamiento torrencial cuando ocurren lluvias de gran volumen e intensidad excepcional (Quebradas: Topara/Jahuay, Chilca, Cruz de Hueso/San Bartolo, Río Seco/Punta Hermosa), formando extensas áreas cultivables. Pampas extensas y elevadas compuestas de materiales antiguos pleistocenos (cuadrángulos de Chincha y Mala), como las pampas de:

Cañete, Jahuay, De Ñoco, Sarapampa y Arenal Puerto Field, pampas aluvionales o proluviales más recientes con superficies onduladas y plano-onduladas. Como ejemplos importantes se pueden mencionar los sectores de Quilmaná, Gallinero, Lumbrera, Casablanca, etc., así como otras pampas labradas en secuencias marinas paleógenas con presencia de monte-islas y terrazas aisladas (extremo norte de la cuenca de Pisco), cubiertas por mantos de arenas eólicas como las pampas de Villacuri, Santo Domingo, Lechuza, Arteaga, Agua Santa y Cabeza de Toro (cuadrángulo de Pisco), Pampas: Los Médanos, Las Rayas, Piedras Azules, Del Prieto, De Yauca, Pedregal, De Los Castillos y San Antonio (cuadrángulo de Ica).

Adyacente a la pampa costanera se levantan las estribaciones de la Cordillera Occidental, donde afloramientos de rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivas forman montañas y colinas bastante disectadas por valles juveniles principales, valles tributarios y quebradas profundas de fuertes pendientes, generalmente de dirección ENE-OSO (N-S en el caso del río Ica), con laderas generalmente desprovistas de vegetación donde los procesos de meteorización física y química actúan fuertemente formando un regolito que varía de inmaduro a maduro. La Cordillera Occidental culmina con cumbres nevadas y altitudes que llegan a sobrepasar los 5 000 msnm, destacando en el sector norte de la franja, los nevados de Ticlla (5 897 msnm), Llongote (5 780 msnm), Umán (5 431) en la cuenca alta del río Cañete, donde igualmente existen numerosas lagunas glaciares como las de Pilicocha, Ticllacocha, Llongote, Piscococha, etc. y el nevado Altar (5 268 msnm), en la cuenca alta del río San Juan. Dentro de esta unidad mayor se encuentran unidades localizadas tanto de erosión y/o acumulación como: montañas de morfología agreste cortadas por quebradas y ríos, superficies de flujos piroclásticos muy disectadas con inclinación hacia el oeste, colinas volcánicas y sedimentarias, conos volcánicos y complejos de conos volcánicos, calderas volcánicas, lomadas plano-onduladas de poca elevación con pampas y bofedales, depósitos de morrenas glaciares y áreas de nieves perpetuas.

Hacia la vertiente oriental de la cordillera occidental, en las nacientes de los valles interandinos (Mantaro y Pampas), se encuentran grandes lagunas en las cabeceras, valles amplios con ríos muy caudalosos, cañones y laderas muy disectadas.

En parte de la franja al noroeste del Cusco, se localiza el límite de la zona altiplánica suroriental, una superficie conformada por colinas altiplánicas de carácter estructural plegado en forma de cuevas (rocas sedimentarias), Valles glaciares y morrenas, Zonas de bofedales y pampas. En forma general presentan pendientes variables de moderada a suavemente inclinadas, plano disectadas por quebradas y valles.

La zona suroriental de la franja, adyacente al altiplano se halla la Cordillera Oriental, muy bien desarrollada, donde destacan las cordilleras de Vilcanota, Vilcabamba, Urubamba y parte de la cordillera de Carabaya, con existencia de acumulaciones glaciares, donde nacen grandes valles y quebradas que drenan la región sureste, imponentes cañones (río Apurímac)

La Faja Subandina, en el lado oriental de Huancavelica, Ayacucho y Junín, y noroeste del Cusco, mantiene una estrecha relación entre la geografía y el substrato paleozoico existente en la región, presentando una área poco explorada (biodiversidad: reservas y áreas naturales protegidas), que desciende paulatinamente formando colinas altas alargadas hacia el Llano Amazónico.

El Llano Amazónico, se encuentra desarrollado en un 90 % dentro del departamento de Madre de Dios, geomorfológicamente está formado por colinas bajas, planicies disectadas o terrazas altas antiguas, terrazas de inundación, cortados por extensos ríos maduros, divagantes.

La Franja N° 3 desde el punto de vista de la geodinámica interna está influenciada por la subducción de las placas de Nasca debajo de la placa Continental con un ángulo de 30° lo que se ha manifestado con los procesos volcánicos y sísmicos que han ocurrido en el territorio y le dan una característica especial de compresión.

La actividad volcánica sucedida en el área se puede observar en el cuadrángulo de Cusco principalmente y parte de Calca y Urubamba. También hacia el sector occidental en la región de Ayacucho-Huancavelica, cuyo volcanismo es antiguo y está representado por los volcanes Portuguesa, Astobamba, Apacheta, entre otros.

La actividad sísmica ha generado terremotos que han afectado pueblos, ocasionando pérdidas de vidas, daños a la agricultura, a las redes viales y la minería; son recientes los sismos destructores ocurridos en Nasca (12-11-1996), que afectó parte del área, sismos de la región Ayacucho-Huancavelica (entre agosto de 1980 y abril de 1981), que afectó las localidades de San José de Ticllas, San Pedro de Cachi, Vinchos y Santo Tomás de Pata Pillpinto y Acos (Cusco, 01-10-1995), sismos en el área de Andahuaylillas-Lucre (Cusco, noviembre y diciembre de 1994), Chuschi-Quispillacta (Ayacucho, el 31-10-1999). En el sector costero la generación de tsunamis han afectado parte del litoral y los puertos (Ej. La Punta Callao en 1941). Dentro del área se encuentra la falla activa de Tambomachay (norte de Cusco).

Los procesos de geodinámica externa que han afectado y afectan al territorio de la Franja N° 3 son variados y están referidos sobre todo a fenómenos de: **remoción en masas** siendo los más destructores o que han causado considerables daños, entre ellos tenemos: huaycos y aluviones, deslizamientos y movimientos complejos, erosiones fluviales y erosión de laderas, etc., dentro de los **peligros hidrológicos**, las inundaciones y entre los **peligros atmosféricos** las heladas y granizadas; estos han afectado laderas y terrazas de los valles y quebradas (represándolas), áreas agrícolas, redes viales (carreteras, trochas y ferrovías), áreas pobladas, y obras de infraestructura mayor. Son importantes los deslizamientos y movimientos complejos de Mayunmarca (Mantaro), Cocha y Pumaranra (Abancay), Huascatay (Andahuaylas), Uralla, Ranraccasa, Huamancharpa, Ninabamba, deslizamientos en la carretera Urcos-Quincemil (Cusco); aluviones de Aobamba y Santa Teresa (Cusco), Huaycos de Quebrada Honda, Jello Jello (Curahuasi), Aguas Calientes, derrumbe N° 5 en Tablachaca, inundaciones y erosiones fluviales del río Huatanay y Urubamba (Cusco), y ríos de la vertiente occidental como: Cañete, Pisco, San Juan, Mala, Lurín y Rímac, principalmente.

Abundante son los recursos hídricos superficiales en la Franja N° 3, sobre todo en la vertiente atlántica. Estas aguas son aprovechadas y reguladas para uso hidroenergético, poblacional e industrial; sin embargo, existen ciudades importantes como Cusco con déficit de agua potable, que utiliza aguas de las lagunas de Piuray y Coricocha para su abastecimiento. Los ríos de la vertiente pacífica son de carácter estacional (Ica, Pisco, San Juan, Omas, Lurín y Rímac), a excepción del río Cañete que mantiene un caudal más o menos constante y regulado por lagunas en su cuenca alta, casi todo el año.

Los recursos hídricos superficiales han sido estudiados para efectuar obras de almacenamiento, regulación, trasvase y usos diversos existen dos proyectos principales: Proyecto Hidroenergético Platanal y la presa Cuchoquesera, en los cuales ya se han efectuado trabajos de acondicionamiento, carreteras de acceso y obras como canales, estando ambos a la espera de la ejecución y puesta en marcha final, que es el anhelo de las poblaciones de las provincias del sector de Cañete, Concón-Topara, Chíncha en el primero y Ayacucho en el segundo.

En lo que respecta a los recursos hídricos subterráneos, la zona costera es muy explotada, extrayéndose agua tanto para uso agrícola, industrial, como poblacional, abasteciendo las necesidades de las principales ciudades del departamento de Ica (Pisco, Chíncha) y Lima (Cañete, Mala, Lurín y Lima-Callao). Las aguas son explotadas especialmente de depósitos aluviales (acuíferos libres), y también de acuíferos de rocas sedimentarias detríticas (acuíferos confinados, Formación Pisco). De las demás áreas de la franja se tiene poco conocimiento del potencial hídrico subterráneo, existiendo un potencial en acuíferos fisurados poco estudiados.

Las aguas termales y minerales de la Franja N° 3 constituyen un recurso poco explotado por el turismo nacional, y sólo se usan en ámbitos locales. Existen muchas áreas adecuadas para desarrollarse como complejos turísticos, para uso como baños termales, termomedicinales (locales o regionales), aguas minerales y también afloramientos para uso geoturístico y paisajístico, que adecuadamente implementados podrían fomentar un turismo nacional y quizás internacional.

En cuanto a recursos agrícolas, éstos están desarrollados principalmente, a lo largo de los valles principales de la Costa, Sierra y Selva (tanto en laderas, terrazas, abanicos y conos aluviales, colinas, pampas altas recientemente aprovechadas, etc.), sin embargo también existe otro porcentaje de extensas áreas (pampas costaneras) que podrían aprovecharse para la explotación agrícola aplicando técnicas modernas de riego (goteo aspersión, microgoteo, etc.); pero que por escasez de aguas superficiales en cantidad suficiente para emprender obras de irrigación, permanecen desaprovechadas.

En las laderas y márgenes de los valles principales, los peligros de erosión (cárcavas y surcos) afectan las áreas cultivables, disminuyendo considerablemente su superficie cultivable suelo; principalmente se ha observado este problema en la cuenca del río Vilcanota (Cusco), donde es difícil la recuperación de suelos fértiles. En algunos sectores las técnicas de riego aceleran los procesos de remoción en masa como derrumbes y/o deslizamientos,

destruyendo las áreas de cultivo, tal es el caso de los valles de los ríos Vilcanota, Concepción y Lares, donde se han encontrado problemas de este tipo. Otro sector importante corresponde al área de Huancapi, Ayacucho, Huanta y Huancavelica (al centro de la franja), y en los sectores de Cusco y Huancayo al sur y norte, respectivamente.

Desde el punto de vista geoeconómico, en la Franja N° 3 existen recursos minerales del tipo polimetálicos, que son explotados por la gran minería, caso Cobriza y por comunidades artesanales que explotan oro aluvial (Madre de Dios). En la franja también existen varios prospectos mineros como: Cerro Lindo (Ica), en proceso de exploración.

La Franja N° 3 cuenta con áreas de interés geológico, que por su belleza paisajística e interés científico deberían ser consideradas e incorporadas como áreas naturales intangibles, y diseñar la gestión y uso adecuado para su explotación como recursos geoturísticos, adicionales al turismo ya conocido, que constituyan fuentes de ingreso locales de los pobladores y/o regionales, que contribuyan a su desarrollo socioeconómico. Cabe destacar las áreas del pongo de Mainique, glaciar de Quelccaya, Catedral de Paracas, cataratas de Huancaya (Cañete), Lomo de Corvina, etc.

La energía eléctrica necesaria para el desarrollo de la región es producida en parte por minicentrales hidroeléctricas locales, parte por la interconexión reciente Transmantaro, entre Chalhuanca-Mantaro (Central Hidroeléctrica del Mantaro, Huancavelica), y las centrales hidroeléctricas de San Gabán (Puno) y Machu Picchu (Cusco), a través de líneas de transmisión que interconectan la zona y los sistemas eléctricos centro-suroriente.

En lo referente a infraestructura vial, la franja cuenta con vías asfaltadas de primer orden como la Carretera Panamericana Sur: Lima-Cañete-Pisco, carreteras de penetración como la Libertadores Huari: Pisco-Huaytará-Ayacucho, Abancay-Cusco, Cusco-Calca-Urubamba-Ollantaytambo (asfaltadas), numerosas carreteras afirmadas: Abancay-Andahuaylas-Ayacucho-Huancayo, Cusco-Paruro-Acomayo-Urcos, Cusco-Anta-Cotabamba-Tambobamba, Cusco-Urcos-Ocongate-Quincemil-Masuco-Puerto Maldonado, Cusco-Paucartambo, Cusco-Quillabamba-Quellouno-Quitani, Cusco-Anta-Cotabamba-Tambobamba, Chuquibambilla, Lambrama-Abancay, Cañete-Lunahuaná-Yauyos-Huancayo y gran número de caminos rurales, trochas carrozables que entrelazan las diversas ciudades y pueblos de la franja.

La línea férrea Cusco-Juliaca (291 km), Cusco-Machu Picchu (115 km), así como el tren Huancayo-Huancavelica (100 km), constituyen un importante medio para el transporte en la sierra sur (los dos primeros) y centro de la franja, respectivamente.

En el aspecto socioeconómico, la población de la franja asciende a 8 453 894, los que viven principalmente, en áreas urbanas (ciudades de Lima y Callao, seguidos de Huancayo, Cusco, Huancavelica, Huamanga, Abancay, Puerto Maldonado y numerosos distritos y poblados principales), siendo el departamento de Lima, el de mayor población con 5 176 845 habitantes, la población rural se halla más desarrollada en la zona de la

sierra, parte de la costa de Ica y Lima , los idiomas principales que se hablan son el español y quechua.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura, luego el comercio, la industria y la minería. La educación impartida es desde el nivel inicial hasta el universitario pasando por la secundaria y superior. Las principales universidades son las de San Marcos, Ingeniería, Villarreal, La Molina, del Callao y La Cantuta (Lima), San Antonio Abad del Cusco, del Centro (Huancayo), de Huancavelica, San Luis Gonzaga (Ica) y muchas universidades particulares. La vivienda de las poblaciones en la zona costera es predominantemente con material noble ladrillo y concreto. En la región andina y rural predomina el adobe y la quincha, mientras que en la selva predominan las construcciones de madera.

En relación al geoambiente, podemos manifestar que los problemas de contaminación que afectan a la franja son de tipo natural y antrópico; los primeros se manifiestan por el lavado natural de las rocas volcánicas por acción de los ríos, aguas superficiales y aguas de precipitación; mientras que la contaminación antrópica se produce por muchos factores como, el empleo de plagicidas, abonos, la ganancia de tierras para la agricultura, deforestación de tierras para la agricultura, la actividad pesquera (Pisco), los relaves y botaderos mineros antiguos expuestos a la acción eólica y a la dinámica fluvial, el drenajes ácidos de socavones de pequeñas minas, hoy paralizadas, la minería aurífera artesanal (Madre de Dios, Huaypetuhe), minería calcárea (Cementos Lima), la construcción de nuevas carreteras (Chalhuanca-Abancay y Ollantaytambo-Abra Málaga) y accesos a la construcción de infraestructura eléctrica (Transmantaro) y energética (gaseoducto Camisea, carretera Calca-Quitani y la actividad industrial (Aceros Arequipa, Luchetti), que han alterado el entorno ecológico natural, áreas naturales protegidas y áreas que deben ser preservadas como patrimonio natural y cultural.

En Lima, por ejemplo, el «Lomo de Corvina» única duna ubicada al sur de la ciudad, que formaba parte de un cinturón ecológico, y que ya desde los años 70' la revista CARETAS lo denominó «hilacha verde» y era considerada un ambiente natural que conectaba a los Pantanos de Villa con las ruinas de Pachacamac; una gran parte ha sido destruida por la construcción de muros y viviendas en forma desordenada, actividad minera e industrial, a lo que se suma el caos publicitario que obstruye la vista al mar. La municipalidad de Villa El Salvador mantiene un proyecto para recuperar el «Lomo de Corvina» como área intangible, ecológica y arqueológica.

Otro problema ambiental es la ausencia de lugares para la disposición controlada de residuos domésticos e industriales (rellenos sanitarios), en la mayoría de ciudades como: Cusco, Ayacucho, Abancay, Andahuaylas, Puerto Maldonado, Huancavelica, Huancayo y otros poblados principales, existen sólo botaderos de residuos sólidos en las afueras y periferia de las ciudades, contaminando áreas de cultivo principalmente y áreas de crecimiento urbano.



Foto N° 137 Botadero de basura de Aguas de Las Vírgenes, ubicado en la margen izquierda del río Mantaro, donde se observa que la erosión fluvial está provocando pequeños derrumbes, que traen abajo el material contaminando al río.

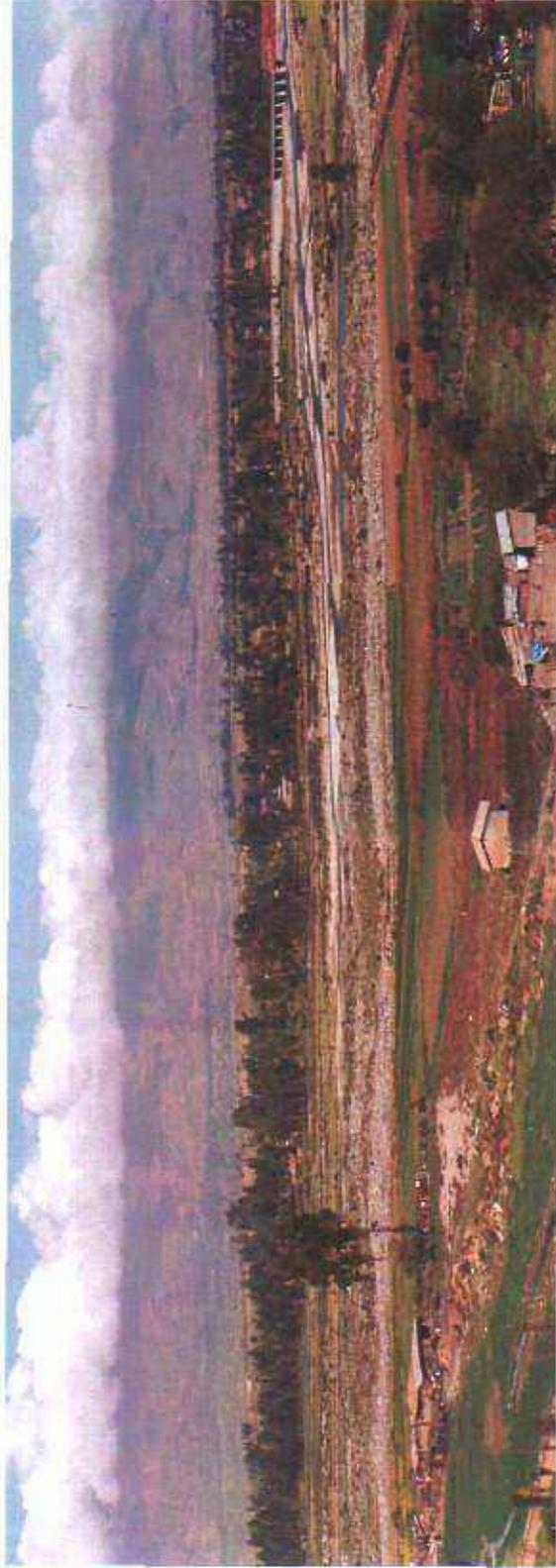


Foto N° 138 Vista panorámica del botadero de basura de Aguas de las Vírgenes, principal botadero de la ciudad de Huancayo, localizado en la margen izquierda del río Mantaro.



Foto N° 139 Av. Morales Duárez (Callao). Zona que antiguamente fue botadero de basura.



Foto N° 140 Botadero de basura de San Antonio (Mala). Terreno que inicialmente fue previsto para relleno sanitario.



Foto N° 141 Botadero de basura del A.H. Virgen de Lourdes, cerro El Arbolito (Dist. de Villa María del Triunfo, Lima).



Foto N° 142 Botadero de basura en las afueras de la localidad de Huamanga (Ayacucho), circundado por pastos naturales y terrenos de cultivo.

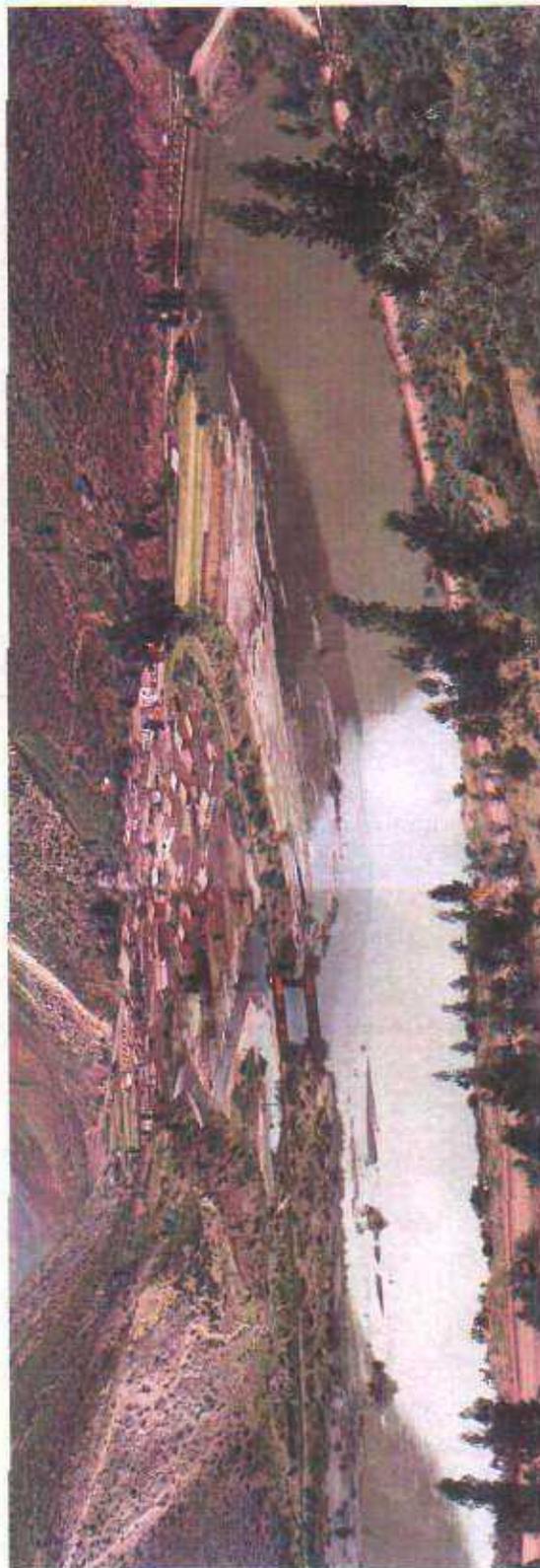


Foto N° 143 Desembocadura del río Huatanay al río Vilcanota, sector de Huambuito (Cusco). Nótese la zona de descarga de emisiones (aguas servidas) de la ciudad del Cusco y la acumulación de desechos domésticos.



Foto N° 144 Vista de los relaves de la mina San Valentín (Satanás) en el Dist. de Laraos, Prov. de Yauyos-Lima. En el borde inferior se observa la laguna Pacococha que podría estar siendo afectada por los residuos de relaves.



Foto N° 145 Vista de los relaves de la mina San Genaro (Castrovirreyna-Huancavelica). Al pie se observa la laguna Yanacocha que viene siendo afectada por residuos de los relaves.



Foto N° 146 Pasivo ambiental de la mina Raúl (Mala-Lima). Zona descampada donde el viento acarrea el material fino.

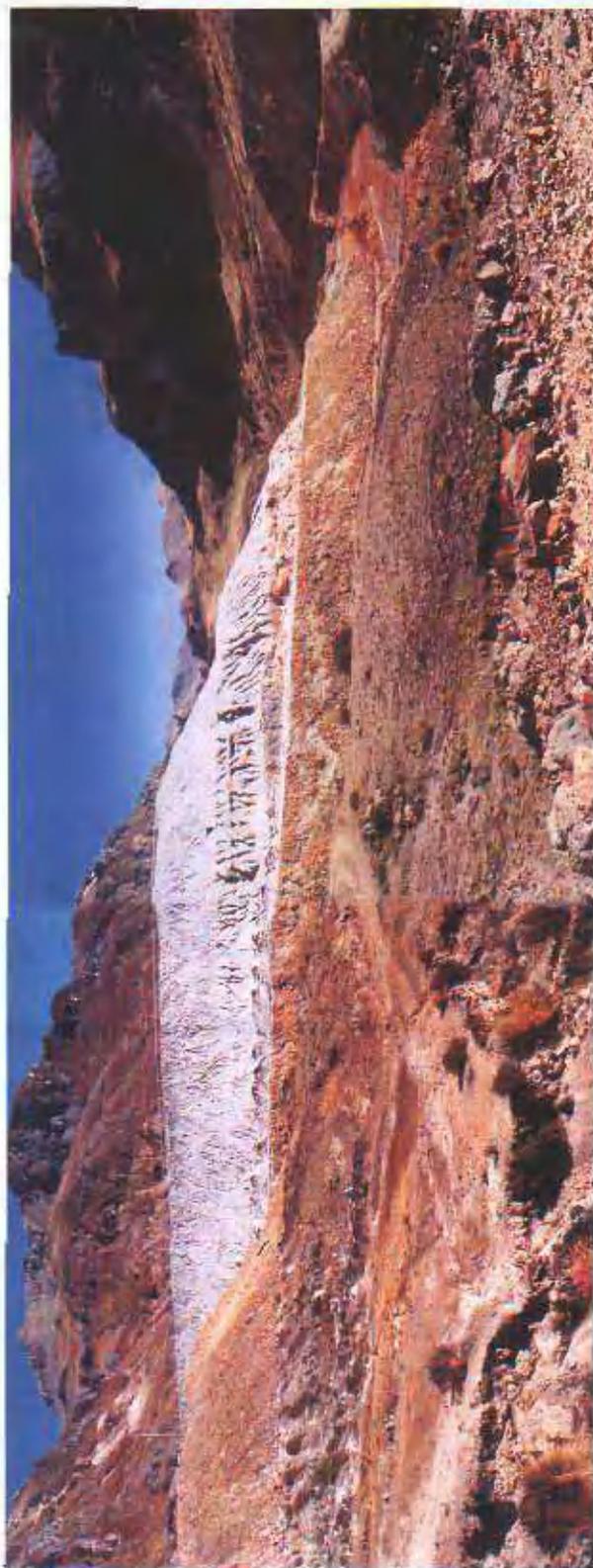


Foto N° 147 Relaves de la mina Caudalosa Chica en la margen izquierda del río Huachocolpa (Dist. de Santa Ana, Huancavelica), los cuales se encuentran sin ninguna capa o cobertura protectora, siendo acarreados por el agua y el viento.



Foto N° 148 Presa de relave Achula de la Compañía Minera Mimosa, ubicada en la quebrada Yanapacha (Dist. de Ccochaccasa, Huancavelica). Donde se efectúa el tratamiento de aguas ácidas con cal.



Foto N° 149 Vista de relaves antiguos de la mina Santa Rosa (Cobriza), localizado en medio de una quebrada, cuyas aguas ácidas drenan al río Mantaro.



Foto N° 150 Vista de la actividad minera aurífera con dragas en el río Madre de Dios.



Foto N° 151 Dos vistas de la actividad minera aurífera artesanal en el río Madre de Dios.

En cuanto a zonas de humedales, con el crecimiento de la población urbana y rural, además del incremento de las actividades productivas, las amenazas sobre los humedales se están incrementando de manera alarmante. De esta manera, el impacto que afecta a estos ecosistemas podría en un futuro cercano, tener efectos irreversibles (Ej. Pantanos de Villa, Puerto Viejo, Cerro Azul, Reserva de Paracas). Los humedales están sufriendo una reducción del área, por acción de los pobladores e industriales al invadirlos arrojando desmonte, y por la contaminación mediante el volcado de residuos urbanos e industriales y/o crecimiento urbano acelerado, con la alteración de las fuentes hídricas de abastecimiento.

Los principales problemas que se presentan son: desecación y reducción de las áreas, sobreexplotación de los recursos (en el caso de extracción de totora) restringiendo las áreas de refugio y nidificación de numerosas especies que dependen de estos hábitats, contaminación de las aguas por residuos de productos agrícolas, urbanos, mineros y detergentes, ausencia de información acerca del sistema de los humedales, en la mayoría de éstos. La caza furtiva también está alcanzando dimensiones cada vez más peligrosas, generando la reducción de las poblaciones de algunas especies silvestres, principalmente aves acuáticas.

Entre los beneficios directos más significativos de los humedales de esta región se destaca la producción artesanal de totora, en la cual se rescatan tecnologías de uso tradicional; la pesca para consumo humano que se convierte en una fuente importante de proteína animal, y el turismo. Entre los beneficios indirectos podemos nombrar: el almacenamiento de agua, el control de inundaciones, el mantenimiento de las napas freáticas para la agricultura, la estabilización de la línea costera y la absorción de contaminantes.

Uno de los métodos utilizados en las evaluaciones del impacto ambiental, incluye el estudio y definición de las variables o parámetros ambientales que constituyen la «**Línea de base ambiental**», dentro de los cuales, los indicadores geológicos miden los eventos catastróficos y aquellos que son más graduales; la medición de impactos y la aplicación, seguimiento y monitoreo.

Por otro lado, para minimizar los daños ambientales ocasionados por antiguas operaciones mineras, muchas de las cuales están abandonadas, el Ministerio de Energía y Minas a través de la Dirección General de Asuntos Ambientales ha elaborado estudios y proyectos para emprender la rehabilitación de áreas afectadas a través de Evaluaciones Ambientales Territoriales (EVATs), habiendo realizado en la Franja N°3 las EVATs de Madre de Dios, y el estudio de las cuencas de los ríos Mantaro y Rímac.

11.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS EN LA FRANJA N° 3

El Perú cuenta con una serie de reservas naturales, agrupadas dentro del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (SINANPE), con cerca de 12 000 000

de hectáreas (14,64 % del territorio nacional), las cuales intentan cubrir las muestras representativas más importantes de la diversidad biológica del país, así como de la diversidad cultural (culturas prehispánicas y civilizaciones ancestrales).

En la Franja N° 3 existen diversas categorías de uso, desde áreas intangibles hasta el desarrollo sostenible de áreas de reserva, como se señala a continuación: (Lámina N° 17):

- Dos **Parques Nacionales**: Manu (Cusco y Madre de Dios) y Bahuaja-Sonene (Puno y Madre de Dios)
- Parte de **Una Reserva Nacional**: Paracas (Ica)
- Un **Santuario Nacional**: Ampay (Apurímac)
- Dos **Santuarios Históricos**: Machu Picchu (Cusco) y Pampas de Ayacucho (Ayacucho).
- Cinco **Zonas Reservadas**: Manu (Madre de Dios), Apurímac (Apurímac) y Tambopata-Candamo (Madre de Dios), Alto Cañete y Cochas Pachacayo y Pantanos de Villa (Lima).
- Una **Reserva Paisajística**: Nor Yauyos, de reciente creación.
- Una **Reserva Comunal**: Amarakaeri, de reciente creación.

11.2.1 Parque Nacional del Manu

Comprende una superficie de 1 881 200 ha, está ubicada en los departamentos de Cusco y Madre de Dios. Fue establecida como Reserva de Biosfera del Manu, por la UNESCO el 1° de marzo de 1977, una de las áreas más importantes del mundo para la conservación de bosques tropicales amazónicos. En diciembre de 1987 fue incluido en la lista del Patrimonio Mundial.

Recientemente, fue ampliado en más de 200 mil has, luego de que el gobierno resolviera la incorporación a su territorio de la mayor parte de la Zona Reservada del Manu y tierras contiguas registradas a nombre del INRENA.

La medida fue dispuesta, mediante el DS 045-2002-AG, promulgado el 15 de julio del 2002, con la finalidad de conservar la biodiversidad del bosque subtropical amazónico, la totalidad de la cuenca del río Manu y toda su extensión ribereña en una sola unidad.

En el Parque Nacional del Manu, existe la mayor riqueza biológica del mundo, con cientos de especies de aves, monos, felinos, reptiles y peces, así como una asombrosa variedad de plantas y flores. La biodiversidad del Manu es tal que la ciencia apenas ha comenzado a conocerla y clasificarla. Se han encontrado más de 250 especies de árboles en una sola hectárea.

Reconocido como «Patrimonio Natural de la Humanidad» y «Reserva de Biosferas» por la UNESCO, el Manu es una muestra de selva intacta, amazonía virgen lejos de la «Civilización».

La reserva comprende tres partes: a) **La Zona Núcleo**, que es el Parque Nacional del Manu, destinada a la protección intangible de los recursos biológicos (vida silvestre) y la integridad cultural de sus poblaciones indígenas. B) **La Zona de Amortiguación**, corresponde a la **Zona Reservada del Manu**, es una zona tapón o de amortiguamiento de la reserva; constituye también un área natural protegida ligada en su administración y manejo al Parque Nacional del Manu, por lo que es considerada estratégicamente como una unidad de conservación, destinada para uso turístico e investigación. C) **Zona de Transición o Zona de Uso Múltiple**, es la Zona Cultural, donde existen asentamientos humanos (generalmente colonos andinos).

11.2.2 Parque Nacional Bahuaja-Sonene

Está ubicado en los departamentos de Madre de Dios y Puno, provincias de Tambopata y Sandía, respectivamente, abarcando una superficie de 1 091 416 ha de lo que era el Santuario Nacional Pampas del Heath y parte de la Zona Reservada Tambopata-Candamo. Fue legalmente establecido en setiembre del 2000. Su nombre, en lengua nativa Ese'ejá, es el de los ríos cuyas cuencas protege: el Tambopata y el Heath. Conforman un área fronteriza con el Parque Nacional Madidi en Bolivia.

Alberga poblaciones intactas de varias especies de fauna silvestre amenazadas como: la nutria gigante o lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), el perro de monte (*Speothos venaticus*), el caimán negro (*Melanosuchus niger*) y el águila harpía (*Harpia harpyja*). Al igual que en la Zona Reservada Tambopata-Candamo, en esta área existe amplia diversidad de aves e insectos como mariposas, libélulas y hormigas arbóreas. También protege la única muestra existente en el Perú de las denominadas **pampas o sabanas húmedas tropicales** y las especies representativas de fauna silvestre que se encuentran en dicho ecosistema: el ciervo de los pantanos (*Blastocerus dichotomus*) y el lobo de crin (*Chrysocyon brachyurus*), que no existen en otros lugares del país.

El río Heath y sus pampas constituyen un ecosistema único en el Perú. Este río además de dar acceso a las famosas Pampas del Heath, presenta una gran extensión de terrazas arcillosas que parecen estar asociadas a las colpas de guacamayos y otros animales. Las pampas en aproximadamente 8 000 ha son pastizales inundables periódicamente que se regeneran por incendios ocasionales en la temporada seca. El origen y edad de las pampas son desconocidos, pero su futuro se asocia a los fuegos periódicos. Los pastizales que se regeneran en las pampas no consumidas por el fuego, son de corto período de duración.

Entre los objetivos principales del Parque Nacional Bahuaja-Sonene están:

- Conservar las bellezas paisajísticas de la selva sur.
- Proteger la única muestra existente en el Perú de las sabanas húmedas tropicales con su flora y fauna silvestres, especialmente el ciervo de los pantanos y el lobo de crin.

1 1.2.3 Reserva Nacional de Paracas

El sector norte de la Reserva Nacional de Paracas se encuentra dentro de la Franja N° 3; de las 335 000 ha que conforman la reserva (entre la península de Paracas y Punta Morro Quemado), el 30% es tierra firme e islas y el 70% aguas marinas. Es la única reservación de la costa peruana que incluye territorio marino, y se caracteriza por proteger la abundante fauna marina que allí habita: lobos marinos, cetáceos, tortugas, chungungos y más de 200 especies de aves. Además, se conservan importantes vestigios arqueológicos de la cultura Paracas. También es una Reserva Regional para Aves Migratorias, dentro de la Convención RAMSAR, para la conservación de humedales de importancia internacional.

Se localiza entre los paralelos 13° 47' a 14° 17' latitud sur y 76° 30' a 76° 00' longitud oeste, con una longitud en línea recta de 72 km y un ancho máximo en línea recta de 53 km.

La península de Paracas está situada en una zona marítima excepcionalmente rica, cuyos afloramientos de aguas extremadamente frías producen gran abundancia de plancton que nutre a peces, crustáceos y moluscos.

El potencial turístico y educativo de Paracas es inestimable. En la Reserva se puede visitar lugares muy bellos: la bahía de Lagunilla, los salares de Otuma, la bahía de la Independencia y el Candelabro, que es un inmenso monumento excavado en la arena, visible desde el mar. Una visita a las islas Ballestas constituye una experiencia equivalente a recorrer un zoológico natural y viviente.

1 1.2.4 Reserva Nacional Tambopata-Candamo

Fue declarada reserva nacional mediante Decreto Supremo N° 048-2000-AG, como resultado de la propuesta del Comité Planificador de la Zona Reservada Tambopata-Candamo. Esta propuesta fue elaborada dentro del marco del «Proyecto de Conservación de los Ecosistemas Tropicales y uso sostenible de los recursos naturales dentro de la Zona Reservada Tambopata-Candamo». También se determina la superficie de una Zona de Amortiguamiento tanto de la Reserva Nacional Tambopata como del Parque Nacional Bahuaja-Sonene, conformada por 271 582 ha excluidas de la Zona Reservada Tambopata-Candamo.

Tiene una superficie de 274 690 ha y está ubicada en el departamento de Madre de Dios, provincia de Tambopata y en el departamento de Puno (provincias de Carabaya y Sandía).

Junto con el Parque Nacional del Manu, son las áreas más estudiadas de la Amazonía peruana. En Tambopata-Candamo se ha registrado la más amplia diversidad en aves (575 sp.), mariposas (1 200 sp.), libélulas (103 sp.) y hormigas arbóreas (135 sp.). Asimismo, se tienen registros de mamíferos (103 sp.), anfibios (más de 60 sp.), reptiles (67 sp. entre culebras, tortugas, cocodrilos y lagartijas) y peces (94 sp.).

También se encuentran poblaciones de varias especies en extinción tales como el lobo de río (*Pteronura brasiliensis*), el perro de monte (*Speothos venaticus*), el caimán negro (*Melanosuchus niger*) y el águila harpía (*Harpia harpyja*), entre otras.

Esta zona presenta diversos tipos de vegetación en medio de llanuras de inundación, y llanuras de sedimentación (aguajales, bosque de terrazas, bosque de galerías, entre otros), colinas (bosque de piedemonte, bosque de colinas, entre otros) y de montañas (bosque de montañas altas y bajas).

Se accede a esta zona reservada, navegando en dirección sur por el río Tambopata. El primer punto de interés es la comunidad nativa de Infierno, asentamiento de los nativos Ese'jea. Alrededor de 8 horas río arriba se encuentra la famosa *collpa* de Guacamayos, y el Parque Nacional Bahuaja-Sonene, creado en 1996. Existen extensos castañales, algunos lagos de gran belleza y varios albergues turísticos.

Algunos de los principales objetivos de la Zona Reservada de Tambopata-Candamo son:

- Conservar la flora y fauna silvestre, así como sus bellezas paisajísticas.
- Proteger, conservar y evaluar los recursos naturales y culturales de la zona.
- Investigar el uso potencial de los recursos naturales y la participación de su población en el manejo de esos recursos como alternativa para un desarrollo sostenible en el suroriente peruano.
- Proteger las tierras con alto riesgo de erosión, para asegurar así la continuidad de las actividades agropecuarias y forestales.
- Promover la conservación de los recursos naturales existentes, para lo cual se requiere la integración de los tres pilares fundamentales en los que se sustenta la conservación: 1) mantener los procesos ecológicos existentes; 2) preservar la diversidad; y 3) utilizar los recursos en forma sostenible.

11.2.5 Santuario Nacional de Ampay

El Santuario Nacional Ampay es una área biológica ubicada en la sierra del departamento de Apurímac (distrito de Tamburco, provincia de Abancay), entre las coordenadas 13° 33' latitud sur y 72° 51' de longitud oeste, lado sur del nevado de Ampay, que forma parte del concatenamiento de picos aovados de la Cordillera de Vilcabamba y los Andes Surorientales del Perú.

Fue oficializada como Unidad de Conservación dentro de la categoría de «**Santuario Nacional**», el 23 de julio de 1987, y posteriormente en 1993, integrada al Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, teniendo como objetivos:

- Conservar con carácter de intangible especies de flora y fauna endémica, en especial la Intimpa (**Podocarpus glomeratus DON**), único género de conífera sudamericana en el Perú, en proceso de extinción.
- Proteger los recursos suelo y agua en la cuenca hidrográfica del río Pachachaca, garantizando la estabilidad de las tierras y el normal aprovisionamiento de agua para los asentamientos humanos y el desarrollo agrario de la parte baja de la cuenca.
- Conservar las especies de fauna y flora silvestre que constituyen un valioso potencial biótico con miras a favorecer el progreso económico de la región.
- Proteger, conservar y restaurar la belleza paisajística de la zona.
- Conservar sus formaciones geológicas, geomorfológicas y fisiográficas.
- Promover el desarrollo de acciones de educación ambiental e impulsar el turismo, con igual propósito.

El macizo del Ampay está compuesto en la parte alta por afloramientos rocosos que sostienen el aparato glaciar. Al pie del nevado existen *depresiones lagunares*, igual que en el flanco sur, en altitudes más bajas. También existen otras depresiones con rasgos de lagunas desaparecidas.

En el paisaje resaltan las *morrenas glaciares*, indicadoras de la extensión antigua de la nieve perpetua, así como formaciones geomorfológicas con *Karst*. Conforman parte de la Cordillera de Vilcabamba (Cordillera Oriental). Litológicamente está constituido por rocas del Paleozoico y depósitos del Cuaternario. Los terrenos paleozoicos corresponden al Grupo Copacabana del Pérmico, constituido por calizas gris-azuladas o blanquecinas fosilíferas intercaladas con lutitas y margas; y al grupo *Mitu* del Permiano medio y superior, con depósitos continentales rojos compuestos por areniscas y lutitas arenosas rojas, conglomerados intercalados, con bancos andesíticos, que sobreyacen al Grupo Copacabana que aflora en las estribaciones del Ampay observándose con mayor claridad en el sector de Sahuanay.

El Cuaternario más antiguo se trasladó a la base del nevado debido a aluviones de diversa magnitud, generando una planicie conocida como «*caliche*», por su composición calcárea y el grado incipiente de compactación, donde se asienta la ciudad de Abancay y otros poblados.

Las rocas calizas son las que más abundan de diferente grosor, afloran en varios sitios del flanco sur y occidental. Los afloramientos muestran diferentes formaciones de tipo *karst*. Los bancos de calizas, contienen abundante resto fósil de animales y plantas marinas como braquiópodos, gasterópodos, foraminíferos grandes (*Pseudoschwageriana*), fusulinas, corales, conchas de *Lamelibranchios crinoideos*, *Dictyolatus inca*, corales, ta-

llos de lirios marinos (*Equino dermatata*) etc. En las lutitas negras se pueden encontrar restos de vegetales fosilizados como helechos y cortezas de árboles (*Lepidodendron sp.*).

El Ampay, a pesar de ser un nevado pequeño y casi insignificante en comparación con la Cordillera de Vilcabamba, reúne la mayoría de las manifestaciones glaciológicas características de los Andes peruanos. Producto de la glaciación pleistocénica, pertenece por su clasificación, a la categoría de glaciares subtropicales y dentro de ella, a la subclase de los llamados *nevados de pendiente*. Como todos los glaciares, está sujeto al fenómeno de la *ablación*, es decir a la erosión glaciológica. La zona de ablación se encuentra en el límite inferior o «frente» del glaciar y está conformada por varias lenguas glaciares con sus características morrenas laterales y terminales.

El sistema hídrico está integrado por los riachuelos F'accha, al lado este; Sahuanay y Ullpuhuayq'o al lado sur y Ñacchero hacia el oeste. En las cabeceras existen manantes provenientes del deshielo del nevado. El comportamiento volumétrico de las aguas es estacional y tiene su mayor caudal durante la época pluvial de enero a marzo. El nevado Ampay, con su enorme masa de hielo y nieve perpetua, da origen a varias lagunas diseminadas en las estribaciones de la montaña. La mayoría de ellas se encuentran en el flanco sur del área protegida, destacándose por sus dimensiones y belleza paisajística las denominadas: «Laguna Chica» y «Laguna Grande». La laguna chica es conocida como laguna «Angasq'ocha», voz quechua que puede interpretarse como «laguna de los flancos», probablemente llamada así por encontrarse dentro de una hoyada, que hace que sus bordes sean casi perpendiculares. Su ubicación en pleno bosque de intimpas la dota de una belleza singular. El vaso de esta laguna glaciar, de 80 m de largo y 40 m ancho, ocupa una depresión sobre los 3 200 msnm y está asentada sobre depósitos morrénicos calcáreos. Los flancos escarpados, que dan origen a su nombre, se sitúan en los lados este y oeste y están cubiertos por una verde floresta con predominio de intimpas, que reflejan sus copas en el espejo de la laguna de aproximadamente 20 000 m². El color de sus aguas varía entre diferentes tonalidades de verde según la época del año y la luz del sol.

La laguna grande o también llamada *Uspaq'ocha* del vocablo Uspa (ceniza) y Q'ocha (laguna), metáfora despectiva de origen quechua que podría entenderse como «inservible», probablemente por su falta de desagüe y que no le permite ser utilizada como fuente de riego. Se ubica a 400 m sobre la Laguna Chica, en dirección noreste (a 3 750 msnm). Tiene forma de herradura, mide 450 m de largo y 150 m de ancho, con una extensión aproximada de 52 000 m² y de ocho a diez metros de profundidad en época de lluvias.

El vaso lagunar está constituido por un depósito morrénico de material calcáreo. La morrena proviene de la última glaciación del nevado Ampay. En la estación lluviosa llega a acumular hasta 500 000 m³, pero en época de estiaje desciende hasta la quinta parte. En años lluviosos el espejo de sus aguas alcanza hasta 83 998 metros cuadrados de extensión.

Hay presencia de aves acuáticas como la huallata o ganso andino (*Cloephaga melanoptera*), así como de varias especies de patos y gaviotas andinos, entre ellos el pato sutro (*Anas flavirostris*), uno de los habitantes más comunes de las lagunas del Ampay.

La flora del Santuario está representada por más de 500 especies, de las cuales 340 se encuentran registradas, especialmente las situadas entre los 2 900 y 3 500 msnm. Este piso altitudinal pertenece a la formación ecológica «Bosque Montano Húmedo». Su floresta está dominada por la intimpa, símbolo forestal del Santuario y de la ciudad de Abancay. La palabra intimpa se origina de las voces quechuas *inti* = sol y *pa* = árbol. Es un árbol del orden de las *Coníferas*, de la familia *Podocarpaceae* (de origen asiático), del género *Podocarpus* y de la especie *Podocarpus glomeratus* DON. Alcanza hasta 15 m de altura y 3 m de diámetro en plantas adultas y antiguas. Un inventario realizado en 1988 reveló un diámetro (DAP) máximo de 220 cm.

En la macrofauna del Ampay se registran 12 especies de mamíferos silvestres, pertenecientes a 8 familias. Los más pequeños son roedores: el poronccoe (*Cavia tschudii*) y la vizcacha (*Lagidium peruvianum*), que habitan en los pajonales y roquedales, sobre los 3 700 msnm. Entre los félidos destaca: el puma (*Felis concolor*) y de los grandes fitófagos están presentes el luichu (*Odocoileus virginianus*) y la taruca (*Hipopocamelus antisimensis*). En las partes poco accesibles de las laderas del río Pachachaca todavía existen algunos ejemplares de osos de anteojos (*Tremarctos ornatus*). El bosque brinda alimento y protección a gran cantidad de aves, (un centenar de especies de aves), que se clasifican taxonómicamente en 29 familias, entre las que destaca una especie endémica llamada *Synallaxis courseni* que pertenece a la Familia *Furnaridae*.

Los representantes más vistosos de la avifauna del Ampay son las diversas especies de colibríes, como el siwar k'ente (*Colibri coruscans*), una de las especies de Trochilidos que habitan el bosque, polinizando las flores.

En lo referente a reptiles, sólo se ha encontrado una especie de serpiente andina, la pata-pata (*Tachimenis peruviana*), cuya mordedura no tiene efecto nocivo en el ser humano.

Numerosas evidencias arqueológicas en las inmediaciones del Ampay, como los sitios de Gentilcorral, Q'acsa, Trujipata e Imponeda y en el mismo territorio del Santuario, nos indican que el hombre habitó en la zona mucho antes de la llegada de los españoles.

En el área y periferia del Santuario abundan vestigios de inhumaciones precolombinas, en su mayoría de la época preincaica; generalmente en colcas (almacenes de los productos de las cosechas y de semillas), ubicadas en cuevas, abrigos rocosos o simplemente debajo de rocas grandes. Estas tumbas, muros de antigua andenería, restos de cerámica, puntas de obsidiana, fragmentos de osamenta de camélidos, así como pinturas rupestres del sector «Llamayoq» (Huanipaca) y antiguos corrales de pastoreo ubicados en la vertiente occidental del Ampay, son evidencia de la remota y densa presencia humana prehispánica en el territorio del Santuario y sus alrededores, sólo compatible con el uso racional de los recursos naturales de la zona.

Exploraciones hechas entre 1987 y 1988 detectaron lugares con arte rupestre en un sitio llamado Llamayoq en la vertiente septentrional del Ampay, ubicado a 3 850 msnm, en el sector Pacopata, cerca del caserío Parhuani, que lleva a Huanipaca. Aquí se encuentran pintados en rojo seis camélidos. Lo interesante de las pinturas de Llamayoq no son en sí las representaciones pictóricas, que son muy sencillas, su valor es testimonial de una actividad económica prehispánica, que durante la colonia parece haber sido abandonada por completo en el ámbito del Ampay y quizás en toda la provincia de Abancay: la crianza de llamas y alpacas para la obtención de lana, carne y capacidad de carga. Se supone que Llamayoq, antiguamente ubicada a corta distancia de las nieves perpetuas (en los últimos siglos la capa de hielo del Ampay ha retrocedido varios centenares de metros), era un lugar ceremonial donde invocaban al Apu Ampay para que otorgara fertilidad a sus rebaños.

LAS GRUTAS DE ANGASQ'OCHA: Las formaciones rocosas del Ampay de tipo kárstico principalmente, por la erosión subterránea han provocado la formación de grietas profundas, que en varios lugares de la vertiente sur del nevado obtuvieron carácter de grutas o cavernas. Su utilización para fines rituales lo atestigua el material asociado, constituido principalmente por una gran acumulación de tiestos de ollas. En medio de una cámara natural subterránea, cubierta de estalactitas y estalagmitas, se han encontrado dos piezas de cerámica casi intactas. Aparte de la cerámica, en el fondo de algunas grietas se encontraron restos óseos, que pueden ser de animales sacrificados como parte de las ofrendas al Apu Ampay.

GENTILCORRAL: Son restos arqueológicos ubicados al oeste del Santuario en el sector Qasqsa, a 4 050 msnm, y a 17 km de la ciudad de Abancay. Fueron estudiados por la arqueóloga abanquina Gladys Lagos a comienzos de los años noventa y representan, según su opinión, un complejo precolombino de viviendas y corrales, en donde se encerraban camélidos. En la actualidad, estos corrales son reutilizados por los lugareños, para el ganado vacuno y ovino.

CASCADA DE F'ACCHA: Bella cascada de F'accha, a 3 100 msnm. Cae de un peñón de unos 50 m de altura, derivándose sus aguas de la laguna permanente Yurajccasa, ubicada a 3 600 msnm, en el sector F'accha en la puna del Ampay.

11.2.6 Santuario Histórico de Machu Picchu

El Santuario Histórico de Machu Picchu es una Área Natural Protegida por el estado peruano mediante el Decreto Supremo N° 001-81-AA del 08 de enero de 1981. Nace así, sobre una superficie de 32 592 ha. Posteriormente, a solicitud del Gobierno Peruano, el Comité de Patrimonio Mundial de la UNESCO, lo declara, bajo los términos de la Convención de Patrimonio Mundial, Sitio de Patrimonio Mundial Cultural y Natural de la Humanidad, inscribiéndolo como tal con el Registro N° 54, el 9 de diciembre de 1983.

Está ubicado en el departamento de Cusco, sobre una superficie de 32 592 ha. Presenta muchas características que lo justifican como tal, ya que se encuentra en una

posición geográfica considerada como una zona de interacción andino amazónica, resguardado por las cadenas de nevados del Salcantay al sur y la Verónica al norte. Medio ambiente único, ya que internamente su configuración geomorfológica accidentada, y la acción de la cuenca hidrográfica del río Vilcanota (Urubamba), permitieron el desarrollo de ecosistemas especiales; determinando que el área del Santuario presente hasta diez Zonas de Vida de acuerdo al Sistema Internacional de Holdridge, es decir desde la zona Nival en secuencia altitudinal hasta el Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical.

De otro lado, como factor de primer orden paralelo al entorno natural, presenta también muestras del trabajo humano prehispánico, al poseer en gran parte de su territorio tesoros arqueológicos y culturales que son admiración del mundo entero.

Estos dos factores, tanto el cultural como el natural se suman de manera admirable para formar conjuntos cuya belleza escénica no tiene precedentes.

Aquí se encuentra ubicada la misteriosa Ciudad Inca de Machu Picchu, la cual fue descubierta científicamente por el historiador Hiram Bingham en 1911. A partir de 1912 se inicia el desarrollo de excavaciones arqueológicas y en 1950 las actividades turísticas con el consiguiente desarrollo de infraestructura y servicios. A los valores naturales y a los monumentos arqueológicos se adicionan aspectos históricos, culturales, religiosos y místicos

Dentro del Santuario Histórico de Machu Picchu, además de la misma ciudadela inca, se encuentran numerosos sitios y monumentos arqueológicos de alto valor histórico y cultural, tales como Inca Raq'ay, Intiwatana, Intipata, Choquesuysuy, Chachabamba, Wiñaywayna, Phuyupatamarca, Sayacmarka, Runkurraq'ay, Weyllabamba, Torontoy, Waynaq'ente, Machuq'ente, Q'ente, Qoriwayrachiwa, Pulpituyoc, Patallacta y Palcay, asociados a complejos y sorprendentes sistemas de riego y de andenerías para cultivos y de caminos que enlazan a todos ellos, todo lo cual expresa el alto grado de desarrollo de los antiguos peruanos. Entre ellos se tienen: **Quillabamba, Salapunku, Q'anabamba, Wayraqpunku, Retamal, Chachabamba y Choquesuysuy.**

El entorno paisajístico donde se ubica la ciudadela y demás monumentos, está marcado por el cañón del Urubamba, rodeado de empinadas montañas cubiertas de bosques, a los que se suman nevados y punas de los cuales descienden hacia el río principal, diversos afluentes, crean el hábitat propicio para diversas formaciones vegetales y para especies de fauna silvestre a ellas asociadas.

La flora silvestre de esta región es particularmente diversa ya que comprende especies de 9 zonas de vida. Alberga un 10% de especies de flora y un 20% de fauna existente en el Perú, entre los 2 000 y 4 000 msnm. Los caminos incas están adornados con flores, más de 420 variedades de orquídeas; begonias; malváceas entre otras familias: así como árboles y arbustos como la geuña (*Polilepis racemosa*), el pisonay (*Erythrina falcata*), entre otros. Asimismo, éste alberga a una fauna de lo más diversa. Encontramos en sus bosques a varias de las más de 400 especies de aves registradas en el Santuario, como el gallito de las rocas (*Rupicola peruviana*), pava de monte (*Penelope montagni*). En los ríos está el patito de los torrentes

(*Merganetta armata*) y sobrevolando este espacio único, el cóndor (*Vultur gryphus*) y como ave endémica el cucarachero inka (*Thyothorus eisenmanni*). También se puede observar al oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*), al puma (*Puma concolor*) y al venado enano (*Mazama chunyi*). Reptiles, batracios e insectos se hacen notar fácilmente.

Domina el paisaje del santuario el majestuoso Salkantay (6 271 msnm), la mayor montaña nevada de la Cordillera de Vilcanota, venerada por los pobladores locales como Apu o divinidad tutelar.

Machu Picchu combina la majestuosidad de un escenario natural de gran belleza con el atractivo de los restos prehispánicos más famosos del mundo.

11.2.7 Santuario Histórico Pampas de Ayacucho

Fue establecido el 14 de agosto de 1980, en una extensión de 300 ha ubicadas en la provincia de Huamanga, con los siguientes objetivos:

- Proteger el patrimonio natural e histórico del escenario de la batalla de Ayacucho.
- Conservar las manifestaciones culturales y artesanales de las poblaciones aledañas.
- Brindar facilidades para que el público utilice el área para su recreación y cultura.
- Mejorar y ampliar el circuito turístico de Ayacucho - Ruinas de Wari - Quinua Pampa de Ayacucho.

En las cercanías del santuario se encuentran ruinas preincaicas de la cultura Wari, que se desarrolló entre los años 500 y 1 000 de nuestra era, cultura que se extendió por un amplio territorio que abarcó hasta los departamentos de Cajamarca y Lambayeque por el norte y Cusco con Arequipa por el sur.

También se pueden apreciar aves como la perdiz de puna (*Tinamotis pentlandii*), la perdiz serrana (*Nothoprocta pentlandii*), la huallata (*Chloephaga melanoptera*), el guarahuau (*Phalcoboenus megalopterus*), el lique lique (*Vanellus resplendens*) y el kulle kulle (*Attagis gayi*). La flora silvestre está representada por diversas plantas nativas, entre las que destacan el trébol silvestre (*Trifolium amabile*), el pinco pinco (*Ephedra americana*), el llantén (*Plantago sp.*) y el peccoy (*Stipa ichu*). Asimismo, podemos mencionar pastos como *Calamagrostis sp.*, *Poa sp.* y *Alchemilla pinnata*.

11.2.8 Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas

El 3 de junio del 2001 mediante el D.S.N° 033-2001-AG, se declaró la «Reserva Paisajística Nor-Yauyos-Cochas», primera reserva natural de esta categoría en el país. Se

ubica entre los departamentos de Lima y Junín, con una extensión que bordea las 222 mil hectáreas en las cuencas de los ríos Cañete y Pachacayo. Se caracteriza por una geografía muy quebrada, baja densidad poblacional y una economía de producción para el autoconsumo con venta esporádica de algunos excedentes.

De acuerdo con la clasificación de Holdrige (INRENA), se han identificado 5 zonas de vida con diferentes características de precipitación, temperatura y vegetación. La mayor parte de la zona del Nor-Yauyos consiste en «páramo muy húmedo-subalpino tropical» y «tundra pluvial-alpino tropical».

Cuenta con una flora muy variada de especies de fitoplancton, herbáceas, arbustos y árboles. Muchas especies silvestres se usan tradicionalmente como alimento, medicina, tinte, leña, etc. Existen diferentes tipos de suelos y según CODENY (1999) y ONERN (1989) se pueden diferenciar 17 subclases de suelos tomando en cuenta sus características de uso mayor, incluyendo parámetros básicos morfológicos y fisicoquímicos. Las familias campesinas de las comunidades agropastorales manejan entre 5 y 25 diferentes parcelas de cultivo durante la campaña agrícola.

Históricamente la zona es sumamente rica, habiendo muchas evidencias que indican el avanzado desarrollo agrícola que han llegado a tener los antiguos Yauyos. El Nor-Yauyos está dotado de ruinas, canales y andenes pre-incaicas. La cultura Yauyos era guerrera y llegó a dominar el valle de Santa Eulalia y una parte del Rímac. Sus espacios de vida constituían auténticos archipiélagos verticales. Hablaban un conjunto de dialectos de la lengua Aru, del cual hoy en día sobrevive el Jaqaru. La rica y antigua tradición agrícola del Nor-Yauyos en combinación con los rasgos culturales muy propios de la cultura Yauyos indudablemente han aportado a la crianza de una agrobiodiversidad local con un nivel de uso y una cosmovisión inherente, diferentes al resto del Perú.

11.2.9 Reserva Comunal de Amarakaeri

Amarakaeri está situada entre los ríos Karene y Alto Madre de Dios, en la provincia de Manu, y está habitada por más de 2 000 habitantes de siete comunidades de Harakmbut, uno de los pueblos indígenas originarios de Madre de Dios, que será la directamente beneficiada con el manejo sostenible de esta área protegida. La mayor parte de su extenso territorio comprende bosques tropicales desde el pie de los Andes a 2 000 msnm hasta la Selva Baja. La variedad y riqueza de su fauna y flora silvestre hicieron que en 1977 el Fondo de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) declarase a una parte de este territorio como Reserva de la Biosfera.

El 7 de julio del 2000, el Perú declaró Zona Reservada a una área de 419 139 ha, atendiendo la propuesta de las comunidades indígenas Harakmbut, con el fin de conservar la supervivencia étnica y cultural así como la conservación de la flora y fauna silvestre, de las cuencas de los ríos Madre de Dios y Karene. Se ubica entre los parques nacionales del Manu y de Bahuaja-Sonene, y alberga, desde tiempos inmemoriales, a pobladores

indígenas pertenecientes a siete familias lingüísticas. La población local, los harakmbuts o amarakaeris, sumaba -hace seis décadas- 30 mil personas. La propuesta para el establecimiento de la zona reservada fue planteada por sus organizaciones, a fin de asegurar su supervivencia y la de su hábitat, evitando una colonización descontrolada. Recientemente con D.S. N° 031-2002 la zona reservada pasó a ser la Reserva Comunal Amarakeri, con un recorte de 419 139 a 403 335,62 ha.

Sus bosques tropicales no sólo son el refugio de las más variadas especies de flora y fauna en peligro de extinción, sino que también poseen una importante riqueza de interés ecológico y cultural de los pobladores indígenas harakmbut.

En Amarakaeri (nombre que responde a un subgrupo de nativos harakmbut) habitan más de 40 especies en peligro de extinción. Entre los mamíferos se encuentra el oso de anteojos, jaguar, lobo de río, armadillo gigante, la maquisapa, el mono choro, el machín negro y el blanco y el puma. Entre las aves el águila negra, ave espátula rosada, la cigüeña, manshaco y una gran variedad de guacamayos y loros. Entre los reptiles el lagarto enano, la tortuga taricaya, la anaconda, otras variedades de caimanes y ofidios.

Esta reserva, por su importancia y ubicación estratégica, está destinada a convertirse, junto a otras cuatro áreas naturales protegidas de la Amazonía peruana y una zona protegida de Bolivia (Parque Nacional Madidi), en parte de un importante corredor biológico, con características únicas en el mundo.

Pero Amarakaeri es mucho más que un refugio natural de biodiversidad. Este territorio guarda lugares sagrados para la historia de los harakmbut: las comunidades nativas de Shintuya, Diamante, San José de Karene, Barranco Chico, Shipetiare, Puerto Luz y Boca Isiriqe son tumbas de grandes jefes y zonas que encierran el legado histórico de sus antepasados que por su importancia etnocultural el Estado considera de gran valor para su preservación.

11.2.10 Zona Reservada del Apurímac

Se estableció el 28 de abril de 1988. Ocupa parte de los departamentos de Junín y Cusco, en las provincias de Satipo y La Convención, respectivamente.

Tiene una extensión de 1 669 200 ha, comprende la Cordillera de Vilcabamba, entre los ríos Tambo, Apurímac y Ene. Es importante por su aislamiento geográfico por encima de los 1500 m.

En ella habita un gran número de aves y peces continentales endémicos. Asimismo tiene una gran importancia florística debido a su ubicación geográfica aislada, presentando especies endémicas, bosques montanos y premontanos relativamente intactos. Está habitada por poblaciones indígenas importantes e incluye sitios de gran valor arqueológico.

lógico, pero está sujeta a presiones de colonización, caza, agricultura y explotación maderera.

El objetivo principal de la Zona Reservada del Apurímac es:

- Conservar y proteger muestras representativas del bosque húmedo de la selva central de la cordillera de Vilcabamba, y
- Promover la investigación científica en esta zona que, por su aislamiento geográfico, ha sido poco estudiada.

Parte de la zona reservada de Apurímac es cruzada por el gaseoducto de Camisea que se encuentra actualmente en construcción.

Recientemente se le ha categorizado por D.S. N° 003-2003-AG como Parque Nacional Otishi, disponiendo asimismo la creación y delimitación de dos reservas comunales adyacentes: la Reserva Comunal Ashaninka (184 468,38 ha) y la Reserva Comunal Machiguenga (218 905,63 ha). La finalidad de las reservas comunales es conservar la flora y fauna silvestres en beneficio de las poblaciones nativas, mientras que la creación del Parque Nacional Otishi está orientada a conservar las muestras representativas de la diversidad biológica natural y de sus grandes unidades ecológicas existentes en su territorio.

11.2.11 Zona Reservada de los Pantanos de Villa

Está ubicada en el distrito de Chorrillos, entre los kilómetros 19 y 21 de la Carretera Panamericana Sur, muy cerca de Lima y fue establecida mediante R.M. N° 00144-89-AG, el 07 de junio de 1989. Se trata de una zona pantanosa con canales de agua y densos totorales, de aproximadamente 396 ha, conocida como los Pantanos de Villa, formada por gramadales, totorales, juncuales, zona de arbustos, lagunas, litoral, charcos, terrenos fangosos, arenales y zonas desérticas.

Años atrás tuvo una extensión mucho mayor, que albergaba a una interesante fauna acuática, sin embargo el crecimiento de la ciudad desde la década de los setenta, hasta la actualidad, ha afectado importantes extensiones de este ecosistema, principalmente debido al drenaje de una parte de los pantanos que ha sido parcelada y urbanizada (invasión de su territorio, así como al arrojado de desmonte, basura y contaminación de sus aguas). En base a trabajos de campo recientes efectuados por el INRENA (R.M. N° 0909-2000-AG) se midió el perímetro en base a 66 vértices, obteniéndose un área de 263,27 ha.

La abundancia de aves es asombrosa. Las especies registradas hasta 1999 son: 84 (60 residentes y 24 migratorias), 14 especies de peces (5 nativas y 9 introducidas), 4 de reptiles, 3 de roedores, 2 de batracios, 80 de insectos, 7 de moluscos, 15 de nemátodos, 35 de protozoarios, 20 de rotíferos y 12 familias de arácnidos. Varias de las ocho especies de garzas (entre ellas la bueyera y la blanca real) cazan en sus aguas. Las gallaretas o pollas de agua retozan por miles. Han sido halladas varias especies de patos, de las diecinueve

de agua retozan por miles. Han sido halladas varias especies de patos, de las diecinueve que existen en el Perú. También 56 especies de plantas, 67 de algas y 49 de diatomeas.

Recientemente la zona de los Pantanos de Villa, ha sido considerada como uno de los principales ecosistemas del circuito Pacífico-Continental. El Perú ha incluido a los Pantanos de Villa dentro de los Convenios Internacionales de RAMSAR y Bonn. Es conocida como «zona reservada» y «santuario ecológico» ya que es un hábitat natural para una vasta diversidad de especies, alguna de ellas en peligro de extinción.

La importancia de los pantanos de Villa en el equilibrio del medio ambiente de la ciudad de Lima es, sin lugar a duda, vital. Esta zona de humedales es el más grande pulmón de oxígeno para una ciudad densamente poblada.

11.3 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO EN LA FRANJA N° 3

Existe un variado patrimonio de valor arqueológico y cultural que viene de nuestros antepasados (Lámina N° 17), que es necesario indicar y señalar a la comunidad que en ella reside y al país en general, de su existencia y conservación. Este patrimonio arqueológico es el siguiente:

11.3.1 Departamento de Cusco

MACHU PICCHU: Fue construida aproximadamente en el siglo XV, siendo los primeros en visitar estos restos arqueológicos los señores Gavino Chávez, Enrique Palma y Agustín Lizárraga, quienes dejaron grabados sus nombres en los muros de la ciudad, el 14 de Julio de 1901. Posteriormente en 1911 fue Hiram Bingham quien hizo el descubrimiento científico de este lugar apoyado por una expedición de la Universidad de Yale de USA y la Sociedad Geográfica Nacional. Este hallazgo fue por casualidad, pues Hiram Bingham estuvo buscando la ciudad de Vilcabamba que fue el último refugio de los incas y el último punto de resistencia contra los españoles.

Desde que Hiram Bingham «descubrió» Machu Picchu en 1911, el lugar ha captado la admiración del mundo entero y es quizás el lugar histórico de mayor identificación para el Perú. Machu Picchu se halla rodeado por una inmensa selva e imponentes montañas. Al llegar a este mágico lugar, uno no puede ocultar la impresión que se siente al frente de este importante conjunto arqueológico, claramente dividido en los sectores agrícola y urbano en perfecta armonía.

Machu Picchu etimológicamente proviene del quechua, se debe a la toponimia de la montaña que se denomina Machu Picchu, palabra que descompuesta quiere decir: Machu = anciano y Picchu = montaña. Esto significa montaña anciana, montaña vieja pero el nombre de los restos arqueológicos propiamente dicho pudo ser Markanay.

Arquitectónicamente, está dividido en sectores como sector agrícola, puesto de Vigilancia, cementerio superior y roca ritual, sector urbano, el Intiwatana, grupo de la Roca Sagrada, templo de las Tres Ventanas, Puertas de Ingreso, las fuentes, mausoleo o tumba, las plazas. Por las edificaciones impresionantes y el entorno natural precioso es considerado una de las maravillas del mundo.

Waynapicchu: En quechua significa montaña joven, la piramidal montaña alberga numerosos grupos arqueológicos, en la cima se puede apreciar un conjunto de andenes posiblemente con fines rituales.

Camino Inca: Camino ancestral de arquitectura inca, tiene una longitud de 39 km. En cuyo trayecto se observan conjuntos arqueológicos como: Patallacta, Runkuraqay, Sayaqmarca, Phuyupatamarca, Wiñayhuayna, Intipata, Killapata Chaskapata y la ciudadela de Machu Picchu entre otros.

Camino Sagrado del Inca: Se inicia en el km 104 de la línea férrea, tiene una distancia aproximada de 10 km hasta la ciudadela de Macchu Picchu donde culmina. En el trayecto se aprecian los monumentos de Chachabamba, Wiñayhuayna, Intipata, Killapata, Chaskapata y como atractivo natural una catarata de agua cristalina.

CHOQUEQUIRAO: En el idioma Quechua significa «Cuna de Oro», es el nombre del enigmático complejo arqueológico de magníficas construcciones de 2 pisos. Se encuentra en la parte suroccidental del distrito de Vilcabamba en la cumbre de una elevada montaña a 3 000 m. A esta región se retiraron los Incas después de la llegada de los conquistadores españoles.

La ciudadela está ubicada a 3 033 msnm, en el distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención, Cusco (límite con Apurímac) y ocupa 1 810 ha. Al igual que Machu Picchu, la ciudadela fue construida en los pliegues de una meseta andina, esta ubicación permite apreciar una extraordinaria vista hacia la vertiente del río Blanco, el cañón del Apurímac y el majestuoso nevado Salcantay.

Las primeras noticias de Choquequirao se remontan al siglo XVIII, cuando el explorador peruano Juan Díaz Topete ofreció la primera información conocida sobre la ciudadela. Desde 1993, la Comisión Especial para Coordinar y Supervigilar el Plan Turístico y Cultural Perú-Unesco (Copesco) es la encargada de trabajar en el mejoramiento de Choquequirao, la misma que permitió recuperar este extraordinario complejo arquitectónico de piedra con cientos de andenes, murallas, habitaciones y sistemas de riego.

Estos restos arqueológicos son tan extensos e importantes como los de Machu Picchu. Fue un centro religioso, político y social en la época incaica y se convirtió en un eje de intercambio cultural y económico entre la Costa, la Sierra y la Selva.

Según las crónicas post-conquista, Choquequirao sirvió de refugio a los incas durante más de 40 años, desde 1536, durante la resistencia a los invasores españoles. Tam-

bién se especula que fue un santuario dedicado al culto del Inca Pachacutec, que tuvo conexiones con reconocidas ciudadelas incas como Machu Picchu y Písac. La concepción urbano arquitectónica comprende templos al Sol, a la Tierra, una residencia real, depósitos, residencia para una población permanente de agricultores y productores de bienes y servicios, canales de riego y fuentes rituales, así como andenes.

OLLANTAYTAMBO: Centro arqueológico ubicado a 97 km del Cusco, típico poblado inca, fue un gigantesco complejo levantado en la plaza donde custodia el ingreso al valle, complejo militar, religioso, agrícola y social, en tiempo del Tawantinsuyo. Los españoles la mal llamaron La Fortaleza de Ollantaytambo. En este centro se pueden apreciar sus terrazas superpuestas las cuales están en piedra finamente labrada, para acceder se tiene que caminar por una gran cantidad de escalinatas en piedra.

SACSAYHUAMAN: Construcción inca, cuyo nombre en quechua significa halcón satisfecho. Esta ubicado en una colina en las afueras del Cusco, denominado la ciudad, a 3 000, msnm. El interés turístico de estos restos arqueológicos es por su valor arquitectónico e histórico y las extraordinarias dimensiones de sus baluartes de piedras, que motiva en los visitantes una serie de interrogantes relacionadas con los constructores, su forma de trabajo y traslado de las piedras, así como el tipo de herramientas usadas, entre otros.

Se cree que correspondió a una fortaleza militar, donde se entrenaba a los guerreros. Sin embargo, hoy en día existen dudas al respecto, por que de acuerdo a su arquitectura podría haber tenido un fin religioso y haber sido construido como un gran templo al Dios Sol. Su principal característica es la forma en que fue construida, con grandes bloques de piedra, alcanzando los más altos, 9 metros, éstos fueron transportados 7 kilómetros desde su lugar de origen. Se sabe que su edificación demoró 50 años aproximadamente, iniciándose en el período de Tupac Inca Yupanqui. El cronista español Cieza de León denominó a esta zona al norte del Cusco como La Real Casa del Sol, que fue construida por 20 000 hombres. Todos los años, en junio, se celebra en este lugar la fiesta del Inti Raymi.

En la actualidad quedan vestigios de las tres murallas escalonadas, edificadas de piedra caliza de origen sedimentario y formación fosilífera. En la actualidad se ha dividido la zona en diferentes sectores: Sacsayhuaman, Rodadero, Trono del Inka, Warmi K'ajchana, Baño del Inka, Anfiteatros, Chincana, Bases de Torreones, entre otros.

QENQO: Uno de los testigos más hermosos del pasado incaico en la zona del Cusco, son las ruinas de Qenko, interesante manifestación cultural consistente en restos arqueológicos ubicados a 6 km aproximadamente de la capital del departamento. Los restos que se observan, se encuentran en buen estado de conservación ya que la humedad de la zona donde están ubicados se mantiene constante debido a las rocas calizas en forma de tuneles que los protegen. El interés turístico de estos restos arqueológicos, es por su originalidad de construcción con enormes rocas labradas, que forman un interesante laberinto arquitectónico.

Comprende los sectores: Intihuatana, canaleta zigzagueante, anfiteatro, sala de sacrificios, escaños, acueductos, entre otros, lo que permite conocer con bastante precisión la forma de vida de los habitantes pre-hispánicos. De arquitectura Inka, su edificación data del año 1 500 d.C., su nombre en castellano significa laberinto, característica que se aprecia en el sector del Intiwatana, sector del canal zigzagueante, el anfiteatro, el trono y la sala de sacrificios, que están ubicados en una cámara subterránea.

TAMBOMACHAY: Tambomachay se encuentra a 8 km del Cusco y a 1 km de Puca-pucará, ubicado en las faldas de un cerro cerca del camino principal al Antisuyo. El nombre proviene de dos palabras quechuas: Tampu = alojamiento colectivo y Machay = lugar de descanso.

También se le conoce como el Tambo de la Caverna y ocupa un área de 437 m², ubicado sobre los 3 700 msnm. De acuerdo a lo que indica su nombre, se puede apreciar en los alrededores, la existencia de cavernas (machay), sitios que conforma a la tradición indígena, fueron objeto de veneración o prácticas mágicas. La edificación fue totalmente construida en piedra labrada y está conformada por cuatro muros o terrazas escalonadas adosadas al cerro, hechos en base a poliedros irregulares muy bien ensamblados. Presenta cuatro grandes nichos u hornacinas trapezoidales de dos metros promedio. Frente al edificio hubo un torreón circular que debió tener fines de defensa y comunicación. Existe la presencia del «Baño de la Ñusta» o «Balneario del Inca», compuesta de dos acueductos que transportan agua limpia durante todo el año, y que vierten sus aguas en una pequeña poza de piedra. Esta poza tuvo que ser una fuente litúrgica, donde el inca rendía culto al agua con los grandes del Imperio.

El «Baño de la Ñusta» tiene mucha similitud con el centro Ollantaytambo, de piedras perfectamente ensambladas, con reborde tallado y canaletas para el desagüe. Aunque hoy es una obra a cielo abierto, los cimientos indican que originalmente fue un recinto cerrado. El agua ingresa a la poza por dos canales artísticamente tallados en la roca.

«Todo hace suponer que el lugar donde se encuentran las ruinas haya sido una de las residencias favoritas de los incas, como un balneario de reposo y a la vez uno de los pilares del sistema defensivo del valle del Cusco. También se halla unido a la tradición imperial de Pachacútec y Túpac Yupanqui».

CHINCHEROS: Está a 28 km del Cusco, a 3 762 msnm. Antiguo centro agrícola inca, ubicado en la provincia de Urubamba. Está integrado por varios ayllus o comunidades indígenas. Está rodeado por los nevados Chicón y Wequey Willca (llamado comúnmente Pumasillo o Verónica), Chincheros tiene una colorida y concurrida feria dominical donde se practica el trueque, también destaca su Plaza de Armas con su iglesia colonial y su muralla inca en muy buen estado de conservación.

MORAY: Ubicada a 45 km hacia Urubamba pasando por Chincheros, conocido como el centro de experimentación agrícola más imponente, por su forma de andenería que va en círculos confundiendo muchas veces con un anfiteatro. El grupo arqueológico

de Moray se ubica en el paraje denominado MORAY próximo al fin de la meseta contigua al valle del río Vilcanota, zona de Urubamba. Corresponde al fundo Moray y a la comunidad de Huañunmarca, distrito de Maras provincia de Urubamba, departamento de Cusco.

El grupo arqueológico de Moray se asienta en una zona contigua a los contrafuertes de los cerros que separan la quebrada de Huarcocondo. La configuración topográfica en general, es llana en la sección de las ruinas que tienen la peculiaridad de ubicarse en depresiones concéntricas formando andenes circulares casi perfectos. Los terrenos de Moray son contiguos y geológicamente están ubicados en una depresión kárstica o dolina.

El monumento arqueológico fundamentalmente está constituido por tres conjuntos grandes de andenes dispuestos en círculos concéntricos más un cuarto conjunto de un solo círculo central y dos anillos. Moray fue un complejo de estructuras para uso agrícola. En la actualidad se cultiva papa, trigo, cebada, habas por acepción se halla una que otra parcela de maíz porque la temperatura no es propicia para este cereal. El monumento pudo haber nacido por la necesidad de intercambiar alimentos (maíz) con el valle del Urubamba, con avenamientos subterráneos para el escape de las aguas de las lluvias y gigantescos anillos superpuestos.

TIPÓN: En las afueras del Cusco hacia el sur a 22 km se encuentran las ruinas de Tipón, que fue un asentamiento inca que presenta recintos de uso ritual y restos de una muralla circundante de piedra labrada de aproximadamente 20 m de altura. Impresionantes por sus canales de irrigación, donde se puede apreciar el alto conocimiento hidráulico de la época. En su conjunto es un Parque Arqueológico Nacional hacia el este de la ciudad del Cusco, que cubre unas 2 200 ha en el distrito de Oropesa, provincia de Quispicanchis. A partir del kilómetro 18 sobre la vía asfaltada Cusco-Puno, hacia el norte y cruzando el río Huatanay parte una trocha carrozable de unos 5 km hasta el monumento arqueológico principal. El nombre Quechua original del Parque se ha perdido y hoy consta de diversos grupos, sobresaliendo el sector donde se encuentran algunos «recintos reales» que según Víctor Angles “fueron mandados a edificar por el Inka Wiraqocha para morada y refugio de su padre Yawar Wakaq luego de su fuga en la guerra contra los Chankas”. Se encuentra en una quebrada leve y abrigada a 3 500 msnm con andenerías impresionantes con 12 terrazas bastante fértiles que son todavía cultivadas, sus muros de contención están fabricados con piedras muy bien labradas. Más impresionante es el sistema de irrigación que todavía sirve a la agricultura, construido aprovechando la existencia de un manantial de agua en el lugar, con canales labrados en piedra y calculados a precisión algunas veces con caídas casi verticales que en su conjunto constituyen una obra maestra de ingeniería hidráulica; existen también algunas fuentes que debieron responder a fines ceremoniales.

Por su ubicación y la presencia de una muralla de protección, Tipón debió ser un lugar muy exclusivo, interdependiente, con otros sectores que tienen denominaciones diversas entre los que se cuentan «Intiwatana» hacia el oeste, «Pukutuyuq», «Pukara», «Hatun Wayko», etc. Hacia el suroeste del grupo, en la cara casi vertical de la montaña se encuentra el denominado cementerio de «Pitopuqyo», que en la actualidad contiene hileras de tumbas saqueadas.

PIQUILLACTA: A 30 km hacia el sur del Cusco se encuentra la curiosa y muy extensa ciudadela del imperio Wari, esta construcción al parecer tuvo fines defensivos y de almacenaje (alimentos agrícolas), cuya denominación en español significa ciudad de pulgas, alusiva a tener pequeños recintos o también conocida como Rummy Colca (granero de piedra).

Constituye un Parque Arqueológico Nacional que a su vez incluye muchos otros grupos arqueológicos aledaños, cubriendo un área de 3 421 ha. Está ubicado en la provincia de Quispicanchis hacia el este de la ciudad del Cusco y a 32 km de distancia por la actual carretera asfaltada que conduce hacia Puno y Arequipa. Abarca territorio en los distritos de Oropesa, Lucre y Andahuaylillas, en las cercanías de la laguna de Huacarpay que se encuentra a 3 200 msnm. «Piquillacta» significa «pueblo de pulgas» («piki» = pulga, «llacta» = pueblo); ese no es el nombre original de la zona o la población principal, hoy se ignora su denominación en el Incario y aún peor la que tuvo en época anterior; aunque muchos cronistas al referirse a la zona y la laguna insinúan los nombres de «Muyuna» (curva o vuelta), «Muyna» o «Mohina». Parece que el lugar empezó a ser denominado «Piquillacta» en las postrimerías de la Colonia o a inicios de la República desconociéndose hoy la razón.

El pueblo prehispánico de Piquillacta se ubica a 3 350 msnm y correspondió a una ciudad satélite de la **Cultura Wari** desarrollada en el actual departamento de Ayacucho. Todo indica que al inicio del Incario los Wari fueron vencidos en la región, conquistados, absorbidos y su ciudad reutilizada para los intereses del Tawantinsuyo. Sus construcciones fueron de 2, y hasta 3 plantas, con paredes altas hechas de piedras no labradas con mortero de arcilla, paredes de grosor considerable en la base y ancho decreciente hacia arriba.

El parque incluye además otros grupos interesantes como Choquepuqyo, Kañaraqay, Minaspatha, Amarupata, Salitriyuq, Tamboraqay, Qaranqayniyuq, Rayallacta, etc. Hacia el extremo este de la laguna se aprecian numerosos andenes agrícolas en la cara rocosa de la montaña y en su porción baja construcciones contemporáneas que hoy son utilizadas como albergues para ocasionales visitantes, fueron hechas sobre el palacio de **Urpikancha** (palacio de la paloma) que se supone fue el lugar de nacimiento del Inca Huascar.

Avanzando hacia el oriente de Piquillacta se encuentra una gran muralla que en su porción superior poseía el acueducto que surtió del líquido elemento a esta ciudad precolumbina; en esta muralla hoy también se aprecian restos de dos portadas imponentes que tienen factura incaica hoy denominadas **Portadas de Rumicolca** y que en su época sirvieron para el control de quienes llegaban al Cusco, además de servir como puesto de aduana. Se indica que allí, los habitantes del vasto imperio que deseaban visitar la gran capital debían entregar las ofrendas que durante el transcurso de su vida habían preparado. Es conocido que en el Incario para los Quechuas el Cusco fue algo así como la «Meca» para los musulmanes, por que todos tenían como ilusión suprema visitar la «ciudad puma» por lo menos una vez en su vida. Sólo visitar el Cusco le daba a las personas un status supe-

rior, por ejemplo, si en un camino lejano dos personas viajando en direcciones opuestas se encontraban, la persona que ya había visitado el Cusco era reconocida, saludada y respetada por la otra que aún no lo había hecho.

Más al oriente, en el km 35 de la carretera asfaltada se encuentra la célebre **Cantera de Rumicollca** («rumi»: piedra, «collca»: depósito), que en el Incario sirvió para la extracción de la andesita utilizada en las más importantes construcciones del Cusco; hoy la cantera aún es explotada ocasionando que el desarrollo e infraestructura incaicos estén totalmente disturbados.

Complejo Arqueológico de Pisac

Está ubicado en el distrito de Pisac, provincia de Calca, 33 km al oriente de la ciudad del Cusco.

La forma castellanizada Pisac, deriva de la voz quechua Písaq, ésta a su vez puede ser forma apocopada de pisaqa, que es una ave gallinácea, ave que abunda en el lugar, parecida a la perdiz o lluthu».

Existe una extraña coincidencia entre las distancias que unen las ciudades de Písaq, Cusco y Piquillacta. La distancia entre Cusco y Pisac es de 30 km, la misma distancia desde Pisac hasta Piquillacta y de Cusco a Piquillacta. Al unir con líneas rectas estas tres ciudades, se logra un triángulo equilátero perfecto, que crea múltiples especulaciones en torno al increíble genio arquitectónico que tuvieron los incas.

La belleza de sus muros, contruidos con grandes bloques pétreos pulidos con extraordinaria simetría e inigualable manejo de la piedra dejan al visitante perplejo. Pisac está formado por un conjunto de recintos que posiblemente fueron viviendas, además acueductos, caminos, puentes, un cementerio, murallas y grandes áreas con enormes andenerías.

Chullpas de Ninamarca

Están situadas a una altitud de 3 750 msnm a 57 km de la ciudad del Cusco, en la vía Cusco-Paucartambo. Es un complejo arqueológico que consta de 17 chullpas de 2,5 a 1 m de altura y un diámetro de 0,80 a 1,60, en su edificación se empleó piedra con argamasa de arcilla, las chullpas presentan techos voladizos a manera de aleros. Corresponden a restos arqueológicos de la cultura preinca de los Lupacas, construidas entre los años 1 150 y 1 250.

11.3.2 Departamento de Apurímac

Conjunto Arqueológico de Sayhuite

Está ubicado en la comunidad de Concacha, distrito de Curahuasi, a 3 500 msnm, a 47 km de la carretera Abancay-Cusco, posiblemente fue un centro ceremonial vinculado a la agricultura y ganadería.

El grupo de restos prehispánicos que se ha conservado en Sayhuite es de carácter escultórico. Se trata de enormes piedras labradas, dispersas en un radio de unos mil metros. El conjunto arqueológico consta de tres sectores: (1) La piedra de Sayhuite, (2) los monolitos de Rumihuasi y (3) estructuras de piedra y barro sobre una meseta.

El monolito de Sayhuite es una piedra sedimentaria (tipo arenisca de color gris con 8,39 m de diámetro y 2,35 m de altura), tallada en alto y bajo relieve de 2,28 m de altura con 11,14 m de circunferencia mayor, y 8,14 m de circunferencia menor; en la plataforma se observan las representaciones zoomorfas y geométricas: animales, irrigaciones, andenes, lagunas, paulas, escalinatas, etc.

En dicho monolito está representada una gran montaña o sierra, con sus picos, sus laderas, una de ellas bastante empinada con sus acantilados, quebradas, valles glaciales, cauces de ríos desde los más pequeños hasta los más grandes, en la parte más alta tres grandes lagunas que surten de agua a todas partes, los canales y riachuelos discurren por la campiña y luego llegan a la pampa y van a un terreno de cultivo rectangular. Además en las partes altas, los peñones han sido transformados en felinos, unas veces agazapados con las extremidades anteriores extendidas y las posteriores encogidas.

A 300 m existen pequeños monolitos como el Rumihuasi o casa de piedra, con escalinatas, trazos geométricos y canales. El Intihuatana «Reloj Solar» fue posiblemente observatorio Inca destinado para ver los movimientos astronómicos.

Complejo Arqueológico de Sondor

Sóndor fue nombrado por los cronistas como sitio inca, pero los primeros resultados de los trabajos de restauración, conservación e investigación determinan que en el lugar se mezclan evidencias aparentes de las culturas Chanca e Inca.

El complejo arqueológico de Sóndor y la zona arqueológica, se encuentran ubicados en la cima de tres anchas colinas que se extienden de este a oeste, en el abra de Ccotahuacho, en la zona denominada Sóndor, de la cual proviene su nombre, a 4 kilómetros al noreste del distrito y laguna de Pacucha y a 19 kilómetros de la ciudad de Andahuaylas, departamento y región de Apurímac.

De acuerdo con los estudios, presenta elementos arquitectónicos de carácter monumental. Los conocedores refieren que estos restos encierran muchas incógnitas cuyas respuestas pueden explicar las causas de la caída de la cultura Chanca ante los incas. De acuerdo con las hipótesis resultantes de los trabajos de investigación efectuados por la Universidad San Cristóbal de Huamanga, Sónдор fue un lugar donde hubo actividades religiosas, por ello la ubicación y forma de su pirámide central y su visión estratégica hacia la laguna de Pacucha.

El primer descubrimiento es Muyu Muyu, promontorio sagrado de Sónдор, que luce escalinatas y terrazas restauradas. Ascender los 500 escalones para conquistar lo alto de la pirámide central tiene interesantes recompensas: una huaca donde se presume, se practicaban sacrificios humanos. Como fondo de este escenario, una bucólica vista de la laguna de Pacucha y de los campos; además, el perfil de una deidad andina: el apu Ausangate del Cusco.

Ruinas Usno Moqo

Estas ruinas, se encuentran ubicadas en el distrito de Tamburco, en la zona urbana de Abancay. El sitio arqueológico se presenta como una pequeña pirámide truncada que no es visible desde lejos por la presencia de construcciones nuevas alrededor de ella, se encuentra sobre una ladera pronunciada con más énfasis en el ángulo sureste, y de la plataforma superior se puede observar todo el valle de Abancay, como también los cerros (apus) más importantes como el nevado de Ampay, el apu Llacta Marca, y el cerro Quisapata.

La importancia del Usno Moqo por su ubicación en el camino real al Chinchaysuyu, representa una línea cultural y ritual del imperio. En esta línea hay un grupo de plataformas en lugares importantes, como en la zona de Zurite, Saywite, Curamba, Vilcashuaman y Tambo Colorado. Entonces es posible que la plataforma sea un componente importante de los sitios incaicos en línea. No hay muchas plataformas en el Tahuantinsuyo.

El Usno Moqo, corresponde al horizonte tardío por comparación, la construcción del Usno fue lograda por sociedades que representan a los Incas-Chancas. Esta excavación pudo demostrar que el sitio era destinado para fines de prácticas ideológicas de corte andino, sugiriendo que el entierro hallado era de un sacerdote o alto funcionario del Gobierno, convirtiéndole en apu con honores de dignatario; por los elementos componentes del ajuar funerario. De esta manera el usno se convierte en un lugar ceremonial como huaca, templo, adoratorio o seque, siendo el lugar más importante de todo el valle de Abancay.

Ruinas de Qorimarca

Este sitio se encuentra en la vertiente septentrional del Santuario de Ampay, cerca del caserío Parhuani, en el distrito de Huanipaca a 3 900 msnm. Son restos de edificacio-

nes con característica inca y un muro de contención de unos 25 m de largo. Se conservaron dos recintos rectangulares con hornacinas que resultan ser las pocas manifestaciones de arquitectura clásica del incanato en territorio apurimeño.

Probablemente se trate de restos de un tambo fortificado. A la fecha, el complejo se encuentra en estado ruinoso, por efectos del tiempo y de intenso saqueo.

11.3.3 Departamento de Lima

Templo de Pachacamac

Es uno de los más resaltantes vestigios de la cultura Wari en el valle de Lima, testimonio de sus años de apogeo. Lugar de culto a Pachacámac, Dios de los Temblores, por la población del valle que alcanzó los 150 000 habitantes. Otra versión del Wiracocha de Chavín que el propio Hernando Pizarro describió el terror y la sumisión que producía el misterioso Dios costeño entre los indígenas de todo el Tahuantinsuyo. Hoy en día, este culto sigue perpetuándose a través de las ceremonias del mes de octubre en torno al Señor de los Milagros, también llamado Señor de Pachacamilla o Señor de los Temblores, manifestaciones sincréticas de los cultos indio, negro y católico.

Si bien el valle pasó bajo el control incaico que trató de asentar religiosamente su victoria militar a través de la edificación del templo del Sol, el respeto nunca se perdió. Tal es así que cada 24 de junio, mientras en las calles del Cusco se celebran las fiestas del Inti Raymi (fiesta del Sol), en las ruinas de Pachacámac, numerosos pobladores y chamanes de los pueblos y anexos de Huarochirí bajan a la costa para rendir culto al Dios costeño.

Siglos después, los enormes restos arqueológicos esparcidos en el desierto de Lurín demuestran el antiguo esplendor y la importancia que tuvo Pachacámac en el panteón de los dioses andinos.

Zona Arqueológica de Puruchuco-Huaquerones

La National Geographic Society sorprendió al mundo en el mes de abril de 2002, con el anuncio del descubrimiento, debajo del asentamiento humano Túpac Amaru, colindante a las ruinas de Puruchuco, en el distrito de Ate (a unos 5 km de Lima), de más de 2 200 momias incas en la zona de Huaquerones-Puruchuco, zona arqueológica que constituye uno de los mayores cementerios prehispánicos y que gracias a sus importantes vestigios, darán un nuevo giro al estudio de los incas y la historia del Perú.

Puruchuco, significa en lengua Quechua «Casco Emplumado», es una inmensa zona que alberga entre sus límites un gran palacio inca conocido desde 1956, y el recientemente descubierto cementerio inca, gracias al hallazgo de las famosas momias incas. El

imponente palacio inca construido con adobes fue erigido en las faldas del cerro León. Su gran patio habría servido como espacio para el intercambio, redistribución y control de los productos, así como para la difusión de noticias entre las comunidades aledañas a Puruchuco.

La mayor importancia de Puruchuco reside en su carácter sagrado. En la quebrada de Huaquerones, hubo un gran cementerio inca, el segundo más grande del Perú, de más de ocho hectáreas de extensión. Aproximadamente, por el año de 1480, los incas reutilizaron las estructuras dejadas por sus antiguos residentes y seleccionaron esta zona como privilegiada para despertar en la otra vida, ya que recibiría los restos de los **artesanos textiles**, el oficio de mayor estatus en el Tawantinsuyo. Por esta razón los cuerpos eran enterrados con sus mejores prendas textiles, las más vistosas y elaboradas, además de todas sus herramientas de tejido y materia prima junto con una serie de ofrendas como cerámicas, animales, pieles y alimentos, es decir, todo aquello que necesitarían para continuar con su labor en la próxima vida.

Restos Arqueológicos de Incahuasi (Cañete)

Incahuasi o Casa del Inca, es la más importante y estratégica ciudad construida por los incas en el valle de Lunahuaná, ubicado en el anexo de Paullo, en el km 30 de la vía hacia Yauyos. Está conformada por cuatro grupos de edificaciones: el Palacio del Inca, los cuarteles con graneros y depósitos, la ciudad conventual y la fortaleza. Las crónicas e investigaciones arqueológicas posteriores revelaron que los incas al conquistar esta parte de la costa, le dieron un grado de importancia a la zona de Lunahuaná, que al construir la ciudad de Incahuasi, lo hicieron a imagen y semejanza de la ciudad incaica del Cusco, según orden del Inca Túpac Yupanqui.

El valle del río Cañete posee lugares de extraordinaria belleza, como las cascadas de Huancaya y Vilca, o la famosa escalera de más de mil pasos del Camino Real de los incas al pie de la montaña sagrada del Pariacaca.

Andenería de Carania y Ciudadela de Huamanmarca

El valle del río Cañete tiene muchas otras maravillas que sorprenden, este es el caso de los andenes de Carania y de la ciudadela preinca de Huamanmarca.

Carania se encuentra en las alturas del valle del río Cañete, en la provincia de Yauyos, departamento de Lima. La carretera es afirmada y desde ella se puede disfrutar el bello paisaje del valle.

Tal vez uno de los atractivos más espectaculares de Carania son sus andenerías, obra impresionante de arquitectura de los antiguos Yauyos. Algunos estudiosos incluso señalan que son los mejores del Perú.

Próxima a Carania se encuentra Huamanmarca, una ciudadela preinca que se yergue majestuosa en lo alto del valle del río Cañete. De esta ciudadela y siguiendo el antiguo camino preinca se llega al pueblo de Yauyos. En tiempos antiguos este camino servía para que todos los habitantes del valle hicieran su peregrinación hacia el Pariacaca.

11.3.4 Departamento de Ica

El Candelabro o Tridente

Se localiza a 25 km al suroeste de la ciudad de Pisco, se aprecia mejor desde el mar. El Candelabro es conocido también como Tres Cruces o Tridente. Es un geoglifo de más con 120 m de extensión que se ubica al noroeste de la bahía de Paracas, entre las playas Martín y Talpo. Se le relaciona con las líneas de Nasca, con trabajos de cosecha o con acciones de piratas como prueba de su paso por estas tierras.

Huaca La Centinela (Chincha)

Se ubica al noroeste de Tambo de Mora, a 6 km de la Carretera Panamericana Sur, siguiendo una trocha carrozable.

La Centinela es un centro urbano complejo, constituido por 13 montículos o unidades arquitectónicas piramidales que ocupan aproximadamente 15 ha. El edificio principal mide 175 por 200 m. El complejo está orientado de este a oeste, separado por espacios abiertos que forman plazas y patios. El sistema constructivo es a base de mampostería de piedra y pintados con diseños principalmente de peces y aves marinas. El sitio fue construido por antiguos chinchanos en el período denominado intermedio tardío (1200- 1450 d.C.). Posteriormente este asentamiento sufrió algunas modificaciones tanto en su aspecto formal como funcional por la incorporación de elementos propios de la arquitectura incaica. Se dice que la pesada cadena de oro que se fabricó con motivo de la coronación del Inca Huayna Capac, se encuentra en Chincha, escondida en una de las huacas. Esta cadena llegó a Chincha de la siguiente manera: cuando los españoles tomaron prisionero al Inca Atahualpa le ofrecieron perdonar su vida, si llenaba una habitación de oro y plata hasta la altura del brazo extendido del inca cautivo. Para cumplir con el rescate se enviaron emisarios a todo el Imperio con el fin de recolectar el oro y la plata, entre los tesoros que se transportaban a Cajamarca estaba la famosa cadena de Huayna Cápac que, por ser tan pesada, se demoraron en llevarla. A la altura de Chincha los emisarios se enteraron que el Inca Atahualpa había sido ejecutado y como no deseaban que dicha cadena cayera en poder de los españoles, la escondieron en una de las huacas «Centinelas»

Fortaleza Tambo Colorado (Pisco)

Es un conjunto urbano administrativo inca, ubicado en el valle de Pisco, aproximadamente en el km 45 de la carretera «Los Libertadores Wari», que cruza por el centro del complejo arqueológico. Es el monumento mejor conservado de la época incaica en la Costa, construido durante el gobierno del Inca Pachacutec, está formado por cinco grupos de edificaciones, teniendo como centro una gran pieza trapezoidal. Tambo Colorado sirvió de enlace entre la costa de Ica y la sierra de Ayacucho durante el Imperio Inca.

11.3.5 Departamento de Ayacucho

Complejo Arqueológico Wari

Se encuentra en el distrito de La Quínuá, provincia de Huamanga a 2 830 msnm. Fue la capital del primer Imperio andino y una gran urbe en su tiempo (500 años d.C. a 1 100 d.C.). La zona arqueológica de Wari tiene casi 2 000 ha de extensión, considerando los restos arqueológicos dispersos en todo el área, y presenta un núcleo urbano central donde se sitúan las edificaciones construidas con piedra y barro, revestidas de un enlucido fino y pintados de rojo y blanco. Para los muros se utilizaron piedra laja y también argamasa de barro arcilloso. Estas paredes constituyen verdaderas murallas, que alcanzan los 12 m de altura y un grosor de 3 m en la base y 1 m en la parte superior. Su función es delimitar grandes espacios y extensiones de forma cuadrangular y rectangular, en los que posiblemente se ubicaban las viviendas y otras edificaciones.

Vilcashuamán-Halcón Sagrado

Se sitúa al sureste de la ciudad de Ayacucho, su nombre antiguo habría sido Willka Huaman que significa «Halcón Sagrado». Consiste de un grupo de monumentos arqueológicos de una ciudad incaica construida al más puro estilo arquitectónico cusqueño. Los muros han sido edificados con bloques de piedra esculpida para lograr un encaje perfecto. Estas construcciones monumentales están adornadas con puertas trapezoidales de dinteles monolíticos, además de nichos y hornacinas. Algunos muros presentan tallados de serpientes y otros animales en alto relieve.

Se llega a Vilcashuamán siguiendo la ruta afirmada del paraje de Condorcocha, para luego seguir por el desvío a la izquierda hasta llegar a la localidad de Vischongo y 4 horas de viaje para llegar a Vilcashuamán. El principal sector arqueológico de Vilcashuamán es la Pirámide Ceremonial(Usno) estructura piramidal escalonada, construida con muros de piedra muy bien talladas y ensambladas al oeste de la Plaza Principal. Su portada principal de doble jamba conduce mediante una escalinata a una plataforma superior, en donde se ubica un sillón monolítico de dos asientos de donde posiblemente, el Inca y su coya (esposa) presidían algunas ceremonias públicas.

Intihuatana (Pumaqocha)

Conjunto arqueológico inca de construcción casi paralela a Vilcashuamán, es probable que estos dos poblados hayan cumplido funciones complementarias en su época. El paisaje del entorno es de gran belleza, resaltada por una laguna que sirve de hábitat de diversas aves silvestres. Los principales sectores de este conjunto monumental son: Palacio del Inca, el Akila Wasi, el Torreón y Baños del Inca, este último sector se halla en la parte baja, y se destaca por presentar una piedra de 17 ángulos con dos vertederos de agua en su parte superior. Se encuentra a 98 km de la ciudad de Ayacucho y se llega por la ruta afirmada Ayacucho-Vilcashuamán, pasando por el paraje de Condorccocho, hasta llegar a la localidad de Vischongo.

Ruinas Arqueológicas de Qocha Urqu

Es un conjunto arqueológico chanca, ubicado aproximadamente a 16 km al noreste de la ciudad de Cangallo, para llegar a estos restos arqueológicos es factible desde la ciudad de Cangallo, hacia la comunidad de Hualchanqa y luego hacia el distrito de Pomabamba, hasta el lugar denominado «Huaqrasqa qasa», donde se desvía hacia la trocha carrozable que se dirige a la antena de recepción de TV de la comunidad de Pampa Cangallo.; Esta trocha llega hasta los mismos monumentos arqueológicos de «Qocha Urqu».

Este complejo arqueológico, fue destruido en parte por la Municipalidad Distrital de «Los Morochucos» para construir su caseta de recepción de TV; pero aún se pueden encontrar importantes vestigios de la civilización chanca. En recientes estudios arqueológicos realizados por la facultad de arqueología de la Universidad Nacional «Federico Villareal» en convenio con la Municipalidad Provincial de Cangallo, fueron hallados impresionantes restos óseos, cerámica, herramientas y pertrechos militares de la civilización chanca.

En Qocha Urqu, también se puede observar una hermosa laguna, tal vez a ello se debe su nombre y en el contorno de ésta se pueden divisar viviendas en forma circular y *andenerías construidas posiblemente, para el cultivo de tubérculos y otros productos andinos*. Dentro de este complejo arqueológico, se encuentran los principales lugares o sectores como «Tumbay», «Chaca», «Mutuy Chaca», y «Ucllon».

Cuevas de Pikimachay

Las cuevas de Pikimachay están ubicadas, en el km 25 de la carreterera Ayacucho-Huanta cerca de Ayacucho.

Es el asentamiento humano más antiguo de la zona central de Perú, ya que data del año 12 000 a.C. o incluso más. La arqueología no ha podido precisar aún el original

tránsito humano por nuestro territorio. ¿De dónde procedían los cazadores que hace 13 mil años habitaron la gruta de Pikimachay?. No lo sabemos, pero por simple lógica se deduce que hubo pobladores que los antecedieron, llegando hasta allí por una ruta que todavía desconocemos. En esa gruta, por encima de los 2 800 msnm, Richard MacNeish descubrió gran cantidad y variedad de herramientas líticas. Probablemente, las fabricaron cazadores que se enfrentaron a los últimos ejemplares de la megafauna propia del Pleistoceno, como el perezoso gigante. Aunque es más factible que cazaran especies actuales, como diversos camélidos y algunos roedores.

11.3.6 Departamento de Huanoavelica

Restos Arqueológicos de Huaytará

Huaytará guarda cierta similitud con Machu Picchu. Un total de 1 200 restos, entre sillares pulidos, paredes de vanos trapezoidales y hermosos dinteles y hornacinas, se encuentran agrupados en 20 zonas, que corresponden a diversas épocas y técnicas.

A inicios del siglo XV, durante la conquista de los chinchas, el Inca Pachacútec ordenó construir el complejo de Huaytará, que es un conjunto de restos arqueológicos incas donde resalta el Palacio Inca de las dos ventanas, construido al mejor estilo cuzqueño clásico. Siguiendo la tradición virreynal, los españoles construyeron sobre su base, la Iglesia católica de San Juan Bautista. Si bien los arqueólogos aún no se ponen de acuerdo, llegan a cierta coincidencia al señalar que debió haber sido el palacio de un alto funcionario estatal. Ello por la forma trapezoidal del edificio, por las ventanas u hornacinas del mismo estilo y el distintivo de importancia que llevaban las construcciones con doble jamba. Se añaden los baños del Inca en su cercanía con piedras talladas, construcciones que sólo se realizaban dependiendo de la importancia de sus habitantes.

Otros restos arquitectónicos son Huayllay Grande, Izcuchaca, Acoria, Lircay, Huanca-Huanca, Congalla, Caja, Acobamba y Andabamba, algunos de ellos guardan evidente parentesco con la cultura Chavín.

11.4 ÁREAS GEOLÓGICAS TURÍSTICAS (PARQUES Y MONUMENTOS NATURALES) PROPUESTAS COMO PATRIMONIO GEOLÓGICO Y DE GEODIVERSIDAD

El patrimonio geológico y la geodiversidad son el conjunto de recursos naturales con valor científico, cultural, educativo y/o recreativo, como las formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno, depósitos sedimentarios, minerales, rocas, fósiles, suelos y otras manifestaciones que permiten conocer, estudiar e interpretar la historia geológica de la Tierra, los procesos que la han modelado, los climas y paisajes del pasado y presente, el origen y evolución de la vida sobre el planeta.

La conservación de lugares de interés geológico está absolutamente asociada con la del patrimonio natural o cultural en general, tiene es un rasgo de sociedades culturalmente avanzadas (Declaración de Girona sobre Patrimonio Geológico, 1997). Cualquier política ambiental que no contemple la gestión adecuada del patrimonio geológico, es incorrecta, por ello es necesario que los responsables de las diferentes administraciones públicas y centros de investigación, técnicos, investigadores, ecologistas, periodistas y educadores se movilicen activamente en una campaña de sensibilización del conjunto de la población, para lograr que el «Patrimonio Geológico» sea reconocido como tal.

Aunque para hacer un estudio específico de este tipo se necesita dedicación exclusiva en ello, dentro de la franja se pueden recomendar algunas áreas que por sus características, interés geológico y atractivos deberían ser catalogados como monumentos o áreas naturales y geoformas de interés turístico paisajístico o científico, las que convenientemente implementadas pueden utilizarse para desarrollar el ecoturismo recreacional, turismo de aventura, científico, etc. tanto para nacionales como para extranjeros (Lámina N° 17), para lo cual se proponen los siguientes lugares:

11.4.1 Santuario Nacional de Megantoni o Pongo de Mainique

Ubicación: Provincia de La Convención, departamento de Cusco

Tipo de interés geológico: Por su contenido estratigráfico, geomorfológico y paisajístico; utilización turística y científica con influencia nacional e internacional.

Atractivos: Llamado también Santuario del Megantoni (**pongo de Mainique**), es una de las maravillas de la naturaleza que forma el río Urubamba al romper los contrafuertes de la Cordillera Oriental de los Andes. Gran atractivo para el turismo de aventura. Se caracteriza por sus paredes de piedra verticales donde brotan manantiales de aguas transparentes, constituyendo un lugar con gran riqueza paisajística.

En la antigüedad, el pongo de Mainique era denominado «Megantoni», palabra Machiguenga que se usa para referirse a una variedad de guacamayo de color amarillo, azul y verde, que puebla esta zona, especialmente en el primer farallón formado por el río Urubamba a su paso por esta puerta natural («Punku») de la Cordillera Oriental, a una altitud de 2 000 msnm.

Este majestuoso farallón, es en realidad una colpa de guacamayos, lugar en donde se alimentan con sales minerales estas hermosas aves tropicales. El nombre actual del pongo de Mainique se refiere al lugar donde vive el «Maine», que es el oso andino (*Tremarctos ornatus*), que habita esta parte de la cordillera.

Desde el punto de vista geológico, el río Urubamba, corta secuencias estratigráficas a lo largo del pongo de Mainique (3,5 km de cauce), más de 2 400 metros de secuencias

sedimentarias cuya edad varía entre el Paleozoico inferior (Devoniano) y el Cenozoico (Paleoceno), correspondientes a los grupos Cabanillas, Ambo, Tarma y Copacabana y las formaciones Río Tambo, Oriente, Chonta, Vivian y Yahuarango (inclusive aguas arriba del pongo, en el río Urubamba secuencias de las formaciones Ananea y Sandia del Ordovícico). Secuencias estratigráficas similares y cercanas al pongo de Mainique se pueden apreciar en los ríos Ticumpinia y Timpia, afluentes del río Urubamba (cuadrángulo de Timpia).

Comunidades: El territorio del Bajo Urubamba pertenece a 22 comunidades de machiguengas y a los pueblos en aislamiento voluntario autodenominados Yora (conocidos como Nahua) y Nantis (conocidos como Kugapakori), quienes ancestralmente usan los recursos de la selva como alimento y utilizan la madera, las vías fluviales, frutas y plantas comestibles y medicinales. Recientemente, el pueblo machiguenga ha incursionado en el ecoturismo construyendo un albergue de tres estrellas en Sabeti.

Protección: Los indígenas tienen una interacción sostenible con los ecosistemas del bosque tropical amazónico y son los conservadores de la naturaleza. Ellos han propuesto la creación de áreas naturales protegidas como el «Santuario Nacional Machiguenga Megantoni o pongo de Mainique», con 210 000 ha y la Reserva Comunal de Vilcabamba Pavlik Nikitine con 240 000 ha. La categoría de santuario le otorga un estatus de intangibilidad a la zona, constituyendo una barrera para el avance de la colonización de tierras incrementado en los últimos 20 años en el valle del Urubamba. El pongo de Mainique es una barrera natural que ha impedido el paso de los migrantes hacia el Bajo Urubamba, por la difícil navegabilidad del río.

1 1.4.2 Monumento Natural La Catedral

Ubicación: Está ubicado a 25 km al suroeste de la ciudad de Pisco, al lado contrario del Candelabro, entre las playas Yumaque y Supay.

Tipo de interés geológico: Geomorfológico, paisajístico y turístico a nivel nacional e internacional.

Atractivo: Es una impresionante y extraordinaria formación rocosa que ha sido horadada por el agua y el viento y en cuyo interior es posible encontrar al gato marino o chingungo, especie en vía de extinción; así como también algunas aves marinas.

Geológicamente «La Catedral» expuesta en los acantilados es una formación pétre natural, labrada en rocas sedimentarias de la Formación Paracas (conglomerados, areniscas, arcillitas y diatomitas) del Eoceno superior (34-30 millones de años), conformada por una estructura singular en forma de una bóveda elíptica, con un ancho promedio de 60 m y orientada al N 15°O (aprovechando una zona de debilidad o falla geológica), presentando una altura en la parte central de 8 m, la cual ha sido formada por la acción o dinámica marina y eólica.

DÁVILA, S., (2001), localmente de la base al tope del afloramiento describe la siguiente secuencia: en la base conglomerados, compuestos de clastos entre 10 y 15 cm de diámetro, en una matriz arenosa con cemento calcáreo, encima un horizonte de coquinas y secuencia de areniscas arcillosas finamente estratificadas, intercaladas con arcillitas y cuerpos lenticulares de calizas arenosas y delgados horizontes de gravilla de poco grosor. Hacia la parte media predominan arcillitas calcáreas marrón violáceas. Hacia la parte superior se intercalan delgados horizontes de diatomitas blancas, lenticulares.

Se distinguen areniscas fuertemente fracturadas, fallas en cuña y meteorización en la roca, donde actualmente se producen caídas de rocas, con bloques de 0,40 a 2,00 m de diámetro, que generan riesgo a los visitantes y turistas que acuden al lugar.

Protección: Se encuentra dentro de la Reserva Nacional de Paracas. El peligro geológico que está ocurriendo en «La Catedral», está relacionado principalmente, a caídas o desprendimientos de bloques de rocas, debido a las características estructurales del sustrato rocoso (fracturas en cuña y meteorización) así como la erosión marina y eólica existentes.

Por la afluencia de turistas al sector de la bóveda de «La Catedral», el INGEMMET recomendó a los representantes de la Reserva Nacional de Paracas, la colocación de límites o barreras de cadenas que impidan el paso hacia lugares que pueden sufrir desprendimientos de rocas. Asimismo, se diseñó y recomendó la colocación de un nuevo mirador, para mantener una distancia prudencial del borde del acantilado, pues el anterior está ubicado en una área inestable amenazada por peligros geológicos (caídas de rocas y derrumbes).

11.4.3 Santuario Nacional de Quelcaya

Ubicación: Está situado en la cordillera de Vilcanota, Cordillera Oriental de los Andes peruanos, en el departamento del Cusco.

Tipo de interés geológico: Geomorfológico, glaciológico y paleoclimático. Uso científico y turístico. Influencia nacional e internacional.

En los Andes centrales, dos secuencias estratigráficas del glaciar en 1983, proporcionaron un detallado registro de las estaciones climáticas secas y húmedas de los últimos 1500 años, reflejando eventos ENSO y otras perturbaciones pluviales de temperatura y de química atmosférica.

Atractivos: Está entre las pocas mesetas grandes del hielo en zonas tropicales. Tiene una área de 54 km² y alcanza una elevación alrededor de los 5 650 msnm, y su borde está formado por acantilados o paredes escarpadas de hielo y es el glaciar más grande del Perú.

El glaciar Quelccaya, ubicado al sur del Perú (en el extremo suroeste del cuadrángulo de Corani), es considerado como un resaltante ejemplo de los efectos devastadores del cambio climático. «Si anteriormente el glaciar se reducía unos tres metros al año, ahora lo hacen unos 30 m», ha señalado Ellen Mosley-Thompson, una experta en glaciares y profesora de la Universidad Estatal de Ohio (Estados Unidos). El suceso se percibió hace 30 años, pero no con excesiva gravedad. Ha sido en la década de los noventa cuando la alarma se ha extendido. ¿Cuál es la causa de esta acelerada desaparición? Los expertos no aciertan a apuntarla con total seguridad, pero tienen fuertes sospechas de que se deba al calentamiento global. El caso del glaciar Quelccaya es uno más de los múltiples fenómenos que están teniendo lugar en el continente americano, donde docenas de antiguos glaciares están sufriendo en gran medida este cambio.

El área del glaciar Quelccaya, está conformada en su parte central por los nevados Jerarani, Ananta, y Joyllor Puñuna, que alcanzan alturas entre 5 506, 5 724 y 5 743 msnm respectivamente, con una superficie glaciada más o menos suave al centro del glaciar, presentan lenguas en sus alrededores donde destacan los nevados Cuncunani, Paco Loma, Morojani y Cunorama, en cuyos límites se han formado lagunas y valles glaciares que alimentan los ríos de la cuenca del Inambari (al este) y Vilcanota (al oeste).

Protección: Ninguna.

11.4.4 Parque Natural de Cataratas de Huancaya

Ubicación: Se encuentran en el cauce del río Cañete, en el distrito de Huancaya, provincia de Yauyos, departamento de Lima. Aproximadamente a 3 horas de viaje desde Lunahuaná (173 km).

Interés geológico: Geomorfológico, paisajístico y turístico a nivel local y nacional.

Atractivo: Geomorfológicamente es un valle estrecho del río Cañete que presenta caídas de agua (entre los 3 500 y 3 800 msnm), compuesta por una sucesión de pequeñas cascadas a lo largo de 30 km del cauce y que caen a todo lo ancho del río. Al fondo se observa el estrechamiento del valle que origina el represamiento del río y la formación de lagunas (Huallhua, Huarimanca y Huascacocha). El área también es un buen lugar para hacer otras actividades como: bicicleta de montaña y efectuar diferentes trekkings, pesca de truchas, camping, etc.

Protección: Se encuentra dentro del área de la Reserva Paisajística Nor Yauyos-Cochas, de reciente creación.

1 1.4.5 Monumento Natural Salineras de Maras

Ubicación: Distrito de Maras, provincia de Urubamba, Cusco

Tipo de interés geológico: Geológico-minero y turístico a nivel local e internacional.

Atractivo: La población de Maras, alberga las minas de sal más importantes de la región, explotadas desde el incanato. Durante el período virreinal fueron el primer centro productor de sal de la parte meridional de la Sierra.

Los primeros maras pertenecieron a la panaca del príncipe Ayar Cachi, Señor de la Sal», que se convirtió en montaña en las cercanías del Cusco. Es posible que los maras se quedaron allí para fundar su pueblo pues se sospecha que la montaña tiene en su interior fabulosas minas de sal. Un chorro de agua que surge de su seno da lugar a la salinera más famosa de la región.

Las minas son explotadas desde épocas precolombinas, en donde la sal era extraída gracias a un antiguo sistema de secado del agua salada proveniente de un río subterráneo que sale de un ojo de agua denominado Ñahuin, ubicado a 4 km cerro arriba. El agua salada es expuesta al sol en miles de pozas hasta que se evapora el líquido, quedando listo para ser comercializado.

De cada poza se obtienen al mes hasta 14 quintales (un quintal equivale a 50 kg), de cuatro tipos de sal: sal extra, de primera, segunda y tercera. La sal extra y de primera se obtienen de las primeras capas y que luego de retiradas son yodadas para el consumo humano. Después las restantes se utilizan para el ganado, la chacra y la industria del curtido de cueros, nos informa Víctor Quispe Farfán, el almacenero.

Trabajan estas pozas un promedio de 150 personas, básicamente de las poblaciones de Maras y Pichingoto. Para ellos la salinera representa un importante medio de vida. Por lo agreste de la geografía de sus tierras ofrecen pocas oportunidades a la agricultura.

Protección: El INC, ha empezado desde el año 2002 un proyecto denominado «Patrimonio, Ciudadanía y Desarrollo» en Maras, patrimonio cultural del Cusco y su conservación para el desarrollo sostenible.

1 1.4.6 Monumento Natural de Sachapite

Ubicación: Está ubicado a 18 km al norte de la localidad de Huancaveliva, en el km 60+800.

Atractivo: Es un bosque de rocas que presenta una impresionante serie de monolitos gigantescos formados por rocas volcánicas erosionadas, que parecen formar seres y obje-

tos de extrañas formas, en una área de 1 km². El origen de estas formaciones caprichosas se atribuye al labrado por erosión eólica de las rocas volcánicas (tobas soldadas) de la Formación Huando, del Mioceno, que conforman esta área.

Protección: Ninguna. Existe un indicativo o señalización del lugar por parte de la Municipalidad y figura dentro de los lugares turísticos del departamento de Huancavelica.

11.5 SITUACIÓN GEODINÁMICA DE ÁREAS DE INTERÉS CULTURAL Y NATURAL

La Franja N° 3 se caracteriza por presentar una diversidad de lugares de interés cultural (arqueológico e histórico) de gran importancia, así como áreas naturales de interés biológico y ecológico en general, los cuales se han descrito en los ítems 11.2, 11.3 y 11.4, algunas de las cuales presentan problemas de peligros geológicos en su entorno que pueden comprometer su seguridad.

En el caso de las áreas arqueológicas, por su antigüedad han sufrido ciertas modificaciones y desgaste de sus estructuras, muros, andenes, etc., así como también han sido afectadas y/o están siendo afectadas por procesos de remoción en masa. Una de las más importantes es la ciudadela de Machu Picchu, la cual ha suscitado preocupación entre científicos y profesionales a nivel nacional e internacional, de las ciencias de la Tierra (ver Cuadro N° 11.1); también se describen en importancia otros complejos arqueológicos así como su ubicación dentro de las áreas de muy alta, alta y moderada a baja susceptibilidad a los peligros geológicos.

Para el caso de las Áreas Naturales Protegidas por el INRENA, se pueden mencionar los problemas existentes en la Reserva Nacional de Paracas sector de La Bóveda de La Catedral de Paracas, donde en el año 2002 ocurrieron procesos de caída de rocas, asimismo se describe su ubicación de acuerdo a las áreas de susceptibilidad a los peligros geológicos múltiples (Ver Cuadro N° 11.2).

Cuadro N° 11.1

Áreas del Patrimonio Arqueológico que están siendo afectadas por Procesos de Remoción en Masa

Área o Lugar	Peligros Geológicos
Machu Picchu	<p>Existen discrepancias en los mecanismos y procesos de remoción en masa, que están afectando la ciudadela de Machu Picchu. Las observaciones de campo permiten diferenciar un conjunto arqueológico emplazado en parte sobre un sustrato rocoso granítico (lado oeste), fracturado, donde se pueden diferenciar sistemas de fracturamiento subverticales (ver Fotos N° 153, 154), y un sector oriental emplazado en depósitos coluviales mal denominado "caos granítico"; algunas estructuras están siendo afectadas, razón por lo que se han emplazado extensómetros (ver Foto N° 153) y otros sistemas de monitoreo.</p> <p>CARLOTTO V., (2002) alude la presencia de deslizamientos pequeños, parte de los cuales fueron estabilizados por andenes incas, asimismo señala restos de una gran escarpa de deslizamiento antiguo, que involucra otros más pequeños, activos, uno de los cuales se activó en diciembre de 1995, e interrumpió temporalmente la vía de acceso a la ciudadela (ver Foto N° 156), las características de éstos, son superficiales y no indicarían movimientos profundos, todo relacionado al problema de agua y mal drenaje de los sistemas de evacuación existentes.</p> <p>SASSA K., (2002), indica a la ciudadela como área propensa a la ocurrencia de deslizamientos y otros procesos en zonas rocosas asociadas a fallas o movimientos tectónicos tensionales paralelas al talud. En su hipótesis, diferencia tres bloques signados con los N° 1, 2 y 3, donde el río Urubamba aparentemente erosiona la base del talud en el bloque N° 1. Los bloques N° 2 y 3 son probablemente relacionados a deslizamientos antiguos, progresivos.</p> <p>CARREÑO R., (2002), hace un resumen de los dos anteriores e indica como causas lo siguiente: 1) causas superficiales (deslizamientos, reptación y flujos, caídas, derrumbes y topling somero. 2) Deslizamientos de carácter profundo bajo control estructural y 3) Deformación profunda.</p>
Písac	Grandes andenerías inconclusas construidas en este lugar, han sido edificadas sobre un deslizamiento inactivo-joven, cuya parte terminal está siendo afectada por procesos de erosión de laderas, como los ocurridos en 1998, que destruyeron algunos andenes.
Moray	Las famosas andenerías circulares de Moray están emplazadas dentro de un conjunto de dolinas (ubicadas en la ladera este de una estructura volcánica reciente: C° Huaynaorjo), que han sufrido procesos de hundimiento asociados a procesos cársticos. Los trabajos de restauración realizados en el complejo de Moray permitieron descubrir una discontinuidad en los andenes, interpretándose como un proceso de deslizamiento lento en el lado este y norte de la dolina principal (ver Foto N° 157).
Salineras de Maras	Las Salineras de Maras (Foto N° 158), lugar de afluencia turística, y de importancia geológica-minera tradicional, se emplaza en la quebrada Salineras, sobre secuencias de capas rojas con presencia de abundante yeso; el inventario de peligros ha permitido identificar en la zona de acceso el lugar de los procesos de derrumbes y deslizamientos progresivos que están comprometiendo su seguridad (Fichas URU-91, 92, 93 y 94), en ambas márgenes de la quebrada.
Carania y Huamanmarca	Andenería y ciudadela se encuentran en una área altamente susceptible a los peligros geológicos (caída de rocas, deslizamientos, movimientos complejos así como erosión fluvial)
Intihuatana (Pumaqocha)	Se encuentra en una área de muy alta susceptibilidad a la erosión de laderas, erosión fluvial y huaycos.
Tipón y Piquillacta	Se ubican dentro de una área altamente susceptible a la erosión de laderas principalmente, seguido de deslizamientos.
Chulpas de Ninamarca	Están ubicadas en una zona de alta susceptibilidad a los derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial y de laderas.
Choquequirao	El complejo de Choquequirao está ubicado en el valle del río Apurímac, dentro de una área de alta susceptibilidad a los peligros de deslizamientos y derrumbes.
Pachacamac, huaca La Centinela y Puruchuco-Huaquerones	Los restos se encuentran situados dentro de áreas de baja susceptibilidad a la ocurrencia de peligros geológicos.

Cuadro N° 11.2
Áreas Naturales Protegidas que están siendo afectadas por
procesos de Remoción en Masa

Área o Lugar	Peligros Geológicos
Reserva Nacional de Paracas (Sector "La Catedral")	<p>Un estudio efectuado en la zona por (DÁVILA, S., 2001), muestra al sector de La Catedral, expuesta en los acantilados de la costa sur, por las características estructurales de las rocas que conforman "La Catedral", se están produciendo caídas o desprendimientos de rocas, tanto en los exteriores de la bóveda como en el interior de la misma, donde las causas que originan los peligros se asocian a: rocas muy fracturadas (presencia de cuñas), meteorizadas y deleznales, expuestas en acantilados subverticales con presencia de yeso en las discontinuidades y alternancia de estratos competentes e incompetentes del sustrato y la erosión marina, que comprometen la seguridad física de la estructura y de los visitantes y turistas. Asimismo está perjudicando al sector de El Mirador (ver Foto N° 159), por lo que ya se ha recomendado su reubicación.</p> <p>Gran parte de la reserva está dentro de una área de mediana susceptibilidad a los peligros geológicos, siendo los principales el arenamiento, erosión marina y caída de rocas.</p>
Reserva Paisajística Nor Yauyos	Parte de la reserva se encuentra en una área de muy alta susceptibilidad a las caídas de rocas y derrumbes, huaycos, deslizamientos y movimientos complejos.
Santuario Histórico de Machu Picchu	Gran parte de su área se encuentra en un sector de muy alta susceptibilidad a huaycos y aluviones, derrumbes, deslizamientos, y erosión fluvial.
Santuario Histórico Pampas de Ayacucho	El santuario se encuentra dentro de una área de alta a muy alta susceptibilidad a procesos de erosión de laderas, deslizamientos, derrumbes y huaycos.
Santuario Nacional de Ampay	Está ubicado en su totalidad dentro de una zona de alta susceptibilidad a los peligros de deslizamientos y derrumbes, sobre todo la vertiente sur.
Zonas Reservadas de Apurímac, del Manu y Reserva Comunal de Amaraeri; Reservas Nacionales de Tambopata-Candamo y Manu y Parque Nacional Bahuaje-Sonene	Se encuentran ubicados dentro de zonas de moderada a baja susceptibilidad a procesos de remoción en masa.



Foto N° 152 Vista del templo principal de la ciudadela de Machu Picchu y los efectos geodinámicos en sus estructuras.



Foto N° 153 Ladera oeste de la ciudadela de Machu Picchu; nótese el *fracturamiento en el sustrato rocoso* y los extensómetros colocados.



Foto N° 154 Algunos trabajos de restauración en la ciudadela; se distinguen fracturas abiertas en el sustrato en el lado occidental.



Foto N° 155 Acceso a las ruinas de Pisac donde se localiza un deslizamiento de gran magnitud.



Foto N° 156 Acceso a la ciudadela de Machu Picchu, donde en 1996 ocurrió un deslizamiento que afectó la carretera.



Foto N° 157 Complejo arqueológico de Moray, construido en una dolina (karts). Dos vistas de los sectores este (B) y norte (A) de la dolina principal donde se distinguen procesos de empujes de terreno por efectos de un antiguo deslizamiento (y/o hundimiento) que afectaron las andenerías.

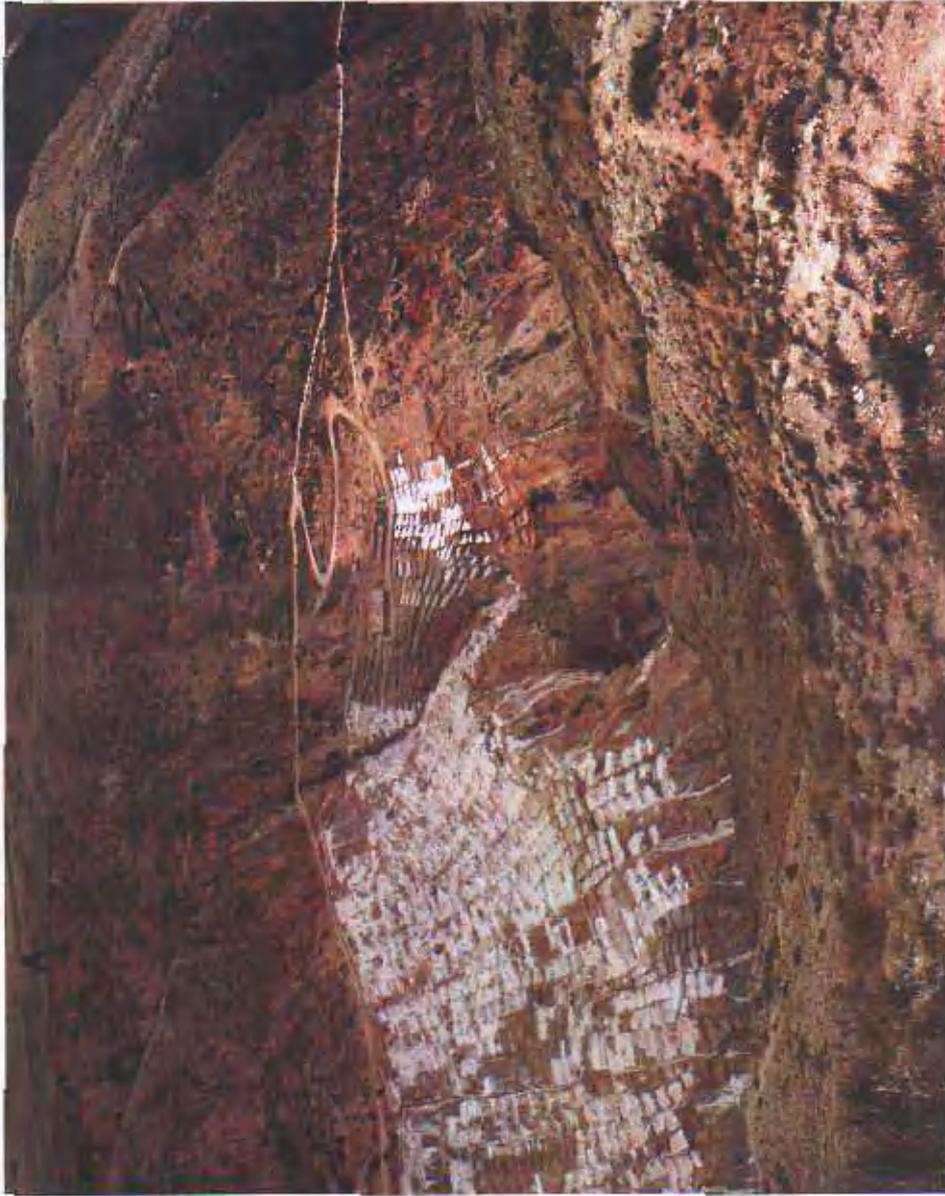


Foto N° 158 Vista de las Salineras de Maras. En la margen izquierda de las salineras se distinguen derrumbes que están afectando las celdas de evaporación. Además se observa la escarpa de deslizamiento en la parte superior de la ladera (A).



Foto N° 159 Dos vistas del sector de "La Catedral" (Paracas): La Bóveda y El Mirador, donde se aprecian fracturamientos en el sustrato que están originando caídas o desprendimiento de rocas.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O CORRECTIVAS

12.1 ¿CÓMO PUEDEN IDENTIFICARSE ZONAS AMENAZADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS?

- Mediante el inventario de los peligros naturales que han afectado o vienen afectando a una determinada área, apoyándose en el estudio de sensores remotos (*fotografías aéreas, imágenes de satélite, imágenes de radar*), cartas fotogramétricas o topográficas, documentación técnica u oral y su posterior verificación en el campo.
- En el campo, mediante el estudio morfoestructural de la geografía del lugar, con el apoyo de profesionales de ciencias de la tierra, profesores de geografía, autoridades y pobladores se pueden delimitar las zonas afectadas por fenómenos de remoción en masas o zonas bajas inundables adyacentes a cursos de agua, quebradas secas o con bajo volumen de agua expuestos a que súbitamente puedan ocurrir avenidas o huaycos.
- Mediante el estudio de la historia de la localidad o la tradición oral, indagando en los ancianos del pueblo, se puede determinar si en el pasado han ocurrido peligros geológicos (inundaciones, fenómenos de remoción en masas, sismos, etc.) y cuáles fueron los sectores afectados, y daños ocasionados, determinándose los lugares seguros para establecer refugios o zonas de reubicación para que la población no corra peligro.

12.2 ¿COMO DEBE EFECTUARSE LA EVACUACIÓN?

- Las rutas de evacuación deben seleccionarse evitando obstáculos, cruzar fajas inundables y áreas difíciles de transitar.
- Se debe enseñar a los pobladores para que identifiquen las señales de alarma indicadora de que el fenómeno está por producirse, la evacuación debe efectuarse con los pobladores líderes.
- Debe capacitarse constantemente a la población con el apoyo de personal especializado o mediante profesores de geografía o de otra especialidad con la participación inicial de alumnos y posteriormente de la población.

- Para planificar la evacuación de la población ante la ocurrencia de tsunamis, se debe conocer el tiempo de llegada de la ola, por lo que la población deberá saber para cuando sienta un sismo mayor a 7,5 MM ó 6,8 Mb que inmediatamente tiene que evacuar la zona de inundación y dirigirse a los refugios en las zonas altas a través de rutas de evacuación previamente seleccionadas.

12.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN

12.3.1 Para Áreas con Deslizamientos

- La medida más lógica y de menor costo para evitar daños por deslizamientos consiste en no construir viviendas u obras de infraestructuras en áreas que pueden deslizarse, en la parte superior susceptible de hundimiento, ni en la pendiente donde pueda deslizarse, ni debajo donde puede ser sepultado por la masa deslizada.
- Regular el uso del suelo para evitar que se construyan en zonas peligrosas.
- Tratar de reducir la intensidad de las fuerzas que activan los deslizamientos.
- Evitar excavar en la base del talud. No deben efectuarse obras que desestabilicen las pendientes, como cortes en el terreno para habilitaciones urbanas, construcción de carreteras y canales. Un estudio geológico-geotécnico determinará la mejor opción.
- Los bosques favorecen la firmeza de los suelos y evitan la erosión, hay que preservarlos no permitiendo la destrucción o tala indiscriminada de éstos.
- Evitar el sobrepastoreo, cambiando periódicamente el ganado de un lugar a otro para evitar el desgaste de los terrenos y su posible erosión que favorecen la generación de deslizamientos.
- Observar si hay evidencias de deslizamientos antiguos que puedan reactivarse en el área.
- Vigilar periódicamente si los árboles en las laderas se inclinan o se curvan.
- En las laderas utilizadas para cultivos, los surcos deben construirse contrarios a la dirección de las pendientes. La construcción de terrazas y andenes para el cultivo en terrenos empinados, es una buena medida para evitar deslizamientos.
- Estar alerta ante largos períodos de lluvias y tomar nota si son intensas, para construir buenos sistemas de drenajes para el desalojo rápido de las aguas superficiales y subterráneas, evitando así que los suelos se saturen de agua.
- Observar si hay ojos de agua en el área.
- Solicitar asesoramiento de personal especializado en caso se prevea el uso intensivo del suelo en la construcción de obras de desarrollo urbano, minero, complejos habitacionales, construcción de obras de infraestructura, etc., preparándose la información cartográfica indispensable.
- En cada área afectada por deslizamientos deben efectuarse investigaciones específicas de carácter geológico, geomorfológico, geodinámico y geotécnico.

Con ello se podrá determinar el tipo de construcción y medidas que pueden adoptarse para impedir su repetición o mitigar sus efectos.

- Construir obras de sostenimiento.

Medidas de Protección

Si un deslizamiento ocurre de manera imprevista, es poco lo que se puede proteger con efectividad, pero si se observan indicios antes de que se produzca, se deben tomar las siguientes medidas:

- Evacuar de manera inmediata a una zona estable y segura, ya sea a una zona plana y/o alta donde no existan agrietamientos, o se estén produciendo otros fenómenos de remoción en masa.
- Retroceder ante lo peligroso del recorrido y buscar un sendero más seguro. De lo contrario, ubicarse en sitios donde los riesgos disminuyan.
- Evite pasar o detenerse en lugares que podrían deslizarse.
- En caso de que el deslizamiento suceda en el momento en que la persona está cerca de la pendiente, debe entonces evitar los ruidos o vibraciones y quedarse en un lugar seguro.

12.3.2 Para Áreas Sujetas a Inundaciones y a la Ocurrencia de Flujos Rápidos (Aluviones y Huaycos)

Para evitarlos es necesario tener en cuenta:

Mayor conocimiento y estudio de las condiciones meteorológicas e hidrológicas de la región y de los cursos de agua que los interesan, debiéndose fomentar:

- El estudio geoambiental de cuencas.
- Control periódico de los niveles del cauce aguas arriba y abajo.
- Eliminación de los efectos negativos (erosión) con diques de bloques de roca o concreto de dimensiones adecuadas, que restituyan las condiciones originales.
- Limpieza periódica de los cauces de los ríos.
- evaluación de obras o intervenciones para mantener al río en su cauce.
- Estudio de la mecánica fluvial de los ríos.
- El control meteorológico e hidrológico, incluyendo en este último, el registro de máximas avenidas, el arrastre de sedimentos y mecánica de deposición.
- Procedimientos y ejecución de obras para impedir la erosión, sedimentación e inundación (*protección de taludes, limpiezas periódicas del cauce, sistemas de drenaje, etc*).

- Manejo de reservorios adecuados, orientado a minimizar su colmatación y posibilidades de superar los caudales de descarga establecidos.
- Diseño y construcción de obras, sistemas adecuados para la protección de taludes, obras de arte, bocatomas, puentes, incluyendo sus cimentaciones, buscando minimizar los efectos negativos de las condiciones meteorológicas e hidrológicas extremas en las obras de infraestructura.
- Programas de control, vigilancia y mantenimiento periódico de los cauces de los ríos y de las estructuras hidráulicas.
- Obras de infraestructura para contrarrestar la menor disponibilidad de recursos agrícolas, hidrobiológicos, etc, debido a la colmatación de los reservorios o sequías.

A) Medidas de Protección

Son de dos tipos:

a) Permanentes

- Tratamiento de la cuenca, para disminuir los flujos de agua, por ejemplo la construcción de andenes que por su forma escalonada, impiden que el agua corra pendiente abajo de manera violenta, reteniendo suelos cargados de nutrientes aprovechables para fines agrícolas.
- Protección de la cobertura vegetal, ya que mediante el resembrado de gramíneas, árboles y otras especies vegetales se protege a los suelos de la erosión, devolviéndoles su capacidad de retención del agua.
- Construcción de obras de ingeniería como presas, reservorios de regulación y construcción de canales que permitan mantener ciertas áreas libres de inundaciones.
- Efectuar obras de regulación para asegurar el uso económico de las llanuras inundables, estudios sencillos que se realizan en estas áreas permiten determinar los niveles máximos alcanzados en pasadas inundaciones, delimitándose las zonas amenazadas por este fenómeno.

b) De Emergencia

- Construcción de defensas o refugios y mejoramiento de las ya existentes.
- Limpieza de canales y acequias.
- Acciones para combatir las inundaciones o los flujos rápidos.
- Evacuación de personas y pertenencias de las zonas amenazadas.
- Abrir los desagües para evitar el estancamiento de aguas que pueden ocasionar epidemias.
- Reprogramación de las actividades para reducir las pérdidas e interrupciones ocasionadas por las inundaciones y los flujos rápidos.

La eficiencia de estas medidas es buena cuando la predicción y alarma de su ocurrencia se da apenas se tenga la certeza de que ocurrirán y que la población amenazada esté preparada para efectuar acciones adecuadas para su protección.

B) Sistemas de Protección Contra las Inundaciones

Deben consistir en:

- Construcción de una línea principal de defensa que proteja toda la zona.
- Construcción de líneas locales de defensa para proteger diversas partes de la zona si queda destruida la línea principal de defensa.

Las estructuras de las líneas de defensa de protección contra las inundaciones deben consistir en:

- Diques de defensa (malecones) o terraplenes, erigidos para proteger el terreno situado detrás. Deberá proveerse un margen bastante alto para el caso de que las condiciones de cimentación sean deficientes, con el fin de compensar un exceso de asiento del terraplén.
- Muros de encauzamiento de avenidas, muelles y terraplenes construidos para proteger los asentamientos humanos.
- Compuertas de seguridad para las crecidas y un sistema de canales para que el agua de inundación se encauce hacia los embalses provisionales.
- Un sistema de canales, pozos y alcantarillado, con su equipo correspondiente, que influya en el nivel de la capa acuífera subterránea (capa freática).
- Capacidad de bombeo suficiente para evacuar el agua del drenaje en el interior del sistema de diques de defensa.
- Carreteras y otras vías de comunicación para el acceso al sistema de defensa, que permitan el tránsito de personas y equipo durante las operaciones de defensa o trabajos de mantenimiento.
- Sistemas de comunicaciones por internet, teléfono, telégrafo y radio.
- Instalaciones hidrométricas y de otra índole para observar y comunicar la aproximación y desplazamiento de las olas de inundación y las fluctuaciones de la capa acuífera subterránea.

En los períodos en que no surjan situaciones de emergencia deberá mantenerse en buen estado la zona de evacuación de crecidas y el sistema de defensa contra las inundaciones lo que incluye:

- Las reparaciones de los terraplenes, el mantenimiento de la capacidad normal de caudal de los cursos de agua mediante el dragado y limpieza, y la conservación de las esclusas compuertas y otros equipos.
- El mantenimiento de las estaciones hidrométricas y la prestación de un servicio diario de información sobre el nivel de las aguas que afecte la situación hidrológica de la zona protegida.

- El mantenimiento de instalaciones de almacenamiento de los materiales y equipos a utilizarse en una emergencia.
- Construir las viviendas en zonas seguras y no en las riberas de los ríos y quebradas, planicies o valles tradicionalmente inundables.
- Conservar limpio el cauce de los ríos, evitando el arrojado de basura o materiales que puedan ocasionar represamientos.
- Es recomendable efectuar trabajos de forestación o reforestación en las orillas de los ríos, incluyendo especies de rápido crecimiento que se extiendan por el suelo y den solidez a las riberas.
- Tener un cuidado especial para evitar la abertura de brechas en los sistemas de defensa existentes durante la construcción de nuevas obras de infraestructura u asentamientos poblacionales.

Tener en Cuenta lo Siguiete:

- Si los canales, carreteras y vías férreas se construyen cerca y paralelos a los cauces, pueden presentarse problemas de erosión o inundación.
- Las obras de infraestructura, por las que pasan las aguas de las quebradas, pueden ser superadas por las condiciones que generan los fenómenos extraordinarios.
- Los servicios de agua, caminos, ferrocarriles y puentes son muy vulnerables frente al efecto erosivo de las aguas. Este efecto puede ser reducido si se protege de manera adecuada la cimentación de las estructuras o las tuberías enterradas, mediante la colocación de material grueso.
- Los puentes pueden ser afectados por caudales superiores a los del diseño o por los depósitos de materiales que elevan el nivel del agua hasta sumergirlos haciéndolos colapsar.
- Efectos de erosión de riberas, producidos en forma similar a los señalados para las obras de captación, pueden poner en situación crítica a las estructuras.
- El adobe o tapial sumergido en agua pierde completamente su compacidad.
- Los asentamientos humanos, que bajo condiciones normales se encuentran seguros, bajo condiciones extremas pueden sufrir inundaciones o presencia de huaycos en quebradas secas no consideradas, pueden generar pérdidas de vidas humanas, viviendas y parte o toda la infraestructura urbana.
- No se deben realizar desarrollos urbanos en zonas de inundación de los ríos para evitar problemas como los ocurridos en la urbanización San Diego en el distrito de Los Olivos (Lima), el 2001 por el desborde del río Chillón.

12.3.3 Otros Fenómenos de Remoción en Masa

- No construir edificios, viviendas, etc, en las riberas de los ríos.

- Efectuar el análisis periódico de las variaciones del nivel de las aguas para determinar la altura mínima sobre la que se debe ubicar cualquier edificación de la población.
- Ubicar obras de protección en la parte cóncava de los ríos donde estos acentúan su efecto erosivo.
- Educar a la población para que informe a las autoridades sobre cualquier proceso erosivo que comience a afectar a las laderas de los cerros, ribera de los ríos, base de los taludes u obras de ingeniería.
- Evitar desproteger a las laderas de los cerros y borde de ribera de su protección natural arbórea y en caso de que esta acción se haya realizado reforestar o arborizar el área.
- Evitar el sobrepastoreo y la deforestación en áreas susceptibles de desertificación, manteniendo la vegetación sobre las laderas para no agudizar los procesos de erosión.
- Propender a cambiar los hábitos de riego muy usuales en los campos agrícolas del país (riego por inundación) mediante el empleo del riego tecnificado (aspersión, goteo, microgoteo, etc.) con la finalidad de evitar el sobreuso del agua, que causa daño a las laderas o taludes de los cerros.
- Con el apoyo de técnicos agrícolas incentivar a los ganaderos y agricultores para que efectúen sus labores empleando técnicas de conservación de suelos, apropiadas para evitar los problemas de erosión.
- No construir sobre suelos que puedan colapsar.

12.3.4 Para Sismos y Tsunamis

- Las edificaciones en base a tapial o adobón constituyen las edificaciones más débiles y conjuntamente con las edificaciones de piedra con mortero de barro deben proibirse.
- La construcción con adobe reforzado debe realizarse solamente en terrenos planos o con poca pendiente, y en un suelo compacto y seco, lejos de zonas deslizables o inundables.
- En construcciones de albañilería con techo rígido y pesado, las columnas, vigas y collar de refuerzo de concreto armado son muy efectivas para incrementar la resistencia sísmica.
- En construcciones de concreto armado toda la cortante sísmica se concentra en las columnas cortas las cuales consecuentemente fallan; es un error que debe eliminarse sobre todo en la construcción de centros educativos.
- Las poblaciones deben tratar de no ubicar sus viviendas en zonas de laderas con pendientes muy pronunciadas o propensas a ocurrencias de fenómenos de remoción en masa, que pueden ser activados y/o acelerados por sismos.

- Se debe evitar la construcción de viviendas en suelos donde predominan las arenas y un nivel freático muy superficial, que ante la incentivación sísmica pueden dar lugar a problemas de licuación de suelos.
- Las viviendas que se cimientan directamente sobre roca deben considerar que la incentivación sísmica sobre ella eleva en 1° la magnitud de un sismo.
- Efectuar charlas en el hogar acerca de los sismos o posibles desastres y formular un plan de protección civil.
- Cúmpla con las normas de construcción y usos del suelo establecidos.
- Recorra a técnicos y especialistas para la construcción o reparación de su vivienda, para tener una mejor seguridad ante un sismo.
- Durante un sismo es recomendable alejarse de las fachadas en mal estado y de las ventanas con vidrios, ya que las esquirlas pueden causar accidentes.
- Después de un sismo no tocar ni manipular cables de energía eléctrica caídos.
- Las poblaciones ubicadas en el litoral peruano pueden ser afectadas por tsunamis, según J. Kuroiwa en la costa central del Perú la inundación por tsunamis puede alcanzar hasta 6 m de altura sobre el nivel medio del mar y unos 500 m tierra adentro de la línea de alta marea, en la parte sur la cota de 10 msnm y unos 800 m tierra adentro, en la costa norte igual que la costa central, con excepción de la zona de Talara, donde se estima unas medidas iguales a la costa sur.
- En las zonas amenazadas por tsunamis sólo deben construirse las obras necesarias para la actividad marítima, dejándose para fines recreacionales 2/3 de la zona inundable, a partir de la orilla del mar, considerando que allí la inundación será severa.
- En poblados donde existan viviendas en zonas inundables por un tsunami, es necesario formular y ensayar evacuaciones.
- Los que viven, o laboran en las orillas del mar o cerca de él, deben conocer las rutas de evacuación y las zonas seguras, por lo que es recomendable efectuar un plan de evacuación ante la ocurrencia de un terremoto y ensayarlo.
- La difusión del estado de alerta en la población durante la emergencia de un tsunami depende del origen del fenómeno, (si es lejano o muy cerca de nuestras costas). La difusión del estado de alerta a la población y su posible evacuación es responsabilidad coordinada de HIDRONAV e INDECI.
- Procure ordenadamente alejarse de la costa, ganar altura si las condiciones topográficas lo permiten. Manténgase alerta y escuche los avisos por radio y televisión que deben impartir HIDRONAV y/o INDECI.
- Tan pronto se reciba el aviso de alerta, se debe evacuar inmediatamente a las zonas de seguridad siguiendo las rutas de evacuación establecidas. Hay que recordar que la aproximación de un Tsunami es precedida normalmente por una retirada notable de las aguas en la costa.

- El tiempo de llegada de un posible tsunami a la costa peruana depende de la ubicación del epicentro del terremoto generador del tsunami, de la extensión y las condiciones físicas del fondo marino frente a las costas.
- Retornar a su vivienda cuando el Comité de Defensa Civil lo autorice .

12.3.5 Para Peligros Volcánicos

Existen muy pocas probabilidades de que los volcanes dormidos o inactivos, existentes en la Franja N° 3, vuelvan a presentar actividad eruptiva similar a la presentada en el pasado geológico reciente, por tanto, la amenaza es muy baja. Sin embargo es recomendable lo siguiente:

- Basados en resultados de los estudios geológicos y vulcanológicos, las instituciones del estado, tanto educativas como sociales deben elaborar medidas de preparación a la población y normas constructivas ante la eventual ocurrencia de cualquier evento volcánico.
- Las áreas circundantes a un volcán latente o dormido no se deben utilizar para fines urbanos, ni para la construcción de obras importantes de infraestructura por lo menos 6 km a la redonda del volcán. Durante una eventual erupción, el área puede ser afectada por caídas de tefra, emisiones de flujos lávicos, lahares, etc.
- No se deben ocupar los fondos de los ríos y quebradas que descienden de un volcán latente o dormido, porque durante una eventual erupción pueden ser afectados por lahares y/o flujos piroclásticos.
- Se debe educar a los pobladores que viven en áreas rurales mediante cartillas de divulgación, afiches y reuniones de coordinación con personal especializado para distinguir los eventos volcánicos de aquellos generados por la geodinámica externa como derrumbes, deslizamientos, etc.
- Continuar con los estudios vulcanológicos tendientes a completar la estratigrafía y la evolución de los volcanes situados en la Franja N° 3, en base a dataciones radiométricas.
- Realizar estudios petro-geoquímicos para establecer las fuentes, génesis y modo de emplazamiento de las rocas volcánicas de la Franja N° 3, principalmente del arco volcánico shoshonítico por ser muy recientes.
- Ante la necesidad de apoyo técnico consultar con los especialistas de amenazas y riesgos volcánicos del INGEMMET.

12.4 RECOMENDACIONES PARA LA PREVENCIÓN

- Realizar una adecuada utilización del territorio.
- Ejecutar adecuados programas de operación de los reservorios de agua, buscando su mejor utilización.

- Diseñar adecuadas estructuras hidráulicas y procedimientos para minimizar los procesos de colmatación y erosión.
- Realizar programas para contrarrestar la menor disponibilidad de agua por sequía o por colmatación de reservorios.
- Normar y reglamentar los diseños, construcción, operación y mantenimiento de las obras hidráulicas en el territorio peruano.

12.5 RESPONSABLES DE LA PREVENCIÓN

El Estado, a través de sus entidades de desarrollo en los diversos campos del quehacer nacional (irrigación, electricidad, saneamiento, transporte, vivienda, etc.), entidades de Ciencia y Tecnología (SENAMHI, IGP, IMARPE, INRENA, INGEMMET, etc.), de protección (INDECI, Fuerzas Armadas, etc.):

- Las empresas públicas y privadas.
- Las universidades.
- Los profesionales dedicados a realizar obras de prevención, mitigación, rehabilitación y reconstrucción de desastres naturales.
- Los dirigentes políticos.
- Los pobladores.

12.6 MEDIDAS CORRECTIVAS

En el Estudio de Riesgos Geológicos de la Franja N° 1 y Franja N° 2, se han presentado variados ejemplos de métodos de medidas correctivas mediante el uso de estructuras para la protección de los taludes, control de la erosión, etc., el uso de la vegetación y la bioingeniería. También existe abundante información bibliográfica para tratar los diversos tipos de fenómenos, incluyendo libros de textos para cada uno de ellos. En este capítulo se dará mayor énfasis a las técnicas que se usan para el control de desprendimientos de rocas en taludes y laderas, sin llegar al grado de detalle, para lo cual se ha tomado como referencia el texto «Manual de Estabilización y Revegetación de Taludes» de LÓPEZ, J.C. y otros, (1999).

La geomorfología de nuestro territorio, el desarrollo de las obras de infraestructura y la localización de los poblados en zonas altoandinas condicionan un aumento de los accidentes relacionados con caídas de rocas, que determinan la necesidad de efectuar estudios para identificar y caracterizar estos problemas, que tiendan a disminuir los riesgos.

Este capítulo presenta a grandes rasgos lo concerniente a técnicas de control de desprendimientos de rocas en taludes y laderas, considerando que cuando se ejecutan excavaciones de taludes en roca o suelos granulares, no siempre se toman las medidas de

estabilidad superficial necesarias, lo cual repercute en el acabado de los taludes. Asimismo en rocas muy alteradas y fracturadas, siempre es necesario realizar medidas de estabilización, aunque la calidad del corte del talud sea excelente.

12.6.1 Medidas Correctivas para Minimizar los Desprendimientos de Rocas

Generalmente como solución a estos problemas se emplean anclajes de rocas con barras o cables de acero, calzado de bloque con muros y contrafuertes de hormigón, colocación de mallas de alambre y cementado (Fig. N° 14).

Los problemas de desprendimientos de rocas que provienen de las zonas más altas de las laderas o de los taludes no protegidos y que siguen una trayectoria que puede acabar en la calzada de la vía, no tienen solución clara y desarrollada si se tiene en cuenta la variedad de situaciones que se pueden presentar. Los métodos más empleados para solucionar los problemas de desprendimientos de rocas son los siguientes:

1. **Pantallas estáticas:** Son sistemas de absorción de impactos modificados mediante el aumento de la robustez de su estructura y de los anclajes del terreno. La desventaja fundamental de este tipo de sistemas es su elevada rigidez. Ante el impacto de una roca sufren un desplazamiento muy limitado, que multiplica la fuerza de choque, superando rápidamente la resistencia del material de la pantalla. Esto hace que estas pantallas sean insuficientes, poco duraderas e inseguras.
2. **Pantallas dinámicas:** Estas pantallas permiten el desplazamiento de sus componentes, cables y mallas de diversos tipos y dispositivos para el frenado. Estos componentes ayudan en la disminución de la energía que alcanzan las rocas. Suelen ser sistemas costosos que requieren de un elevado costo de mantenimiento. Su empleo está justificado en aquellas zonas donde hay amenazas de desprendimientos de alta energía.

12.6.2 Medidas Correctivas para Fenómenos de Inestabilidad en Laderas y Taludes

En cualquier tipo de terreno que no sea horizontal, existen una serie de fuerzas que tienden a desnivelarlo. Dichas fuerzas son, entre otras, las de la gravedad, filtración y presión de agua en las diaclasas. Las fuerzas que se oponen a estas con el fin de equilibrar el terreno son fundamentalmente la resistencia del terreno y el efecto de las raíces de los árboles. Cuando el primer grupo de fuerzas predominan sobre el segundo, el talud se hace inestable.

La mayoría de las pendientes abruptas que se dan en la naturaleza tienen su origen en la acción de las corrientes de agua, olas, glaciares o desmontes de excavaciones, salvo

las que resultan de grandes fallas tectónicas. La erosión, en general, y sobre todo los fenómenos de inestabilidad de taludes tienden a suavizar dichas pendientes.

Se pueden distinguir dos fenómenos de inestabilidad: desprendimientos y corrimientos. Lo que diferencia a los primeros de los segundos es que en ellos la masa inestable se cae.

Cuando el talud se da en un macizo rocoso fresco, duro y no estratificado, la resistencia del mismo viene definida por la red de diaclasas que presenta.

Roca fresca es aquella no meteorizada, que no presenta cambios de volumen perceptible cuando se modifica su humedad. Por roca dura se entiende aquella cuya resistencia a la compresión simple es mayor a 35 Mpa.

Si la roca es estratificada, la estabilidad de un desmonte realizado en ella depende, entre otros factores, de la posición relativa de los estratos o de la red de diaclasas paralelas, del eje del desmonte, del grado de meteorización y de las heladas. Si las direcciones de los estratos y del eje del desmonte son ortogonales, el caso es muy favorable, aún con taludes muy escarpados. Cuando las direcciones anteriores son paralelas el caso es desfavorable. El buzamiento de los estratos en estas circunstancias es muy importante. Cuando los estratos son verticales, la humedad, las heladas y los movimientos sísmicos pueden producir el desprendimiento está en súbito de fragmentos de roca. La frecuencia de los desprendimientos es función de la inclinación del talud.

La magnitud de los desprendimientos depende del buzamiento de la red de diaclasas. Si ésta buza aunque sea ligeramente hacia el interior del macizo, éste será relativamente estable. En el caso de que la red de diaclasas buze hacia el exterior del macizo, la ladera será inestable produciéndose su consiguiente desplome (Fig. N° 15).

Los desprendimientos más frecuentes se producen en farallones rocosos, en cuya parte superior suelen aparecer diaclasas verticales, sobre todo en zonas con predominio de las rocas volcánicas, ya que éstas presentan con frecuencia una red de diaclasas verticales resultantes del proceso de enfriamiento de la lava.

Los daños producidos por desprendimientos no se han podido precisar bien, pero, sobre todo los que han sucedido en meses lluviosos, es fácil apreciar que los trastornos ocasionados por esta causa son muy elevados.

Casi todas las zonas con fenómenos de desprendimiento de rocas se caracterizan por la presencia de abundante derrubio en el pie del talud.

12.7 TIPOLOGÍAS DE ACTUACIÓN EN EL DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

Desde el punto de vista metodológico se consideran tres tipologías de actuación, según los objetivos que se persigan, en cada caso por la naturaleza del problema, la geometría de la ladera y la importancia y extensión de las zonas a proteger. Ellas son:

- a. **Correcciones:** Son modificaciones de las condiciones físicas que determinan el riesgo, para reducirlo de manera admisible o eliminar su nivel. Las más utilizadas son:
 - Saneamiento y eliminaciones
 - Remodelaciones y mejoramiento de taludes
 - Drenajes
 - Impermeabilizaciones
 - Mejora de los terrenos
- b. **Refuerzos:** Son procedimientos destinados a proporcionar un soporte directo a las masas inestables, con el fin de impedir su movilización, introduciendo en el sistema fuerzas nuevas aportadas por elementos resistentes para asegurar la estabilización. Dentro de esta tipología tenemos las siguientes obras:
 - Contenciones
 - Anclajes (activos o pasivos)
 - Refuerzos superficiales

Las correcciones y los refuerzos suelen emplearse como sistemas de estabilización de taludes.

- c. **Obstaculaciones:** son aquellas acciones que se realizan fuera de la zona donde se localiza el riesgo, con el propósito de impedir que su movilización pueda ocasionar daños. Entre este tipo destacan los siguientes:
 - Cunetas al pie del talud (Figs. N° 16, 17)
 - Muros de gaviones o de hormigón
 - Barreras de tierra y geotextiles (Fig. N° 18)
 - Pantallas de postes flexibles (Fig. N° 19)
 - Amortiguadores de caídas de rocas (Fig. N° 20)
 - Túneles excavados en roca y estructuras de protección (Fig. N° 21)
 - Pantallas de protección contra desprendimientos
 - Pantallas metálicas estáticas.
 - Colocación de postes metálicos empotrados sobre un muro y cierre de mallazo electrosoldado.
 - Pantalla de postes metálicos empotrados y cierre realizado mediante mallas de alambre de simple torsión.

- Pantallas de postes rígidamente anclados con cierre de doble malla de triple torsión apoyada sobre cables horizontales.
- Pantalla construida con una red de cables ortogonales.
- Pantallas dinámicas de absorción de energías por deformación plástica.
- Mallas y redes metálicas para el control de desprendimientos.
- Mallas de alambre de triple torsión.
- Mallas colgadas.
- Mallas adosadas.
- Mallas o redes de cables.
- Mallas reforzadas con cables.
cables.ddMM con cables

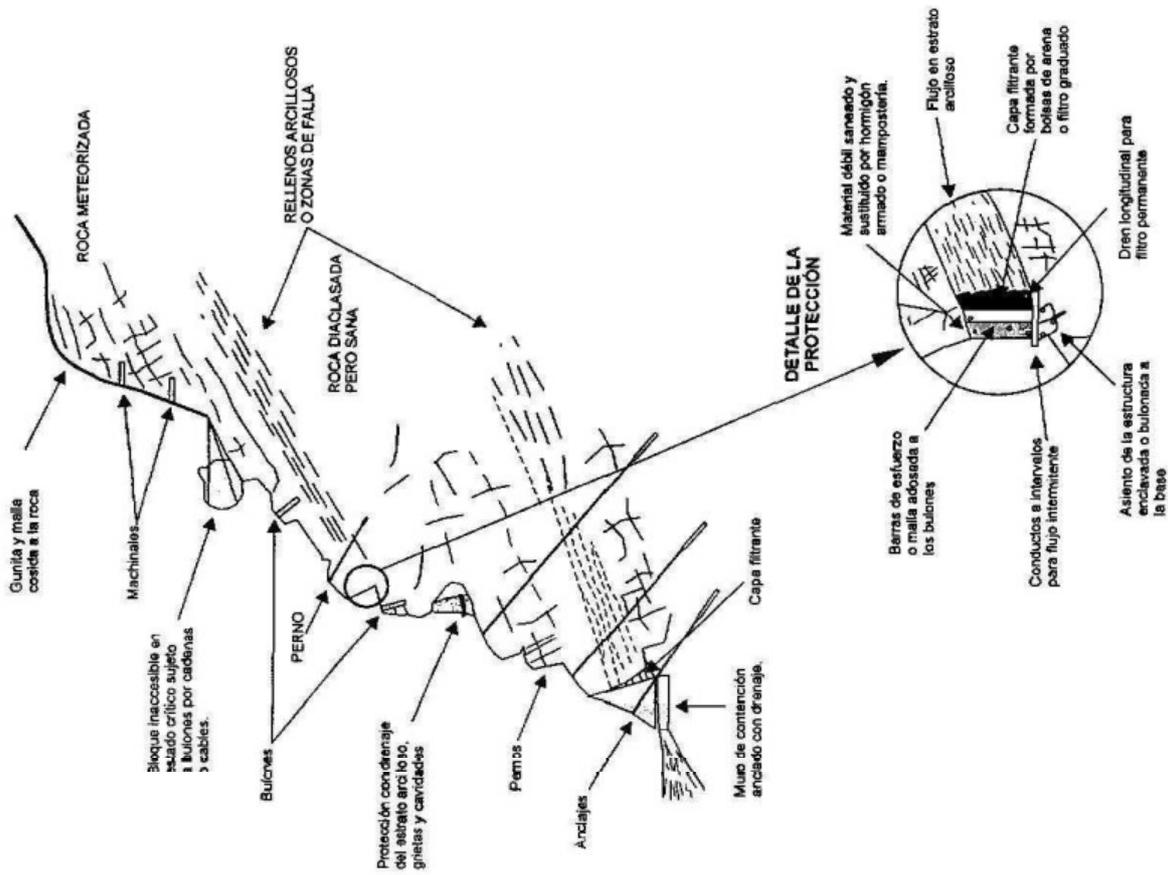


Fig. N° 14 Procedimientos de prevención de desprendimientos (FOOKES y SWEENEY, 1976).

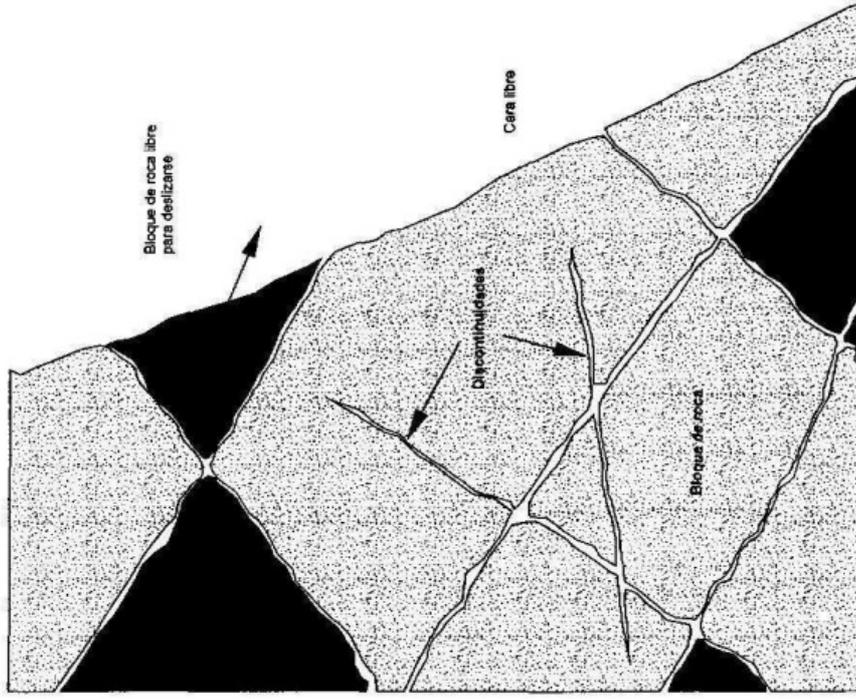


Fig. N° 15 Estabilidad del talud en función de la dirección preferente de las diaclasas (HUDSON, 1989).

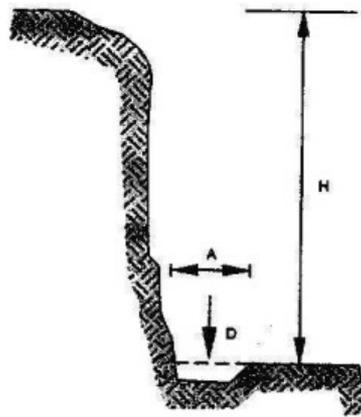


Fig. N°16 Parámetros geométricos de diseño de la cuneta (RITCHIE, 1963).

Dimensiones recomendadas para las cunetas (RITCHIE, 1963).

Pendiente (H:V)	Altura H (m)	Ancho A (m)	Profundidad D (m)
> 1:4 80° - 90°	5 - 10	3,6	0,9
	10 - 20	4,5	1,2
	> 20	6	1,2
1:4 1:3 15°	5 - 10	3,6	0,9
	10 - 20	4,5	1,2
	20 - 30	6	1,80*
	>30	7,5	1,80*
1:2 65°	5 - 10	3,6	1,2
	10 - 20	4,5	1,80*
	20 - 30	6	1,80*
	> 30	7,5	2,40*
3:4 55°	5 - 10	3,6	0,9
	10 - 20	4,5	1,2
	> 20	4,5	1,80*
1:1 45°	5 - 10	3,6	0,9
	10 - 20	4,5	1,50*
	> 20	4,5	1,80*

* Se recomienda colocar la pantalla en el borde de la calzada y con ella se puede reducir la profundidad de la cuneta a 1,20 m.

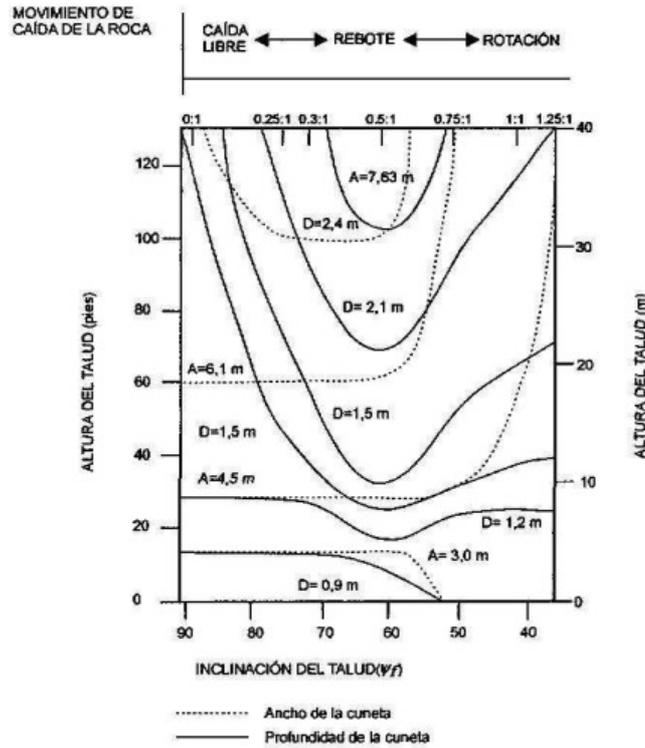


Fig. N° 17 Diagrama de diseño de anchura y profundidad de las cunetas en función de la altura y la pendiente del talud (RITCHIE, 1963).

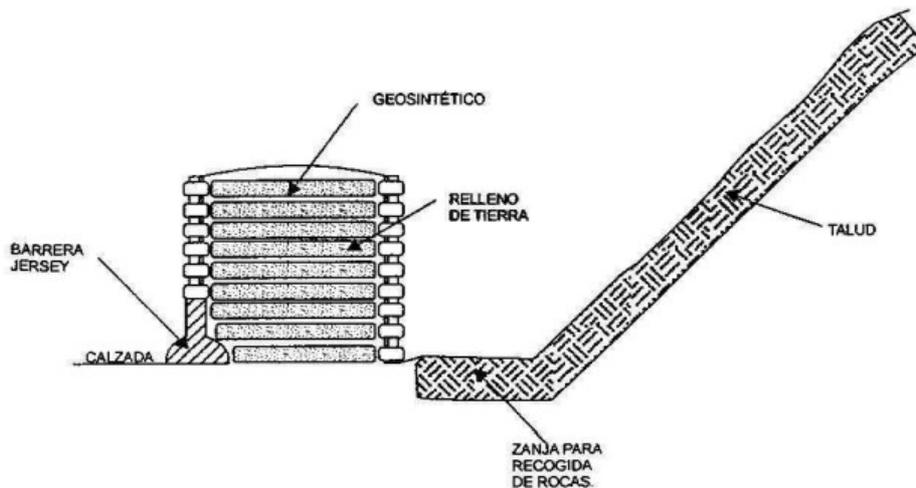


Fig. N° 18 Barrera contra los desprendimientos de rocas construida con tierra y geotextiles (BARRET y WHITE, 1991).

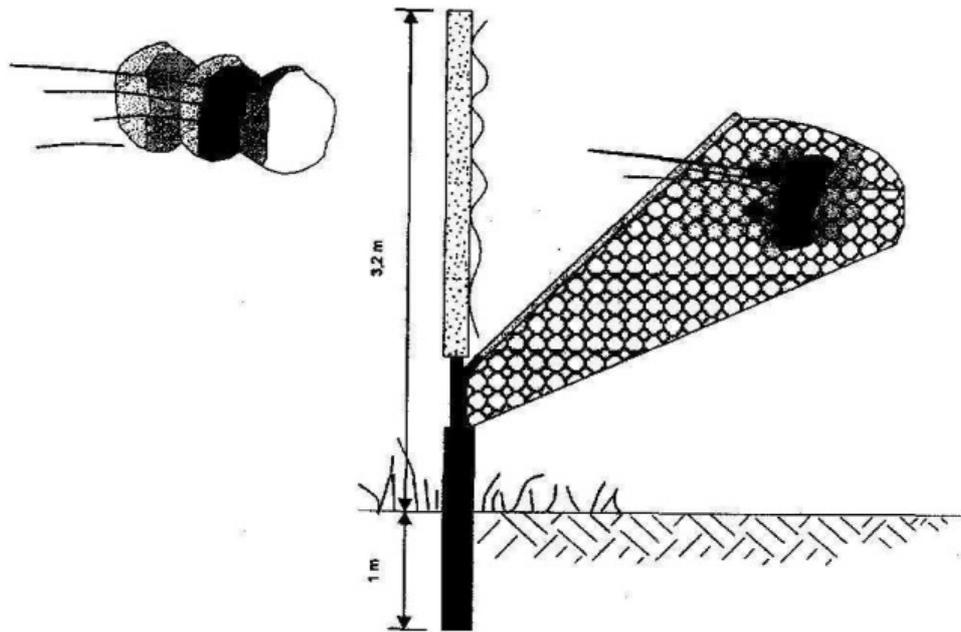


Fig. N° 19 Perfil de una pantalla de postes flexibles (modificada de HEARM, 1991).

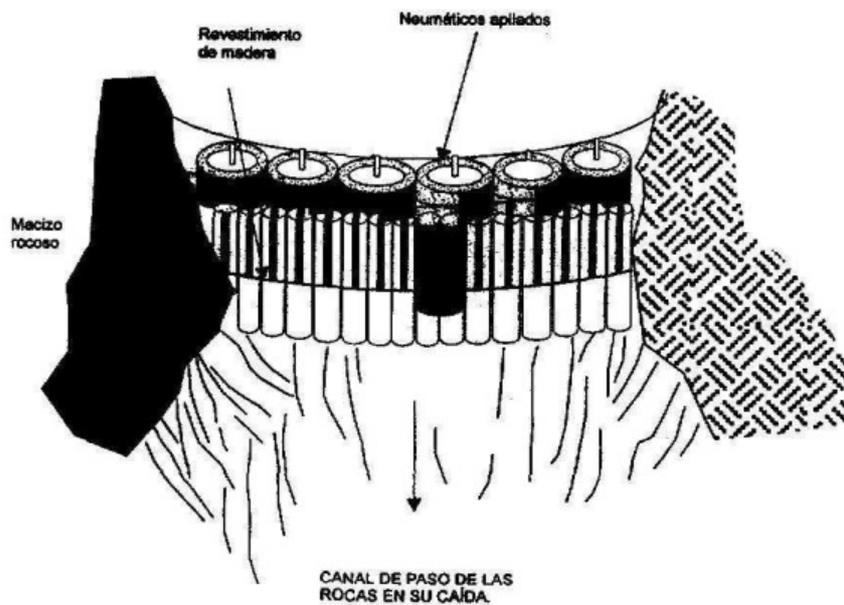


Fig. N° 20 Amortiguador contra caídas de rocas con neumáticos usados (modificada de ANDREW, 1992).

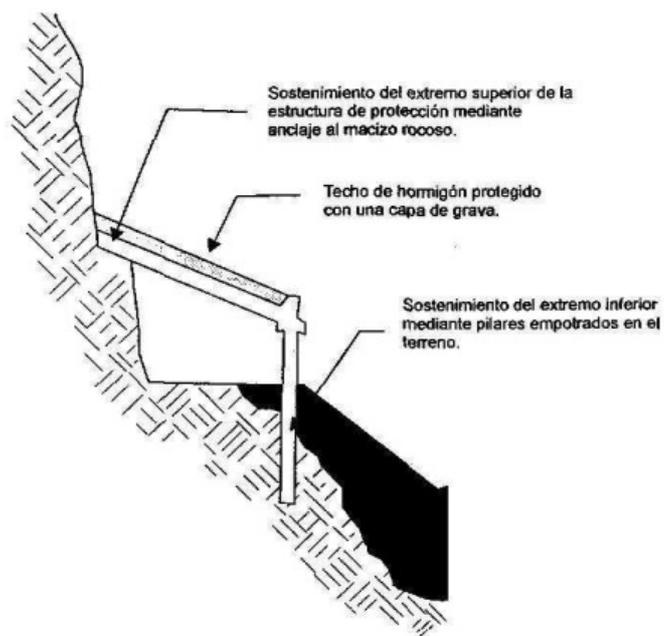


Fig. N° 21 Estructura de protección con instalación de sistemas de anclaje y cimentación al terreno (modificado del TRB, 1996).

CONCLUSIONES

1. Los peligros geológicos tienen constante ocurrencia dentro de la Franja N° 3. El inventario efectuado ha permitido catalogar y cartografiar 4 778 fenómenos, distribuidos de la siguiente manera: 1 700 caídas (564 caída de rocas, 1 132 derrumbes y 4 aludes), 16 vuelcos, 608 deslizamientos, 979 flujos (830 huaycos, 127 reptaciones de suelos, 13 flujos de lodo y 9 aluviones), 319 movimientos complejos, 20 hundimientos, 605 erosión de laderas, 279 erosión fluvial, 13 erosión marina, 16 arenamientos y 223 inundaciones.
2. En la Franja N° 3 han ocurrido peligros geológicos de geodinámica externa de gran magnitud, entre los que destacan el deslizamiento-flujo de Mayunmarca (1974), considerado a nivel mundial entre los más catastróficos del siglo XX, represó al río Mantaro durante 45 días formando una laguna de aproximadamente 30 km de longitud, provocó la muerte de 500 pobladores, destrucción de gran parte de carretera entre Tablachaca y Mayocc, puentes y terrenos de cultivo. Son dignos de mencionar también los de: Muyuna, Chilcapite, Uralla (Huancavelica), Huascatay (Andahuaylas), Ccocha y Pumarana (Apurímac), así como el aluvión de Aobamba (Cusco), que afectó la central hidroeléctrica de Machu Picchu y el de Santa Teresa, que afectó al poblado del mismo nombre. Otros eventos importantes son los fenómenos hídricos como los desbordes frecuentes de los ríos amazónicos: Madre de Dios e Inambari, los interandinos: Mantaro y Vilcanota y los ríos Pisco, Cañete, Mala, Ica y Rímac en la costa.
3. Las áreas propensas a ocurrencias de deslizamientos, movimientos complejos, desprendimiento de rocas y derrumbes se localizan principalmente en los flancos de pendiente fuerte a abrupta, de los valles de la costa, valles interandinos y valles de la selva alta; también en los acantilados de la franja litoral y en los cortes de carretera de gran altura, donde las condiciones litológicas, fracturamiento, presencia de agua y pendientes les son favorables. Tienen «efecto gatillo» los sismos, las fuertes precipitaciones pluviales y las actividades antrópicas (construcción de carreteras, represas, canales de irrigación, etc.).
4. Las áreas con alto riesgo sujetas a aludes y avalanchas están ubicadas en las cordilleras de Vilcabamba (Nvdo. Salcantay), Vilcanota (Nvdo. Ausangate) y Urubamba (Nvdo. Chincón); donde se observan glaciares colgados muy agrietados, con ocurrencias recientes de aludes y en los cuales las posibilidades de

que vuelvan a ocurrir son muy altas. Las de riesgo moderado se ubican principalmente en las cabeceras del río Cañete, Cordillera de Vilcabamba y algunos nevados de las cordilleras de Urubamba, Vilcanota y Carabaya.

5. Se han localizado áreas sujetas a hundimientos (karts), relacionadas principalmente a la presencia de rocas calcáreas, como sustrato y se ubican en el límite departamental entre Lima y Junín, así como en el norte de Ayacucho y en el Cusco. Han sido categorizadas como zonas de alto riesgo
6. Las áreas de alto riesgo sujetas a aluviones, se ubican en los valles que drenan de las Cordilleras de Vilcabamba (Nvdo. Salcantay), Vilcanota (Nvdo. Ausangate) y Urubamba (Ndo. Chincón). Se tienen indicios de reciente ocurrencia de aluviones con altas posibilidades de que vuelvan a ocurrir. Las áreas con riesgo moderado se ubican en los valles que drenan la cabeceras del río Cañete, Cordillera de Vilcabamba y algunos nevados de las Cordilleras de Urubamba, Vilcanota y Carabaya.
7. Los flujos hídricos (huaycos, flujos de lodo, etc.), por lo general, están circunscritos a la reactivación periódica o excepcional de ríos y torrentes, debido a fuertes precipitaciones. En la Franja N° 3 las zonas de la costa sujetas a alto riesgo se localizan principalmente en las cuencas de los ríos Cañete, San Juan, Pisco, y en los valles interandinos de los ríos Mantaro, Apurímac y Vilcanota, y los que bajan de la Cordillera de Carabaya a la vertiente del Atlántico: ríos Araza, San Gabán, Inambari, etc.

Entre los huaycos importantes destacan: Qda. Cruz de Laya, Qda. Santiago, Qda. entre el tramo puente Inambari-Masuco (Carretera Interoceánica Brasil - Perú); quebradas Jello Jello y Honda (Curahuasi-Abancay); quebrada del río Chullcas en su tramo inferior (Huancayo); Qda. Tenería (Cangallo); río Lucumayo Huayopata (La Convención-Cusco); Qda. Huaro-Urpay (Urcos-Cusco); Huayco de Aguas Calientes; Puente Amacho sobre río Araza, Tramo Quincemil-Marcapata, de la Carretera Interoceánica Perú-Brasil (por Cusco); quebrada Tantamayo, tramo San Gabán-Pte. Otorongo; Qda. Huancahuañuna en el tramo Leche Mayo-San Gabán-Puente Otorongo (Puno) de la Carretera Interoceánica Perú-Brasil, por Puno.

8. Las zonas donde pueden ocurrir reptaciones de suelos, de riesgo moderado, se ubican principalmente en la parte altoandina de la franja, desarrollándose en suelos residuales y/o coluvio deluviales, con pendientes bajas a medias y en suelos parcialmente saturados.
9. En la Franja N° 3 las áreas propensas a erosión de laderas están ligadas principalmente a rocas volcánicas sedimentarias de las formaciones Ayacucho y Pisco, así como también a rocas sedimentarias (conglomerados, areniscas, lutitas, evaporitas) de las formaciones Mitu y Capas Rojas del Neógeno, y rocas intrusivas del Batolito de la Costa, entre otros.
10. Las áreas con ocurrencia de inundaciones están localizadas principalmente en los sectores donde los ríos discurren en terrenos de muy baja pendiente (Sierra, ceja de selva y Llano amazónico), también en los conos aluviales de

los ríos de la costa. Las inundaciones y la erosión de riberas se repiten anualmente, con diferente intensidad, entre los meses de diciembre y marzo. Los cambios climáticos y el fenómeno El Niño pueden generar precipitaciones excepcionales que ocasionarían inundaciones de gran magnitud en las áreas señaladas, como también en los ríos de la cuenca del Pacífico: Cañete, San Juan, Pisco, Rímac, Lurín y Mala; así como en las cuencas medias de estos mismos.

En la cuenca alta de los ríos interandinos (cuenca del Atlántico), como el Mantaro, Urubamba, Apurímac y Vilcanota estos peligros se presentan con mayor intensidad generalmente, al producirse precipitaciones excepcionales.

En la selva, las márgenes del río Madre de Dios y sus afluentes, son afectadas por inundaciones, debido a las precipitaciones que se producen en sus nacientes, entre los meses de diciembre y abril.

11. Las áreas con arenamiento se presentan en forma de campos de arena, dunas, barcanas y médanos, y se localizan en las pampas costaneras y áreas cercanas al mar. En la franja son importantes las áreas que se localizan en Sarapampa (Asia), Villa del Mar (Lurín). Éstas están zonificadas como de alto riesgo por la localización de poblados, clima y otros factores.
12. Las áreas con problemas de erosión marina se localizan en casi todo el litoral, siendo las más significativas las localizadas entre Punta Hermosa - La Quipa, Puerto Field - Cerro Azul y en la Península de Paracas, afectando, este último, a monumentos naturales como «La Catedral».
13. La Franja N° 3 según el grado de susceptibilidad a los peligros geológicos de remoción en masa se ha zonificado en cuatro áreas: Muy Alto, Alto, Moderado y Bajo.

Las zonas de muy alto grado de peligro se localizan principalmente, en áreas de fuerte a muy fuerte pendiente, en las cuencas medias de los ríos de la franja costanera (Ica, Pisco, San Juan, Cañete, Lurín, Mala, etc.), en los valles interandinos (Mantaro, Apurímac, Urubamba, Vilcanota, etc.).

Las zonas de alto peligro se localizan en áreas de fuerte pendiente de las cuencas medias y altas de los ríos de la Costa; así como en algunos sectores de las cuencas de los ríos interandinos y en la cuenca media y alta del río Inambari y sus tributarios.
14. La sismicidad histórica en la franja indica que se han producido sismos con intensidades de hasta X MM, con magnitudes de hasta 7,8 en la escala de Richter.
15. La distribución espacial de los sismos instrumentados en la franja indican una mayor actividad sísmica en la zona del continente, paralela al litoral, ligada al proceso de subducción. Las profundidades focales de los sismos en la zona de Benioff aumentan, llegando a ser superiores a 100 km. También existen sismos continentales superficiales, la mayoría localizados en el departamento del Cusco, asociados a fallas neotectónicas (Tambomachay, Lucre, etc).

16. Las aceleraciones máximas para períodos de retorno de 30, 50, 100, 200, 400, 475, y 1,000 años, muestran aceleraciones mínimas en el sector este de la Franja N° 3 (Manu y Puerto Maldonado), valores altos en localidades costeras (Lima, Callao, hasta Pisco) y valores intermedios en la zona del Cusco y en áreas cercanas a la falla activa de Huaytapallana.
17. La aceleración máxima obtenida para un período de 100 años a la ciudad de Lima es de 0,302 g, el Callao 0,322 g, Cañete 0,298 g, correspondiéndoles una intensidad de VIII a IX MM.
18. Dentro de la franja se distinguen dos cadenas volcánicas emplazadas durante el Plio-Cuaternario: una calcoalcalina, que recorre a lo largo de la Cordillera Occidental de los Andes y otra shoshonítica (altamente potásica), localizada al límite de la Cordillera Oriental y altiplanicies (departamentos de Ayacucho, Apurímac, Cusco y Puno). Estas cadenas volcánicas se caracterizan por presentar numerosos conos de lavas y escorias, domos de lava, etc., de considerables extensiones y volúmenes, emplazados a lo largo de fracturas y fallas regionales.
19. En la Franja, se distinguen dos tipos de volcanes: extintos y dormidos. Los volcanes extintos, fueron emplazados antes del Plioceno y la mayoría forman parte del arco volcánico calcoalcalino. Los volcanes dormidos son pocos y más recientes, se encuentran principalmente distribuidos a lo largo del departamento de Cusco (arco volcánico shoshonítico).
20. Existe muy poca probabilidad de que los volcanes dormidos o inactivos existentes en la franja vuelvan a presentar actividad eruptiva, por ende la peligrosidad volcánica es muy baja.
21. En la Franja N° 3, se han localizado 41 Instalaciones Críticas, ubicadas en la zona de alto y muy alto grado de peligros geológicos/hidrológicos, que merecen atención especial, entre los que destacan: las centrales hidroeléctricas del Mantaro y Machu Picchu, gran parte de los tramos de la Carretera Interoceánica Asís-Puerto Maldonado-Cusco ó Asís-Puerto Maldonado-Puno, carretera Abancay-Cusco, el centro arqueológico de Písac, centro poblado de Huascatay, etc.
22. Como resultado de la actividad minera se generan actualmente residuos en: relaveras, escombreras o botaderos de material estéril, escorias, depósitos de material industrial, etc., de minas en operación (Cobrizo, Raúl, Condestable, Caudalosa Chica, Cementos Lima, etc.); residuos mineros de actividad minera artesanal (zona de Madre de Dios), que sin un adecuado manejo pueden llegar a constituir un pasivo ambiental, como los observados en las numerosas minas abandonadas (principalmente auríferas y polimetálicas), ubicadas en la Franja N° 3, por ejemplo Caudalosa Grande y La Dorita.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVA, J.E.; MENESES, J. & GUZMÁN, V. (1985) - Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú. En: Simposio sobre el Peligro y Riesgo Sísmico y Volcánico en América del Sur, San Juan, Argentina, 1984, CERESIS, Proyecto SISRA, Lima, vol. 14, p. 411-420.
- ASKEW, B. & ALGERMISSEN, S.T., eds. (1985) - Catálogo de terremotos para América del Sur. Perú: datos de hipocentros e intensidades. Centro Regional de Sismología para América del Sur (CERESIS), Proyecto SISRA, Lima, vol. 7, 3 t.
- AUDEBAUD, E. (1973) - Geología de los cuadrángulos de Ocongate y Sicuani. Serv. Geol. Min. (Perú), Boletín 25, 72 p.
- AUGE, eds. (1994) - El Perú y sus recursos, Atlas geográfico y económico. Auge, Lima, 235 p.
- AYALA, F.J. (1990) - Análisis de los conceptos fundamentales de riesgos y aplicación a la definición de tipos de mapas de riesgos geológicos. Boletín Geológico y Minero, 101(3): 456-467.
- BARREDA, J. & CUBA, A. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Quiteni y Canaire. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 118, 229 p.
- BERROCAL, J. (1974) - South American seismotectonics from SAAS data. Thesis Ph.D., University of Edinburgh, Scotland.
- BERROCAL, J.; DEZA, E. & SHIKIYA, J. (1975) - Estudio de sismicidad para el proyecto de derivación del río Mantaro a Lima. Informe preparado para ELECTROPERU, Instituto Geofísico del Perú, Lima.
- BONHOMME, M.G., et al. (1988) - New Cenozoic K-Ar ages on volcanic rocks from the eastern High Andes, Southern Peru. J. South American Earth Sciences, 1(2): 179-183.
- CABRERA, J.; SÉBRIER, M. & MERCIER, J.L. (1991) - Plio-Quaternary geodynamic evolution of a segment of the Peruvian Andean Cordillera located above the change in the subduction geometry: the Cuzco region. Tectonophysics, 190(2-4): 331-362.

- CÁRDENAS, J., et al. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Chuanquiri y Pacaypata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 89, 216 p.
- CARLIER, G. & CARLOTTO, V. (1990) - Evidence for the origin of a shoshonitic suite by mixing of peraluminous and ultrapotassic magmas: the Oroscocha and Quimsachata Quaternary volcanoes, Sicuani province, Southern Peru. En: Symposium International «Géodynamique Andine». Grenoble, 1990, Résumés des communications. ORSTOM, Paris, p. 325-328.
- CARLOTTO, V. & CÁRDENAS, J. (2002) - Manejo geodinámico de la ciudadela inca de Machu Picchu. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 259.
- CARLOTTO, V., et al. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Urubamba y Calca. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 65, 245 p.
- CARLOTTO, V., et al. (1999) - Geología de los cuadrángulos de Quillabamba y Machupicchu. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 127, 319 p.
- CARREÑO, R. (2000) - Evaluación de monumentos arqueológicos amenazados por deslizamientos en el departamento del Cusco. . En: Congreso Peruano de Geología, 10, Lima, 2000, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima. p. 130.
- CARREÑO, R. (2002) - Evaluación geodinámica de la ciudadela inka de Machu Picchu. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 260.
- CASAVARDE, L. & VARGAS, J. (1980) - Zonificación sísmica del Perú. En: Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo Resistente, 2, Lima. OEA y Pont. Univ. Católica del Perú, Lima.
- CASTILLO, J. (1993) - Peligro sísmico en el Perú, Tesis, Fac. Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- CORNELL, C.A. (1968) - Engineering seismic risk analysis. Bull. Seismological Soc. America, 58(5): 1583-1606.
- COSSIO, A. (1973) - Derrumbe en el cañón del Infiernillo (carretera Huallampe-Cacra), provincia de Yauyos-departamento de Lima. Servicio de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 2, p. 75-93.
- CUENCA, J. & PUMAYALI, R. (1997) - Fenómenos geodinámicos observados en Pillpinto y Acos (Cusco), en el sismo del 1° de octubre de 1995. En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, Resúmenes extendidos, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 437-442.

- CHÁVEZ, A., et al. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Corani y Ayapata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 90, 128 p.
- DÁVILA, S. (1997) - Inspección de viviendas afectadas por hundimientos en el Asentamiento Humano 7 de Octubre, distrito El Agustino, provincia y departamento de Lima. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. (1998) - Inspección de riesgo geológico en el sector de Pomoreni, distrito de Echarate, provincia de La Convención, departamento del Cusco. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. (1999) - Inspección de riesgo geológico en el área del centro poblado de Chuschi, distrito de Chuschi, provincia de Cangallo, departamento de Ayacucho. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. (2000) - Peligro por deslizamiento en el área de Uralla, distrito de Chíncho, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. (2000) - Peligro por fenómenos de remociones en masa en las áreas de Pampallacta y Supalla, distrito de Chapimarca, provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. (2001) - Peligro geológico por desprendimiento de rocas en «La Catedral», Reserva Nacional de Paracas. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. & DE LA CRUZ, O. (1999) - Inspección de riesgo geológico en el Caserío de Chilcapite, distrito Pomacocha, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. & FIDEL, L. (1981) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Pisco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 7, 145 p.
- DÁVILA, S. & HERRERA, I. (1997) - Inspección de riesgo geológico en la Comunidad Campesina de Uchuhuancaray, distrito de Talavera, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. & HERRERA, I. (1997) - Inspección de riesgo geológico en el Barrio de Muyuna, distrito de Santa María de Chicmo, provincia de Andahuaylas, departamento de Apurímac. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DÁVILA, S. & PINO, A. (1997) - Inspección de riesgo geológico en la Comunidad Campesina de Aucampi, distrito de Allauca, provincia de Yauyos, departamento de Lima. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).

- DÁVILA, S. & VALENZUELA, G. (1996) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Lurín. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 14C, 92 p.
- DÁVILA, S. & ZAVALA, B. (1997) - Inspección de riesgo geológico en el área de Ccocha y Pumaranra, distrito de Tamburco, provincia de Abancay, departamento de Apurímac. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- DE LA CRUZ, N.; ZAPATA, A. & LARICO, W. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Timpia, Calangato y Río Providencia. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 121, 224 p.
- DECKER, R. & DECKER, B. (1989) - Volcanoes (rev. ed.). W.H. Freeman, New York, 285 p.
- DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DO ESTADO DE SAO PAULO (1991).- Taludes en rodovias. Orientação para diagnóstico e soluções de seus problemas. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Sao Paulo.
- DEZA, E. & CARBONEL, C. (1979) - Regionalización sismotectónica preliminar del Perú. Bol. Soc. Geol. Perú, (61):215-227.
- EXPRESO (1999) - Ecología del Perú, Fascículos coleccionables. Editora Perú, Lima.
- FERNÁNDEZ DÁVILA, M. (1993) - Geología de los cuadrángulos de Pisco, Guadalupe, Punta Grande, Ica y Córdova; INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 47, 62 p.
- FIDEL, L.; BOULANGGER, E. & CAVERO, R. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Río Las Piedras, Río Citiyacu, Esperanza, Tayacome, Paquitsa y Río Lidia. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 113, 131 p.
- FIDEL, L.; MORCHE, W. & NÚÑEZ, S. (1997) - Inventario de volcanes del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 15, 90 p.
- FIDEL, L.; MORCHE, W. & NÚÑEZ, S. (1997) - Riesgo volcánico en el Sur del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 16, 72 p.
- FIDEL, L. & VALENZUELA, G. (2000) - Evaluación del riesgo geológico en las áreas de Paccha Grande, Laguna de Sisaypampa y Corihuayrachina. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- FRANCIS, P.W. (1993) - Volcanoes: a planetary perspective. Oxford University Press, New York, 443 p.
- GALDOS, J. (1973) - Estudio geodinámico del área de Mayunmarca, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. Servicio de Geología y Minería, Dirección de Geotecnia, Lima, 9 p. (Informe técnico A1265).

- GALDOS, J. (1975) - Estudio geodinámico del desizamiento de Mayunmarca, provincia de Acobamba, departamento de Huancavelica. Servicio de Geología y Minería, Dirección de Geotecnia, Lima, 14 p. (Informe técnico A1146).
- GARCÍA, E. (1994) - Estudio de los tsunamis en las costas de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. Tesis Ing. Civil, Fac. de Ingeniería Civil, Univ. Nacional de Ingeniería, Lima.
- GARCÍA, W. (1973) - Estudio geodinámico del área de Colcabamba. Servicio de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 2, p. 7-27.
- GIRARD, D. (1973) - Condiciones geológicas de Runcua Nuevo. Servicio de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 2, p. 29-42.
- GUIZADO, J. & LANDA, C. (1966) - Geología del cuadrángulo de Pampas. Com. Carta Geol. Nac., Boletín, 12, 75 p.
- GUZMÁN, A.; FIDEL, L. & VALENZUELA, G. (1999) - Inspección a la seguridad física actual de la Central Hidroeléctrica de Machu Picchu, distrito Machu Picchu, provincia de Urubamba, departamento de Cusco. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- GUZMÁN, A. & VALENZUELA, G. (1996) - Inspección geológica-geodinámica del área de Quellouno, provincia de Quillabamba, departamento del Cusco. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- HATTORI, S. (1979) - Seismic risk maps in the world (maximum acceleration and maximum particle velocity); (II), Balkan, Middle East, Southeast Asia, Central America, South America and others. Bull. Int. Inst. Seism. & Earthquake Engineering, 17: 33-96.
- HUACO, P. & ZAMUDIO, Y. (1993) - Intensidades sísmicas y otros efectos causados por el sismo del 18 de abril de 1993. Instituto Geofísico del Perú, Lima.
- HUAMANÍ, A. (2001) - Aguas termales y minerales en el Suroriente del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 24, 268 p.
- HYLLAND, M.D. & LOWE, M. (1997) - Regional landslide-hazard evaluation using landslide slopes, Western Wasatch County, Utah. Environmental & Engineering Geoscience, 3(1): 31-43.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1979) - Estudio geotécnico para la seguridad física de Cangallo-Ayacucho. INGEMMET, Lima, 56 p.

- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1979)-
Estudio geotécnico para la seguridad física de Huancapi-Ayacucho.
INGEMMET, Lima, 62 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1980)-
Estudio geodinámico de la cuenca del río Mantaro (Dptos. Junín-Huancavelica).
INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 5, 84 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1980)-
Estudio geodinámico de la cuenca del río San Juan (Dptos. Ica-Huancavelica).
INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 6, 132 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1980)-
Estudio geotécnico para la seguridad física de Ticrapo. INGEMMET, Lima, 55 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1981)-
Estudio geodinámico de la cuenca del río Pisco (Dptos. Ica-Huancavelica).
INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 7, 141 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1985)-
Estudio geodinámico de la cuenca del río Cañete. (departamento de Lima).
INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 8, 171 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1997)-
Album de mapas de zonificación de riesgos fisiográficos y climatológicos del
Perú, memoria descriptiva. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing.
Geológica, 17, 142 p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO. DIRECCIÓN DE GEOTECNIA (1999)-
Estudio glaciológico de la cuenca del río Aobamba. Convenio INGEMMET-
EGEMSA. INGEMMET, Lima. (Informe interno).
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (1997) - Colección: Compendios
departamentales 1996, Banco de Publicaciones Electrónicas, 4. INEI, Lima.
(CD-ROM).
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1989) - Atlas del Perú. Proyecto Especial Atlas del
Perú, Ministerio de Defensa, Lima.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (1995) - Estudio de reconocimiento del
uso del recurso hídrico por los diferentes sectores productivos en el Perú.
Convenio INRENA-PNUD-DDSMS. Dirección General de Aguas y Suelos,
INRENA, Lima, 318 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES (1995) - Mapa ecológico del Perú a es-
cala 1:1.000.000, Guía Explicativa. INRENA, Lima, 146 p.

- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1987) - Manual de ingeniería de taludes. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España, Madrid.
- ISACKS, B.; OLIVER, J. & SYKES, L.R. (1968) - Seismology and the new global tectonics. *Journal of Geophysical Research*, 73(18): 5855-5899.
- JAMES, D.E. (1971) - Plate tectonic model for the evolution of the central Andes. *Bull. Geol. Soc. Am.*, 82(12): 3325-3346.
- JIMÉNEZ, J. (1985) - Curso sobre estabilidad de taludes. Cedex, Madrid, p. 1-27.
- KANEOKA, I. & GUEVARA, C. (1984) - K-Ar age determinations of late Tertiary and Quaternary Andean volcanic rocks, southern Peru. *Geochemical Journal*, 18(5): 233-239.
- KUROIWA, J. (2002) - Reducción de desastres: viviendo en armonía con la naturaleza. Quebecor World Peru, Lima, 429 p.
- LAGESA-C.F.G.S. (1996) - Geología de los cuadrángulos de Huancapi, Chincheros, Querobamba y Chaviña. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 70, 185 p.
- LEFEVRE, C. (1979) - Un exemple de volcanisme de marge active dans les Andes du Pérou (Sud) du Miocene a l'actuel (zonation et pétrogénese des andesites et shoshonites). *Doct. Thesis. Université des Sciences et Techniques du Languedoc, Academie de Montpellier*, 555 p.
- LEGENDRE, C. (1999) - Pétrogenèse du volcan «Misti Moderne» (Sud Pérou): essai de caractérisation de l'évolution pétro-géochimique et chronologique. *Institut Géologique Albert de Lapparent, France*, 88 p.
- LOCKRIDGE, P. (1985) - Tsunamis in Perú-Chile, *World Data Center A for Solid Earth Geophysics, Boulder, Colorado*. 97 p.
- LÓPEZ, C., et al. (1999) - Manual de estabilización y revegetación de taludes. Entorno Gráfico, Madrid, 639 p.
- LÓPEZ, J.C. et al. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huanta. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 72, 205 p.
- MARENGO, J.A. (1987) - Impacto de la sequía de los años 1982-83 en la agricultura del Altiplano peruano. *Estudios Agroclimáticos. En: Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres, 1, Lima, 1987, Memorias. CISMID, Lima*, p. 213-232.
- MAROCCO, R. (1975) - Geología de los cuadrángulos de Andahuaylas, Abancay y Cotabambas. *Inst. Geol. Min., Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac.*, 27, 51 p.

- MAROCCO, R. (1978) - Estudio geológico de la Cordillera de Vilcabamba. Inst. Geol. Min., Boletín, Serie D: Est. Esp., 4, 157 p.
- MAROCCO, R.; LIPA, V. & QUISPE, L. (1996) - Geología del cuadrángulo de San Miguel. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta. Geol. Nac., 83, 131 p.
- MCKEE, E.H. & NOBLE, D.C. (1982) - Miocene volcanism and deformation in the western Cordillera and high plateaus of south-central Peru. Bull. Geol. Soc. Am., 93(8): 657-662.
- MCGUIRE, R.K. (1974) - Seismic structural response risk analysis incorporating peak response regressions on earthquake magnitude and distance. MIT Report R74-51, Cambridge, Mass.
- MCGUIRE, R.K. (1976) - Fortran computer program for seismic risk analysis, U.S. Geological Survey, Open-File Report 76-67, New York.
- MÉGARD, F. (1968) - Geología del cuadrángulo de Huancayo. Serv. Geol. Min., Boletín 18, 123 p.
- MÉGARD, F., et al. (1984). Multiple pulses of Neogene compressive deformation in the Ayacucho intermontane basin, Andes of central Peru. Bull. Geol. Soc. Am., 95(9): 1108-1117.
- MENDÍVIL, S. & DÁVILA, D. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Cuzco y Livitaca. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 52, 115 p.
- MENESES, J. (1985) - Evaluación de acelerogramas y determinación de espectros de respuesta en Lima. Tesis, Fac. de Ingeniería Civil, Univ. Nacional de Ingeniería, Lima.
- MONGE, R., et al. (1997) - Geología de los cuadrángulos de Esquena, Santa Bárbara y Azata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 91, 124 p.
- MONGE, R.; VALENCIA, M. & SÁNCHEZ, J. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Llochegua, Río Picha y San Francisco. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 120, 253 p.
- MORCHE, W., et al. (1995) - Geología del cuadrángulo de Ayacucho. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 61, 120 p.
- MORCHE, W., et al. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huachocolpa. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 63, 132 p.
- MORCHE, W. & LARICO, W. (1996) - Geología del cuadrángulo de Huancavelica. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 73, 172 p.

- MORCHE, W. & NÚÑEZ, S (1997) - Estudio del riesgo geológico del volcán Sara Sara. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica., 21, 83 p.
- NACIONES UNIDAS (1976) - Directrices para la prevención de desastres. Vol. 2: medidas de construcción para minimizar el efecto de los desastres. Naciones Unidas, Ginebra, 69 p.
- NACIONES UNIDAS, DEPARTAMENTO DE ASUNTOS HUMANITARIOS & INDECI (1995)- Tsunamis: Evacuación de la población y planes de uso de suelo para mitigar sus efectos; localidades estudiadas en el Perú entre 1981 y 1994. Programa de Mitigación de Desastres en el Perú 1992-95. Informe de Proyecto. INDECI, Marina de Guerra del Perú, Lima, 46 p.
- NOBLE, D.C., et al. (1975) - Chemical and isotopic constraints on the origin of low-silica latite and andesite from the Andes of Central Peru. *Geology*, 3(9): 501-504.
- NOBLE, D.C. & MCKEE, E.H. (1982) - Nevado Portuqueza volcanic center, Central Peru: a Pliocene central volcano-collapse caldera complex with associated silver mineralization. *Economic Geology*, 77(8):1893-1900.
- NÚÑEZ, S. (2002) - Inspección geológica del área de Uñas, distrito y provincia de Huancayo, departamento de Junín. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental, Lima. (Informe interno).
- NÚÑEZ, S. & RIVERA, M. (2001) - Inspección geológica del área de Quimbiri, provincia de La Convención, departamento del Cusco. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental, Lima. (Informe interno).
- NÚÑEZ, S. & RIVERA, M. (2002) - Inspección geológica en la sexta zona del AA. HH. 07 de Octubre, distrito El Agustino, provincia y departamento de Lima. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental, Lima. (Informe interno).
- OEA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE (1991) - Desastres, planificación y desarrollo: Manejo de riesgos naturales para reducir los daños. OEA y USAID, Washington, D.C., 79 p.
- OEA. DEPARTAMENTO DE DESARROLLO REGIONAL Y MEDIO AMBIENTE (1993) - Manual sobre el manejo de peligros naturales en la planificación para el desarrollo regional integrado. Una contribución para al Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales. OEA y USAID, Washington, D.C.
- OLIVARES, P.; TAYPE, V. & CASTRO, S. (1994) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Ica: departamentos Ica-Huancavelica. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 13, 109 p.

- PALACIOS, O. (1994) - Geología de los cuadrángulos de Santiago de Chocorvos y Paras. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 49, 116 p.
- PALACIOS, O.; CALDAS, J. & VELA, CH. (1992) - Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 43, 163 p.
- PALACIOS, O.; MOLINA, O.; GALLOSO, A. & REYNA, C. (1996) - Geología de los Cuadrángulos de Puerto Luz, Colorado, Laberinto, Puerto Maldonado, Quincemil, Masuco, Astillero y Tambopata. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 81, 189 p.
- RIVERA, M. (2000). Genèse et évolution pétrologique des magmas émis au cours de l'histoire éruptive récente du volcan Ubinas (Pérou méridional): contribution à l'évaluation des aléas éruptifs. These doctorale, Ecole Doctorale des Sciences Fondamentales, Université Blaise Pascal-Clermont Ferrand II, 70 p.
- SALAS, G.; CHÁVEZ, A. & CUADROS, J. (1999) - Geología de los cuadrángulos de Quebrada Honda y Parobamba. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 128, 122 p.
- SALAZAR, H. & LANDA, C. (1993) - Geología de los cuadrángulos de Mala, Lunahuaná, Tupe, Conaica, Chincha, Tantará y Castrovirreyna. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 44, 97 p.
- SASSA, K. (2002) - Landslides and their processes in Machu Picchu, Peru. En: Congreso Peruano de Geología, 11, Lima, 2002, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 261.
- SÉBRIER, M., et al. (1985) - Observaciones acerca de la neotectónica del Perú. En: Centro Regional de Sismología para América del Sur, Proyecto SISRA, CERESIS, Lima, vol 14, pp. 254-269.
- SÉBRIER, M., et al. (1988) - Tectonics and uplift in Central Andes (Peru, Bolivia and northern Chile) from Eocene to present. *Géodynamique*, 3(1-2): 85-106.
- SÉBRIER, M. & SOLER, P. (1991) - Tectonics and magmatism in the Peruvian Andes from late Oligocene time to the Present. En: Harmon, R.S. & Rapela, C.W., eds., *Andean magmatism and its tectonic setting*. Geological Society America, Boulder, Colorado, Special Paper 265, p. 259-278.
- SENAMHI (1985) - Mapa de clasificación climática del Perú, SENAMHI, Lima.
- SHARPE, C.F.S. (1938) - Landslides and related phenomena: a study of mass-movements of soil and rock.. Thesis Doct., Columbia University, New York.

- SILGADO, E. (1969) - Sismicidad de la región occidental de la América del Sur entre las paralelos 2° y 18° Latitud Sur. En: Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería antisísmica, 1, Lima, p 33-44.
- SILGADO, E. (1973) - Historia de los sismos mas notables ocurridos en el Perú 1955-1970. Geofísica Panamericana, 2, p. 179-243.
- SILGADO, E. (1978) - Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). Instituto de Geología y Minería, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 3, 130 p.
- SILGADO, E. (1992) - Investigación de sismicidad histórica en la América del Sur en los siglos XVI, XVII, XVIII y XIX.. CONCYTEC, Lima.
- SLEMMONS D. (1982). Magnitude of Active Faults, U.S. Army Engineer Waterways Experimental Station, U.S.A.
- STEINMÜLLER, K. & HUAMANÍ, A. (1999) - Aguas termales y minerales en el Centro del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie D: Est. Reg., 21, 76 p.
- TOVAR, J. (1997) - La minería peruana y el agua subterránea. En: Congreso Peruano de Geología, 9, Lima, 1997, Resúmenes extendidos. Soc. Geológica del Perú, Lima, p. 649-652.
- VATIN-PERIGNON, N., et al. (1992) - Geodynamic interpretations of plate subduction in the northernmost part of the Central Volcanic Zone from the geochemical evolution and quantification of the crustal contamination of the Nevado Solimana volcano, southern Peru. Tectonophysics, 205(1-3):329-355.
- VALENZUELA, G. (2001) - Evaluación del peligro geológico en el centro poblado de Saylla, provincia de Cusco, departamento de Cusco. INGEMMET, Dirección de Geología Ambiental, Lima. (Informe interno).
- VARGAS, L. & HIPÓLITO, A. (1998) - Geología de los cuadrángulos de Río Pinquen, Pillcopata y Chontachaca. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geol. Nac., 116, 155 p.
- VARNES, D.J. (1978) - Slope movement types and processes. En: Schuster, R.L. & Krizek, R.J., eds., Landslides: analysis and control. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., Special Report 176, p. 11-33.
- VELÁSQUEZ, E. & ASTÉ, J.P. (1995) - Algunas bases para la concepción de escenarios de riesgo asociados a fenómenos de inestabilidad. Revista INGEOMINAS, (7):1-17.
- ZAVALA, B. & NÚÑEZ, S. (1998) - Inspección de riesgo geológico en el área de la laguna de Piuray, distrito de Chincheros, provincia de Urubamba, departamento de Cusco. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).