

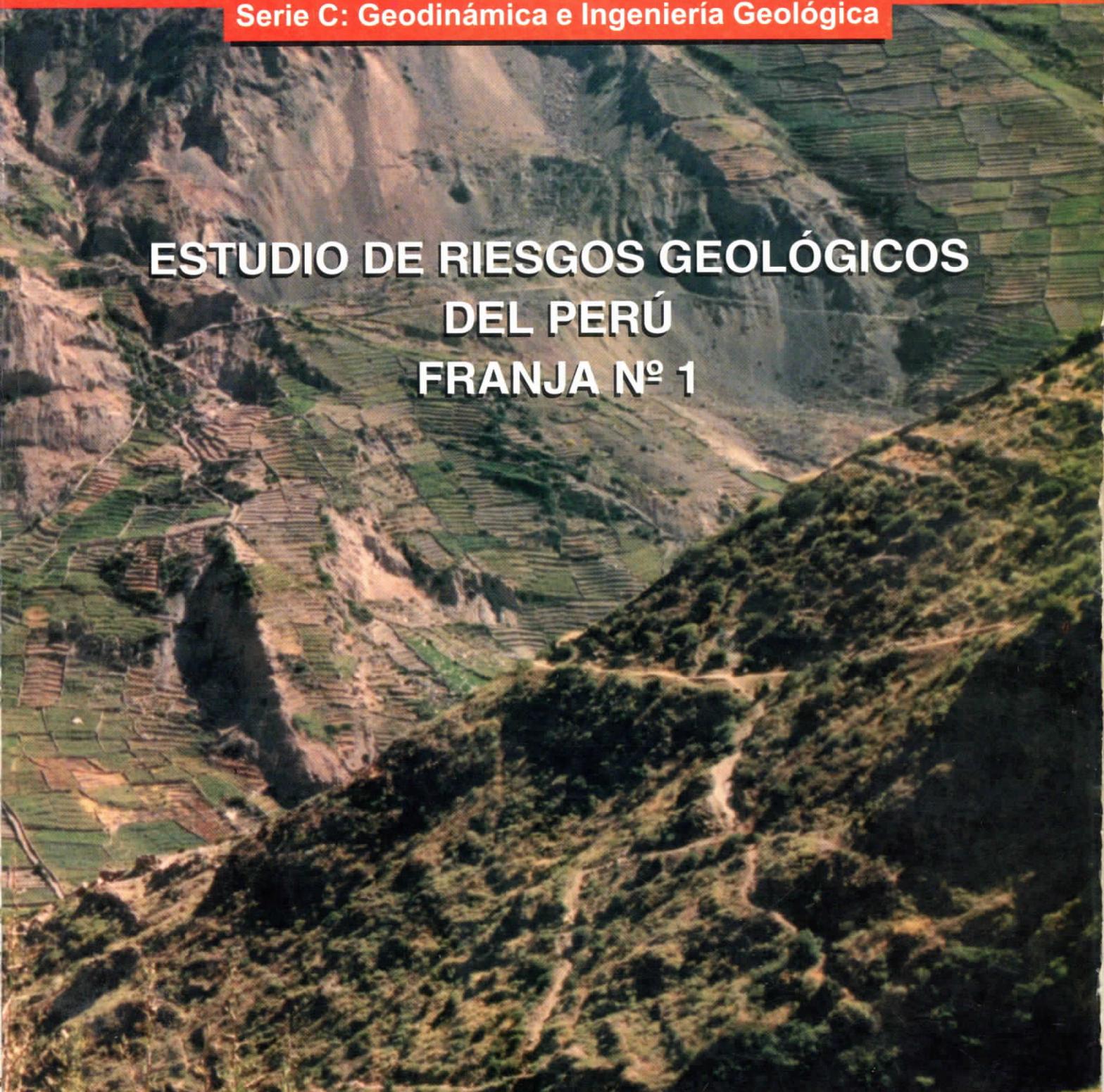
REPÚBLICA DEL PERÚ

SECTOR ENERGÍA Y MINAS

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

BOLETÍN N° 23

Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica



**ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS
DEL PERÚ
FRANJA N° 1**

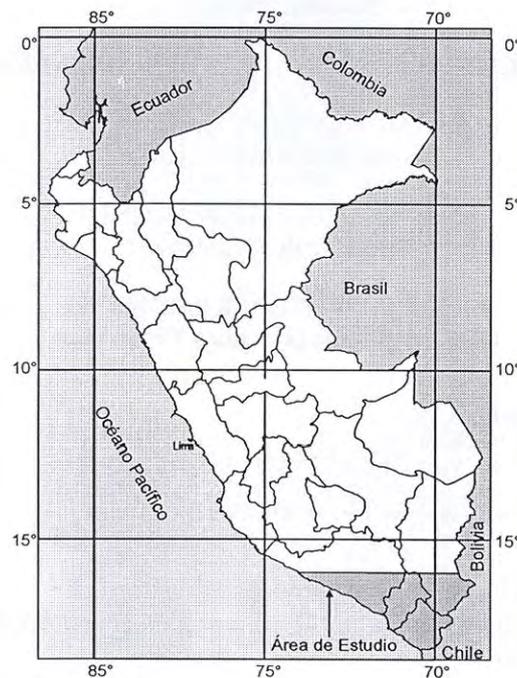


INGEMMET

Lima - Perú
Diciembre, 2000

BOLETÍN N° 23
Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica

ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS DEL PERÚ FRANJA N° 1



 **INGEMMET**

Lima - Perú
Diciembre, 2000



INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

JORGE CHAMOT SARMIENTO
Ministro de Energía y Minas

JUAN MENDOZA MARSANO
Vice-Ministro de Minas
Presidente del Consejo Directivo del INGEMMET

MARCIAL GARCÍA GARCÍA - ROBERT PLENGE CANNOCK -
LINDBERG MEZA CÁRDENAS - GERARDO PÉREZ DEL
ÁGUILA - FERNANDO PERALES CALDERÓN
Consejo Directivo

HUGO RIVERA MANTILLA
Director Técnico

FUNCIONARIOS TÉCNICOS RESPONSABLES

ÓSCAR PALACIOS MONCAYO
Director General de Geología

ANTONIO GUZMÁN MARTÍNEZ
Director de Geotecnia

FRANCISCO HERRERA ROMERO
Director de Información y Promoción

Primera Edición, INGEMMET 2001
Coordinación, Revisión y Edición
Dirección de Información y Promoción, INGEMMET
Lima - Perú
Se terminó de imprimir el 29 de marzo del año 2001 en el INGEMMET

Hecho el Depósito Legal N° 1501302001-0172
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	8
1.3 METODOLOGÍA	8
1.3.1 Gabinete I	8
1.3.2 Campo	9
1.3.3 Gabinete II	9
1.4 BASE CARTOGRÁFICA	9
Capítulo II	11
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	11
2.1 ÁMBITO DEL ESTUDIO, UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	11
2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS	11
2.3 FORMACIONES ECOLÓGICAS	13
2.4 ASPECTOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS	15
2.4.1 Características de la población	15
a) Departamento de Tacna	15
b) Departamento de Moquegua	21
c) Departamento de Arequipa	23
d) Departamento de Puno	23
2.4.2 Características de la vivienda	23
2.5 ASPECTOS ECONÓMICOS	25
2.5.1 Infraestructura de transporte	25
a) Redes viales principales	25
b) Redes viales secundarias	26
c) Aeropuertos y aeródromos	26
d) Puertos	27
2.5.2 Infraestructura agrícola y energética	27
Infraestructura agrícola	27
a. Proyecto Especial Tacna (PET)	27
a.1 Objetivos principales	28
a.2 Obras:	28
b. Proyecto Especial Pasto Grande (PEPG)	29

b.1 Objetivos	29
b.2 Obras	29
c. Proyecto Especial Majes (PEM)	29
c.1 Objetivos	29
c.2 Obras	30
d. Proyecto de Irrigación La Clesesí (PILC)	30
d.1 Objetivos	30
d.2 Obras a realizar	30
Infraestructura energética	31
a) Centrales térmicas e hidroeléctricas	31
b) Líneas de transmisión eléctrica	31
Actividad minera	34
Capítulo III	37
ASPECTOS HIDROLÓGICOS	37
3.1 METEOROLOGÍA	37
3.1.1 Precipitaciones	37
3.1.2 Temperatura	37
3.1.3 Efectos del fenómeno meteorológico El Niño	38
3.2 AGUAS SUPERFICIALES	39
3.2.1 Vertiente del Pacífico	40
3.2.2 Vertiente del Titicaca	40
3.3 AGUAS SUBTERRÁNEAS	41
3.3.1 Acuíferos	41
3.4 LAGUNAS	44
3.5 FUENTES TERMALES	45
a) Chachani	45
b) Ubinas	45
c) Calacoa	46
d) Tutupaca	47
e) Río Mauri	47
f) Otras zonas	48
3.6 BALANCE HÍDRICO	50
Capítulo IV	51
GEOMORFOLOGÍA	51
4.1 FAJA LITORAL (FL)	51
4.2 CORDILLERA DE LA COSTA (CC)	51
4.3 PLANICIE COSTANERA (PC)	53
4.4 VALLES	53
4.4.1 Valle Estrecho Inundable (Vi)	55
4.4.2 Valle Cañón (Vc)	56
4.4.3 Conos de Deyección (Cd)	56
4.5 CORDILLERA OCCIDENTAL	56

4.5.1	Flanco Andino Occidental (Co)	56
4.5.2	Colinas Disectadas (Cold)	58
	Unidades Localizadas	58
	Superficie Colinosa Proluvial (Scp)	58
	Llanura Intramontana (LL)	58
	Superficie de Flujos Piroclásticos (Sfp)	60
4.6	ARCO VOLCÁNICO	60
4.6.1	Complejo de Conos Volcánicos (Com)	60
4.6.2	Conos Volcánicos (Cov)	62
4.6.3	Lomadas (Lo)	62
4.6.4	Montaña (Mo)	62
4.6.5	Nieves Perpetuas (Np)	64
4.7	ALTIPLANO	64
4.7.1	Planicie Altiplánica (PA)	64
4.7.2	Colinas Altiplánicas (Col-Alt)	64
4.7.3	Mesetas (Me)	64
4.7.4	Depresión del Lago Titicaca	65
Capítulo V		69
ASPECTOS LITOLÓGICOS-ESTRUCTURALES		69
5.1	UNIDADES LITOLÓGICAS	69
5.1.1	Unidad I: Depósitos Superficiales	69
	a) Depósitos fluvio-glaciares y depósitos glaciares	69
	b) Depósitos piroclásticos	70
	c) Depósitos aluviales y fluviales	70
	d) Depósitos proluviales y coluviales	70
	e) Depósitos eólicos	70
	f) Depósitos marinos	71
	g) Depósitos antropogénicos	71
	Escombreras	71
	Relaves	72
5.1.2	Unidad II: Rocas Intrusivas	72
	a) Granodiorita-tonalita-diorita-monozodiorita (II-1)	72
	b) Granodiorita-monozodiorita-tonalita-granito-gabrodiorita (II-2)	73
	c) Granodiorita-granito-diorita-tonalita (II-3)	73
5.1.3	Unidad III: Rocas Volcánicas	74
	a) Tobas y brechas (III-1)	74
	b) Andesitas-dacitas-tobas (III-2)	75
5.1.4	Unidad IV: Rocas Volcánico-Sedimentarias	76
5.1.5	Unidad V: Rocas Sedimentarias	76
	a) Areniscas, areniscas conglomerádicas y conglomerados (V-1): ...	76
	b) Cuarcitas, areniscas, lutitas carbonosas, limolitas y calizas (V-2):	77
	c) Calizas, areniscas calcáreas y chert (V-3):	77
5.1.6	Unidad VI: Rocas Metamórficas	77

Capítulo VI	79
PELIGROS NATURALES	79
6.1 CLASIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES MÁS FRECUENTES	79
6.1.1 Peligros Geológicos de Remoción en Masa (Clasificación según Varnes)	79
a) Desprendimientos (Falls).....	79
Caída de rocas (rock falls)	81
Caída de detritos o de tierras (derrumbes)	81
b) Vuelcos (Topples)	81
c) Deslizamientos (Slides).....	82
Rotacionales	82
Traslacionales	82
d) Derrames Laterales (Lateral Spreads).....	83
e) Flujos (Flows)	83
Flujos en roca o en el substrato	83
Flujos en detritos.....	84
f) Movimientos complejos	85
6.1.2 Otros Peligros Geológicos	86
a) Arenamiento	86
b) Hundimiento	86
c) Erosión de suelos (laderas)	86
d) Erosión de riberas	87
6.1.3 Peligros Volcánicos	87
a) Caídas de tefras	87
b) Flujos piroclásticos	88
c) Flujos de lavas	89
d) Lahares	89
e) Colapso y avalancha de escombros	90
f) Domos	90
g) Gases volcánicos	91
6.1.4 Peligros Sísmicos	91
a) Sismos	91
b) Tsunamis	92
6.2 PELIGROS HIDROLÓGICOS	92
6.2.1 Inundaciones	92
Inundaciones terrestres	92
Inundaciones costeras	94
Inundaciones lagunares	94
6.2.2 Desertificación	97
6.2.3 Salinización	99
6.2.4 Sequías	101
6.3 PELIGROS ATMOSFÉRICOS	102
6.3.1 Heladas	102
6.3.2 Granizadas	102

Capítulo VII	105
PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA	105
7.0 CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS (CPG) Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA (BDG)	105
7.1 FACTORES PRINCIPALES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES QUE PROPICIAN LA OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS	106
7.1.1 Factores Naturales	106
a) Agua	107
b) Sismicidad y vulcanismo	107
c) Actividad biológica	108
d) Subsistencia regional	108
7.1.2 Actividad Antrópica	108
7.2 EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA	109
7.2.1 Desprendimientos (Caída de rocas)	109
7.2.2 Desprendimientos de Rocas (Derrumbes)	109
7.2.3 Vuelcos	112
7.2.4 Deslizamientos	112
7.2.5 Flujos	120
a) Peligros por flujos de lodo	120
b) Peligro por huaycos	126
c) Peligro por reptación de suelos	126
7.2.6 Movimientos Complejos	146
7.2.7 Arenamientos	146
7.2.8 Erosión de Laderas	149
7.2.9 Erosión de Riberas	158
Capítulo VIII	175
PELIGROS VOLCÁNICOS	175
8.0 GENERALIDADES	175
8.1 EVALUACIÓN DEL PELIGRO VOLCÁNICO EN LA FRANJA N° 1	175
8.1.1 Historia Eruptiva del Área	175
8.1.2 Evolución Volcánica y Mecanismos Eruptivos	176
8.2 ESTADO DE LOS VOLCANES EN LA FRANJA N° 1	181
8.2.1 Volcanes Latentes y/o Dormidos con Actividad Volcánica en el Holoceno o Reciente	182
8.3 ÁREAS AFECTADAS POR AMENAZAS VOLCÁNICAS	184
8.4 VIGILANCIA Y MONITOREO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA	187
Capítulo IX	189
PELIGRO SÍSMICO	189
9.1 SISMICIDAD	189
9.1.1 Historia Sísmica	190
Historia Sísmica de la Franja N° 1	190

Intensidades	193
9.1.2 Sismotectónica de la Región	201
9.1.3 Distribución Espacial de los Sismos	202
9.1.4 Estudio Sísmico Probabilístico	202
9.1.5 Determinación del Peligro Sísmico	205
9.1.6 Aceleración y Periodos de Retorno	206
9.2 TSUNAMIS	211
9.2.1 Importancia del Estudio Histórico de los Tsunamis	213
9.2.3 Posibles efectos de Tsunamis en la Costa Suroeste del Perú (Franja N° 1)	215
Capítulo X.....	221
ZONIFICACIÓN DEL RIESGO Y ÁREAS CRÍTICAS	221
10.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN	221
10.2 MAPAS DE OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA	222
10.3 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (MPGM)	222
10.3.1 Áreas sujetas a desprendimientos	222
10.3.2 Áreas sujetas a deslizamientos	223
10.3.3 Áreas sujetas a movimientos complejos	223
10.3.4 Áreas sujetas a flujos	224
10.3.5 Áreas sujetas a arenamiento	224
10.3.6 Áreas sujetas a erosión de laderas	224
10.3.7 Áreas sujetas a inundaciones	225
10.3.8 Áreas sujetas a peligros volcánicos	225
10.3.9 Zonificación sísmica	226
10.4 MAPA DE INSTALACIONES CRÍTICAS (MIC)	226
10.5 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES Y DE INSTALACIONES CRÍTICAS	226
Capítulo XI.....	229
MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O CORRECTIVAS	229
11.1 CÓMO PUEDEN IDENTIFICARSE ZONAS AMENAZADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS	229
11.2 CÓMO DEBE EFECTUARSE LA EVACUACIÓN	229
11.3 MEDIDAS CORRECTIVAS	230
11.3.1 Para Áreas con Deslizamientos	230
Medidas de prevención	230
Medidas de protección	231
11.3.2 Para Inundaciones y Flujos Rápidos (Aluviones y Huaycos)	231
Medidas de Protección	231
a) Permanentes	231
b) De emergencia	231
c) Sistemas de protección contra las inundaciones	232

11.3.3 Para otros Fenómenos de Remoción en Masas	233
11.3.4 Para Sismos y Tsunamis	234
11.3.5 Para Peligros Volcánicos	235
11.4 MEDIDAS CORRECTIVAS	235
11.4.1 En Taludes	235
a) Corrección por modificación de la geometría del talud	236
b) Corrección por drenaje	237
c) Corrección por elementos resistentes	240
c.1) Pilotes	254
c.2) Muros pantalla	255
d) Correcciones superficiales	255
d.1) Mallas de alambre metálico	257
d.2) Sembrado de taludes	257
d.3) Hormigón gunitado	258
11.4.2 De Cauces	259
Capítulo XII	261
EVALUACIÓN DE PRINCIPALES OBRAS DE INGENIERÍA	261
12.1 ESTABILIDAD DE PRESAS DE RELAVES	261
12.2 PRESAS	264
12.3 CANALES	264
12.4 CARRETERAS	264
12.5 CENTRALES	266
12.6 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN:	267
12.7 TÚNELES	267
12.8 FUNDICIÓN Y REFINERÍA	268
Capítulo XIII	269
CONSIDERACIONES GEOLÓGICO AMBIENTALES	269
13.1 CONSIDERACIONES	269
13.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS	273
13.3 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO	275
13.4 ÁREAS GEOLÓGICAS TURÍSTICAS (MONUMENTOS NATURALES).....	277
CONCLUSIONES	281
RECOMENDACIONES	285
BIBLIOGRAFÍA	287

PARTICIPANTES EN EL PROYECTO

Antonio Guzmán Martínez

Lionel Fidel Smoll

Bilberto Zavala Carrón

Germán Valenzuela Ortiz

Segundo Núñez Juárez

Walter Pari Pinto

RESUMEN

La Franja N° 1 ubicada entre los paralelos 16°00' y 18°30' de latitud sur, tiene una población de 1 336 060 habitantes (INEI, 1993), de la cual 413 388 corresponde a la población económicamente activa, abarca una superficie de 70 000 km², en los departamentos de Tacna, Moquegua, las provincias de Chucuito, Yunguyo y El Collao en el departamento de Puno; las provincias de Arequipa y Camaná correspondientes al departamento de Arequipa, parte de Caravelí (distrito de Atico), los distritos de Uraca, Aplao y Huancarqui de la provincia de Castilla y los distritos de Huanca y Lluta de la provincia de Cailloma.

La infraestructura en la franja está constituida por las carreteras Panamericana Sur, Binacional Ilo-Desaguadero, Puno-Desaguadero, Repartición-Matarani-Mollendo-Punta de Bombón, Costanera Ilo-Tacna (asfaltadas), Arequipa-Puno, Tacna-Tarata-Candarave y Tacna-Pachía-Palca-Tripartito (en parte asfaltada), y otras carreteras afirmadas que unen los pueblos del interior; los aeropuertos internacionales Rodríguez Ballón de Arequipa y Carlos Cipriani en Tacna y los aeródromos de Ilo y Moquegua; tres puertos de primer orden (Ilo, Matarani y Mollendo); tres grandes proyectos de irrigación (Majes, Pasto Grande y Tacna); centrales hidroeléctricas de Charcani, Aricota y Cuajone y varias centrales térmicas; el Sistema Interconectado del Sur, con seis líneas de transmisión eléctrica importantes y tres grandes minas de cobre (Toquepala, Cuajone y Cerro Verde).

Las condiciones climáticas varían de oeste a este de acuerdo con los pisos altitudinales: a) Región costanera (< 2000 msnm), desértico, lluvias escasas e irregulares (entre 2 y 12 mm); b) Región andina árida (2 000-3 000 msnm), con un clima desértico montano templado, lluvias estacionales (entre 98 y 277 mm); c) Región andina (entre 3 000 y 4 000 msnm), clima templado sub-húmedo, con precipitaciones entre 226 y 560 mm y d) Región andina superior(> 4 000 msnm), frígido, seco, precipitaciones de tipo estacionario que alcanzan valores entre 296 y 481 mm anuales.

En la franja se encuentran 10 de las 53 principales cuencas de la vertiente del Pacífico (Atico, Caravelí, Ocoña, Camaná-Majes, Quilca-Siguas-Vítor, Tambo, Osmore-Moquegua, Locumba, Sama y Caplina), y 4 de las 10 cuencas principales de la vertiente del Titicaca (Ilave, Mauri, Zapatilla y Ccallaccane).

Los recursos hídricos subterráneos existen en las áreas altiplánicas se encuentran en potentes formaciones o acuíferos regionales entre los 4 000 y 5 000 msnm, y en la zona

costanera los acuíferos se localizan en los conos de deyección de los ríos, en formaciones aluvionales y son predominantemente libres.

Las áreas geotermales dentro de la franja son: **a) Chachani** con las fuentes de La Calera, Aguas Calientes, Baños de Yura, Baños de Jesús y Socosani; **b) Ubinas** con las fuentes de Ubinas, Huarina, Ccacahuara, Lucco, Exchage, Pampilla, Aquina, Ichuña y Ulucán; **c) Calacoa** con las fuentes de Sicolaque, Sayasayani, Putina, Cuchumbaya, Huanuscucho, Huallaquere; hacia el este las fuentes de Puente Ccollo o Puente Bello y Chilota; **d) Tutupaca** con las fuentes de Pampa Turun Turun, Quebrada Azufre, Río Callazas y Quebrada Tacalaya en el flanco sur y sureste del volcán Tutupaca, y las fuentes de Río Calientes, Quebrada Ancocollo, Vilacota y Kovire); **e) Río Mauri** con las fuentes de La Boratera y Putina Grande, pampas de Kallapuma y quebrada Chungara; **f) Otras zonas** entre las que se mencionan Pocpocollo, Collpa Apacheta, Aguas Calientes, Ticaco, Ichuña, Jesús María y Tolapalca.

En el área están definidas las unidades geomorfológicas: **a) Faja Litoral (FL)**, **b) Cordillera de la Costa (CC)**, **c) Planicie Costanera (PC)**, **d) Valles** diferenciándose las subunidades como: Valle estrecho inundable (Vi), Valle cañón (Vc) y Conos de deyección (Cd); **e) Cordillera Occidental**, dividida en tres sub unidades: Flanco andino occidental (Co), Colinas disectadas (Cold), y unidades localizadas como: Superficie Colinosa Proluvial (Scp), Llanura Intramontana (LL) y Superficie de Flujos Piroclásticos (Sfp); **f) Arco Volcánico**, con sus subunidades: Complejo de conos volcánicos (Com), Conos volcánicos (Cov), estrato-conos y domos-lava, Lomadas (Lo), Montaña (Mo) y Nieves perpetuas (Np); **g) Altiplano**, diferencian: Planicie altiplánica (PA), Colinas altiplánicas (Col-alt), Mesetas (Me) y la Depresión del lago Titicaca.

En base a sus características litológicas se han diferenciado 6 unidades litológicas:

I : Depósitos Superficiales (Fluvioglaciares y glaciares, piroclásticos, aluviales y fluviales, proluviales y coluviales eólicos, marinos y antropogénicos), **II: Rocas Intrusivas** (granodiorita-tonalita-diorita-monzodiorita (II-1), granodiorita-monzodiorita-tonalita-granitogabrodiorita (II-2), granodiorita-granito-diorita-tonalita (II- 3)); **III: Rocas Volcánicas**, subdividido en 2 sub unidades: tobas y brechas (III-1) y andesitas-dacitas-tobas (III-2); **IV: Rocas Volcánico-Sedimentarias**; **V: Rocas Sedimentarias**: Areniscas, areniscas conglomerádicas y conglomerados (V-1), cuarcitas, areniscas, lutitas carbonosas, limolitas y calizas (V-2), calizas, areniscas calcáreas y chert (V-3) y **VI: Rocas Metamórficas**.

Las zonas de mayor susceptibilidad a los peligros geológicos se han localizado en orden de importancia en rocas sedimentarias Subunidad V₁ (formaciones Moquegua, Camaná, Huanca, grupos Puno y Mitu), Subunidad V₂ (grupos Yura, Cabanillas, Ambo y Formación Sotillo), en rocas volcánico-sedimentarias (Grupo Tacaza) y rocas volcánicas.

Para la clasificación de peligros geológicos naturales, se ha adoptado la propuesta por VARNES (1978), agrupándolos en cinco grupos principales: **A) Desprendimientos (Falls)**: caída de rocas (rock falls) y caída de detritos o de tierras (derrumbes); **B) Vuelcos**

(**Topples**); **C) Deslizamientos (Slides)**: rotacionales, traslacionales y pandeos; **D) Derrames laterales (Lateral Spreads)**; **E) Flujos (Flows)** *debris flow* («huayco»), *mudflow* (flujos de lodo), *solifluction* («soliflucción»), *debris avalanche* («aluvión») y *soil creep* («reptación de suelos») y **F) Movimientos Complejos**. Se incluyen otros peligros geológicos frecuentes: arenamiento, hundimiento, erosión de suelos, erosión de riberas, los **peligros volcánicos** (caídas de tefras, flujos piroclásticos, flujos de lavas, lahares, colapso y avalancha de escombros, domos, gases volcánicos) y los **peligros sísmicos** (sismos y tsunamis). Entre los **peligros hidrológicos** se consideran las inundaciones (terrestres, costeras y lagunares), desertificación, salinización, sequías, así como **peligros atmosféricos** (heladas y granizadas).

Entre los principales peligros geológicos que han modificado principalmente la morfología de la Franja N° 1 destacan: **a) Peligros volcánicos**: La erupción del volcán Huaynaputina en 1600 con caídas de tefras y flujos piroclásticos y la avalancha de escombros del Ticsani que represó el río Tambo; **b) Peligros sísmicos**: Los terremotos de 1868 y 1877 que afectaron gran parte del sur del Perú y norte de Chile; **c) Peligros de Remoción en Masa**: Deslizamientos y flujos de lodo (movimientos complejos) que represaron en el pasado las lagunas de Aricota, Coralque y el río Tambo; deslizamientos de tierras en los valles de Siguas y Vítor originados por las irrigaciones de las Pampas de Siguas, Cano y San Isidro, los deslizamientos y derrumbes de Camilaca y Cairani (valle de Tacalaya).

La base de datos georeferenciada incluye 571 datos de peligros geológicos detectados en la Franja, reconociéndose en orden de mayor ocurrencia 158 huaycos, 136 derrumbes, 63 erosiones de ribera, 54 caída de rocas, 52 deslizamientos, 34 movimientos complejos, 31 áreas con peligro por inundaciones, 21 sectores afectados por erosión de laderas, 11 arenamientos, 5 reptaciones de suelos, 4 vuelcos y 2 flujos de lodo.

Los peligros geológicos que causan mayores daños son los movimientos complejos, seguidos de los deslizamientos, huaycos e inundaciones y derrumbes.

Entre los movimientos complejos destacan los deslizamientos-flujos de: El Tambo Pie de Cuesta, La Ramada-Pachaqui (valles de Vítor y Siguas) y Lloque (Tambo); derrumbes-flujo de detritos: Frente a Huachipa La Berenguela y La Cosío (valle de Vítor); deslizamientos rotacionales-traslacionales: La Cano-Tacar (valle de Vítor), El Rodado-Pallata (Candarave); caída de rocas-flujo de detritos: Cerro de Arena; deslizamiento traslacional-derrumbe: Camilaca.

Los deslizamientos de San Juan de Siguas y Las Tinajeras (valle de Siguas), en el valle de Carumas (Amayane y Cotapampa), en el valle de Puquina (frente a Hembruna y Caimán), en la carretera binacional (Cruz del Siglo y Torata).

Los huaycos de Yanahuara y Totorani (río Tambo), los del valle de Ubinas, los del río Queñamichi, quebrada del cerro Janco Collo, quebrada Oruma y sector Curucuruni (interrumpen la carretera Ilave-Mazo Cruz); las torrenteras temporales de Arequipa, y los huaycos que se activan con lluvias excepcionales como Socso, Pedregal, Cosos (valle de Camaná-Majes), Caracharma (valle de Siguas), Ancocirca, Colocaya y Mirave (valle de

Curibaya-Locumba), y la quebrada Huaylla Viejo-Chilcane (carretera Yura-Huanca).

Las inundaciones y erosiones de ribera, son frecuentes en los valles de Ocoña (Puente Ocoña y Pueblo Viejo, aguas arriba de Santa Rita, Pararcana, Surita, Jahuiche, Urasqui y La Atiqueña), Camaná-Majes (Huacapuy-San José, Torán y Pampa Blanca, La Laja, Collón, Querulpa Grande, Sonay), Quilca-Siguas-Vítor (La Chilina, Arequipa, Tiabaya, Uchumayo, Socabón, Vítor, Mococho, La Cano, San Juan de Siguas, aguas abajo de Lluclla y Pitay, etc.), Tambo (Ichuña, Chucarapi, Pampa Blanca, Exchage, La Pampilla, Quelgua Chico, Uchas y aguas abajo de El Fiscal).

Los derrumbes que ocurren por sectores en la Carretera Panamericana Sur entre Ocoña-La Planchada-Atico, San Basilio-Puente País Vasco (carretera Huanca-Lluta), entre Omate y Quinistaquillas, entre Omate-Puquina, en los valles de Camaná, Majes (Mamas, Querulpa Grande, frente a Santo Domingo, entre Morro y Punta Colorada, Recodo Cerro y entre Pitis y Pedregal), valle de Curibaya, valle de Ilabaya (Toco), valle de Vítor (Pueblo Nuevo, Valencia Grande, La Cano, La Ophela; también los producidos por socavamiento fluvial como en Yojo (Carumas), Caraquen-La Pascana (río Tambo), o erosión marina (El Alto y Punta El Chural, carretera Camaná-Quilca).

Los volcanes potencialmente activos en la Franja N° 1 con influencia o no en el área son: **Activos que reportan actividad histórica:** Ubinas, Misti, Tutupaca, Sabancaya; **Fumarólicos:** Yucamane y Tacora (Chile); **Latentes:** Huaynaputina, Ticsani, Paucarani y Coropuna, **Dormido:** Chachani. Entre los sistemas volcánicos que no reportan actividad histórica, sin embargo muestran morfologías volcánicas, la más espectacular es la avalancha de escombros que generó el Ticsani Antiguo, y las acumulaciones de tefras de pómez y cenizas asociadas al emplazamiento de domos, que se observan hacia el lado SE del volcán. Otras manifestaciones holocénicas de carácter lávico se tienen en las coladas de lavas fisurales de los volcanes Paucarani, Nazaparco y Vizcachas.

Los principales tipos de productos, en términos de amenaza volcánica, que se pueden dar y/o han ocurrido son: **caída de tefras, flujos piroclásticos, avalancha de escombros, flujos de lavas, lahares y explosiones laterales dirigidas (blast).**

Otros tipos de amenazas volcánicas se refieren a **Sismos Volcánicos** que podrían acelerar algunos deslizamientos como los de Querapi, Cochitayoc y Anascapa (volcán Ubinas) y también flujos de detritos; deslizamientos de Pallata y El Rodado y otros en el valle del río Callazas, deslizamientos y derrumbes de Camilaca (Tutupaca/Yucamane); avalancha de escombros en el flanco NO del volcán Misti, y flanco SE del volcán Ubinas; **Emisión de gases:** Al igual que otros estrato-volcanes en el mundo, es probable que el volcán Ubinas emita gases, produciendo molestia a la vista y sistema respiratorio de las personas y animales y **Ondas de Choque** que pueden afectar áreas pobladas (rotura de vidrios, lanzamiento brusco de personas) y áreas agrícolas (volcamiento de árboles).

En los últimos 400 años el territorio de la Franja N° 1 ha sido afectado con variable severidad por más de 30 terremotos, destacando los de 1604, 1687, 1715, 1784, 1868 y 1877, el primero y los dos últimos originaron maremotos (tsunamis), que afectaron todo su litoral. Se calcula que los sismos de 1868 (epicentro localizado cerca a Arica) y 1877 (epicentro localizado cerca a Iquique), tuvieron una magnitud de 8.5.

Desde hace más de 100 años (1868 hasta la fecha), no se han producido sismos de gran magnitud que la afecten, por ello se considera a este lapso de tiempo, como una zona de brecha, gap o silencio sísmico, por lo que en el futuro podría producirse un sismo de características similares a los ya ocurridos anteriormente.

Se ha determinado el peligro sísmico de 12 localidades y 12 puntos distribuidos, equidistantes en toda la franja sur del Perú, utilizándose la metodología e información pertinente disponible en la literatura. Se ha empleado el programa RISK desarrollado por MC. GUIRE (1976) con datos de la Ley de Atenuación de CASAVARDE Y VARGAS (1980) para los sismos de subducción y MC. GUIRE (1974) para los sismos continentales.

Se han utilizado las fuentes sismogénicas y parámetros de recurrencia definidos por CASTILLO (1993), calculándose las aceleraciones sísmicas máximas esperadas para distintas localidades (Arequipa, Atico, Ocoña, Camaná, Mollendo, Ilo, Moquegua, Omate, Tacna, Pizacoma, Juli, Tarata), con períodos de retorno de 30, 50, 100, 200, 400, 475 y 1000 años.

Los principales terremotos tsunamigénicos que han ocurrido en la costa sur del Perú, y norte de Chile, afectando el litoral, son los de 1604, en la latitud 17,9° y longitud 71°, en 1868 con latitud 18,5° y longitud 71,2° y el de 1877, en la latitud sur 19,6° (Chile), todos ellos con una magnitud de 8,5.

Se han preparado mapas de ocurrencias por cada peligro geológico, teniendo en cuenta su intensidad y riesgo, conceptos cualitativos adoptados en la toma de datos que corresponden a los términos de «peligro» o «amenaza» y vulnerabilidad respectivamente; así como un mapa compilado de todos los peligros geológicos de remoción en masa e hidrológicos, denominado Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM), lo que a su vez permitió conocer las áreas sujetas a estos fenómenos.

De acuerdo a la zonación de peligros geológicos se han localizado cinco zonas de muy alta amenaza: a) valle del río Tambo, aguas arriba de su confluencia con el río La Capilla, b) valle del río Locumba (entre Locumba y Candarave: ríos Ilabaya, Curibaya y Callazas), c) valle del río Moquegua-Tumilaca-Cuajone-Salado (aguas arriba de Samegua y Pampa Cuellar), d) falda norte y suroeste del volcán Misti (entre Alto Selva Alegre y Aguada Blanca) y e) valle medio del río Siguas (entre Pachaqui y Pitay).

La combinación del Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) con el Mapa de Instalaciones Críticas (MIC) permite mostrar cuales son las áreas en las que se requiere mayor información, diferentes técnicas de reducción de amenazas o atención inmediata cuando ocurre un evento peligroso.

Se incluyen las medidas de prevención para los diferentes peligros geológicos así como las medidas correctivas para tratamiento de taludes en zonas afectadas por peligros de remoción en masa.

Se evalúa el estado de las principales obras de infraestructura como presas, presas de relaves, canales de los grandes proyectos de irrigación, carreteras principales y secundarias, centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, líneas de transmisión, túneles, fundición y refinería.

En el contexto de las consideraciones geológico-ambientales, se evalúa el medio físico de la Franja N° 1, los problemas de contaminación natural y antrópica que la afectan, lo natural se manifiesta por las fumarolas que arrojan los volcanes activos y fumarólicos como: Ubinas, Tutupaca, Misti y Yucamane, la contaminación de las aguas de los ríos Mauri, Tacalaya, Callaza y Salado por los recursos hidrotermales que se localizan en sus nacientes, y otros ejemplos más; por acción antrópica mediante el empleo de plaguicidas y abonos en la agricultura, la sanguaza de la actividad pesquera, las presas de relaves de pequeñas minas hoy paralizadas, la contaminación de las aguas del mar (bahía Los Ingleses).

El estado de muchas carreteras de penetración todavía sin asfaltar que ocasionan el levantamiento de nubes de polvo al paso de los vehículos; la falta de rellenos sanitarios para la depositación ordenada de los residuos sólidos de las ciudades y pueblos, la contaminación por los gases que arrojan los vehículos automotores (Arequipa), el crecimiento desordenado de las grandes ciudades sin planes de ordenamiento territorial. Nos permiten manifestar que en la Franja N°1 desde el punto de vista de la geología ambiental hay mucho por hacer y es necesario que tanto el Gobierno Central como los regionales y locales incidan en su aplicación para el desarrollo sostenible de sus poblaciones.

En la Franja N° 1 existe un Área de Reserva Nacional (Salinas - Aguada Blanca), un Santuario Nacional (Lagunas de Mejía) y la Zona Reservada: Aymara-Lupaca; un variado patrimonio arqueológico y áreas geológicas que es necesario destacar como monumentos naturales con geoformas de interés turístico que convenientemente implementadas pueden utilizarse para desarrollar el turismo recreacional, de aventura, científico, etc. tanto para nacionales como extranjeros, ellas son: a) Monumento Natural de Paucarani, b) Monumento Natural de los Volcanes de Mauri; c) Monumento Natural de Candarave-Calientes, d) Monumento Natural de Puente Collo o Puente Bello y una Zona Reservada: el área de Mazo Cruz.

INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

Entre los estudios geológicos programados por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), en la Franja N°1, la Dirección de Geotecnia ha tenido a su cargo el estudio y evaluación del riesgo geológico, el mismo que se espera, contribuya a la identificación y conocimiento de los fenómenos que pueden afectar la seguridad física y poblacional de centros poblados, mineros e industriales, las obras de infraestructura y el medio ambiente de la región.

La Franja N° 1 se ubica entre los paralelos 16°00' y 18°30' y comprende el territorio de los departamentos de Tacna y Moquegua, y parte de Arequipa y Puno. Se caracteriza por ser una zona que ha sufrido fuerte compresión con altitudes que en cortas distancias varían desde los 0 m hasta más de 5 500 msnm. Las ciudades más importantes son Tacna que se encuentra a 500 msnm, Moquegua a 1 410 msnm y Arequipa a 2 500 msnm.

En esta franja han ocurrido una serie de fenómenos naturales tanto de geodinámica externa (deslizamientos, huaycos, caída de rocas, derrumbes, arenamiento, etc.) como interna (sismos, vulcanismo) provocando desastres con fuerte incidencia en el desarrollo socioeconómico de la región.

Entre los principales fenómenos geológicos, que han afectado a la región estudiada, destacan la erupción del volcán Huaynaputina en el año 1600, que afectó a todo el sur del Perú; el terremoto de 1868 en el sur del Perú y el de 1877 en el norte de Chile que destruyó las ciudades de Tacna, Moquegua, Arequipa (sur del Perú), Arica, Iquique y Antofagasta (norte de Chile); el deslizamiento de Aricota en la margen derecha del río Locumba que dio lugar al represamiento de la actual laguna de Aricota, posiblemente después de una época interglaciárica; los deslizamientos en el valle de Vítor y Siguas, generados por las irrigaciones de las pampas de Siguas, La Cano y San Isidro; el deslizamiento de Lloque que represó el río Tambo, y que en 1986 se reactivó en el sector sur del poblado, represándolo; la avalancha de escombros del volcán Ticsani que represó el río Tambo, de probable edad holocénica; el deslizamiento de Huilatagua que formó la laguna de Coralque, cuyo desagüe natural continúa hasta la actualidad; los derrumbes de Camilaca y Cairani que represaron el río Camilaca formando la laguna provisional de Camilaca, la

que al romper el dique natural provocó un aluvión que llegó hasta el sector de Ilabaya; el deslizamiento de Pallata-cerro El Rodado, los problemas de erosión de ribera e inundaciones que, en épocas de lluvias estacionales a excepcionales, provocan los ríos Ocoña, Camaná-Majes, Quilca-Siguas-Vítor, Tambo y Locumba de la vertiente pacífica afectando directamente carreteras y terrenos agrícolas, y muchos otros fenómenos que se describen en el capítulo de Peligros Geológicos de Remoción en Masas.

La población, en la franja estudiada, se estima aproximadamente en 1,35 millones de habitantes, desempeña un rol importante en el desarrollo de la actividad económica del país, al haber estado históricamente asociada a la ocurrencia de desastres naturales provocados por peligros geológicos, justifica la necesidad de efectuar estudios que determinen con precisión los peligros que la amenazan y que ponen en riesgo su seguridad física si no se adoptan medidas de prevención para atenuar sus efectos.

1.2 OBJETIVOS

Los objetivos del presente estudio son:

- ◆ Realizar el Inventario y estudio de los fenómenos naturales y antropogénicos que afectan el ambiente de la región de estudio.
- ◆ Analizar la vulnerabilidad de las poblaciones, así como de terrenos agrícolas, centros mineros, pesqueros, industriales, etc. ante la ocurrencia de un fenómeno natural.
- ◆ Establecer parámetros de prevención y mitigación para tratar las diferentes clases de fenómenos naturales que afectan a la Franja N° 1.
- ◆ Actualizar el banco de datos con información sobre los fenómenos naturales que afectan a la región que corresponde a la Franja N° 1.

1.3 METODOLOGÍA

El trabajo se ha realizado en las siguientes fases:

1.3.1 Gabinete I

- ◆ Recopilación, selección y evaluación de la información bibliográfica y cartográfica disponible de la franja.
- ◆ Evaluación de la información disponible en el banco de datos.
- ◆ Fotointerpretación usando aerofotografías e imágenes de satélite de secuencias geológicas, geomorfológicas, riesgo geológico, hidrológicas, etc.
- ◆ Recopilación de la información hidrológica
- ◆ Recopilación de la información vulcanológica y sísmica.

- ◆ Elaboración de la información geológica básica a emplearse en los trabajos de campo.
- ◆ Preparación para los trabajos de campo

1.3.2 Campo

- ◆ Inventario y evaluación in situ de los fenómenos de riesgo geológico.
- ◆ Análisis de las principales presas de relaves que se encuentran en la Franja N° 1.
- ◆ Toma de muestras de agua de las principales fuentes que se ubican en la franja estudiada
- ◆ Inventario y análisis de áreas geológicas de interés turístico.

1.3.3 Gabinete II

- ◆ Ensayos de laboratorio
- ◆ Análisis y comparación de la información obtenida en los trabajos de campo gabinete y laboratorio.
- ◆ Tratamiento de la información hidrológica
- ◆ *Tratamiento de la información sísmica*
- ◆ Preparación de mapas, figuras y gráficos
- ◆ Preparación del informe
- ◆ Presentación del informe
- ◆ Actualización del banco de datos

1.4 BASE CARTOGRÁFICA

Para la ejecución de este trabajo se ha utilizado:

- ◆ Cartas fotogramétricas a escala 1:100 000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN)
- ◆ Fotografías aéreas de vuelo USAF a escalas 1:40 000 y 1:60 000 disponibles en el IGN.
- ◆ Mapas de la Carta Geológica a escala 1:100 000.
- ◆ Imágenes de satélite Landsat 5 a escalas 1:50 000, 1:100 000 y mosaico de la Franja N° 1 a escala 1: 500 000
- ◆ Mapas a escala 1: 1 000 000 sobre ecología, clima, hidrología, etc. de diversos organismos públicos.

Capítulo II

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.1 ÁMBITO DEL ESTUDIO, UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La zona estudiada se ubica entre los paralelos 16°00' y 18°30' (Figura N° 1), abarca una superficie aproximada de 70 000 km², involucrando a los departamentos de Tacna, Moquegua y parte de Arequipa y Puno.

El acceso por vía aérea al área de estudio, se hace a través de las ciudades de Tacna y Arequipa que cuentan con aeropuertos internacionales. Por vía terrestre se tienen dos vías principales como son la carretera Panamericana Sur que cruza los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, y la carretera binacional que partiendo desde Ilo (Moquegua), llega a Desaguadero (Puno) para continuar hasta La Paz (Bolivia). De estas carreteras salen otros ramales que conducen al interior de los departamentos mencionados.

Se cuenta además con una vía férrea que une a los centros poblados de Islay, La Joya, Arequipa, y Yura. La otra vía une a Ilo con Toquepala Fig. N° 1. También cuenta con vía marítima.

2.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS

Las condiciones climáticas, de oeste a este, varían de acuerdo con los diferentes pisos altitudinales, los cuales se describen a continuación:

a) Región Costera

Clima desértico, con precipitaciones pluviales escasas e irregulares, cuyos promedios anuales alcanzan de 2 a 12 mm, humedad relativa media entre 60% y 90% y temperatura oscilante de 15.7 °C (julio y agosto) a 23 °C (enero a marzo)

b) Región Andina Árida

Está comprendida entre los 2 000 y 3 000 msnm, presenta un clima desértico montano templado, las lluvias se presentan en períodos estacionarios (enero-abril) con promedios anuales de 98-277 mm, y humedades relativas que oscilan alrededor de 65%. Las temperaturas promedio anuales varían de 12 °C a 17 °C.

c) Región Andina

Se encuentra entre los 3 000 y 4 000 msnm. Presenta un clima de tipo templado sub-húmedo con temperaturas anuales de 7,8 °C, que en los meses de verano llega a un promedio de 10,8 °C y mínimas anuales en invierno de 4,8 °C. Hay que mencionar que en el presente año la temperatura mínima extrema llegó a -20 °C.

Las precipitaciones pluviales tienen un régimen estacionario, se presentan entre los meses de enero a marzo, con promedios anuales entre 226 y 560 mm. La humedad relativa es de 48%.

d) Región Andina Superior

Está comprendida sobre los 4 000 msnm, (Altiplano y Puna), presenta un clima frígido, seco, la temperatura anual promedio es de 3,1 °C. Al igual que la región anterior las precipitaciones son de tipo estacionario y alcanzan valores entre 296 y 481 mm anuales.

De acuerdo al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI – 1988), el área de estudio comprende cinco zonas (Figura N° 2), las que se detallan en el siguiente cuadro:

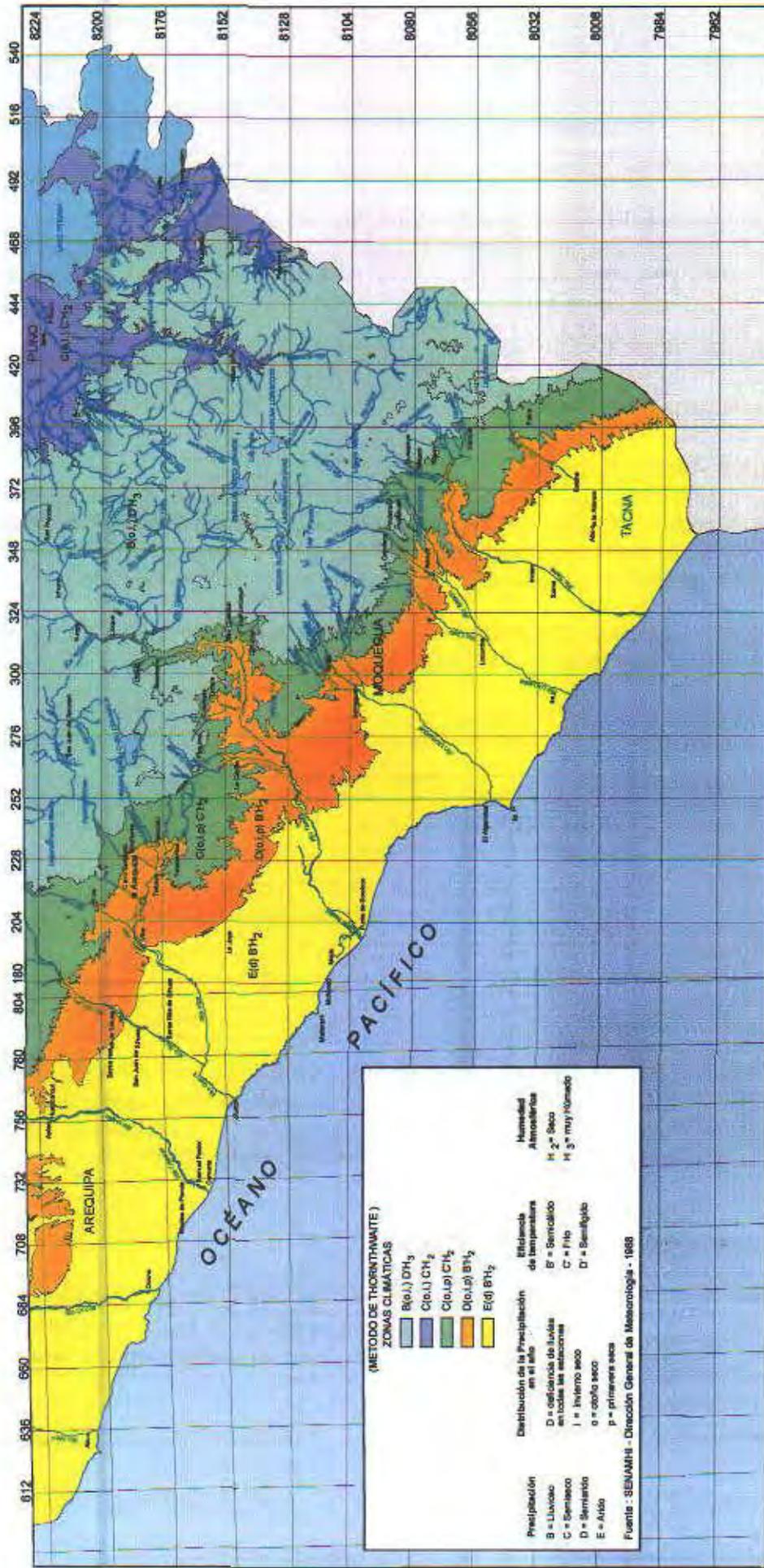
Cuadro N° 2.1
ZONACIÓN CLIMÁTICA

ZONA CLIMÁTICA	ALTITUD (msnm)	DESCRIPCIÓN	LUGARES REPRESENTATIVOS
B _(o,i) D'H ₃	> 4 000	Clima semifrío lluvioso, con deficientes lluvias en otoño e invierno, con humedad.	Mazo Cruz, Huaytire, Taruncani, Ubinas, Chojata, etc.
C _(o,i) C'H ₂	> 4 000	Clima semiseco, frío, con deficiencias de lluvias en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como seca.	Juli, Desaguadero, Zepita, Kelluyo, Pomata, etc.
C _(o,i,p) C'H ₂	4 000 – 3 000	Clima frío, semiseco, con diferencias de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como seca.	Candarave, Tarata, Calacoa, etc.
D _(o,i,p) B'H ₂	2 000 – 3 000	Clima semiarido, templado, con diferencias de lluvias en otoño, invierno y primavera, con humedad relativa calificada como seca.	Arequipa, Characato, Torata, Puquina, etc.
E _(o) B'H ₂	> 2 000	Clima semicálido, desértico, con diferencias de lluvias estacionales anuales, con humedad relativa calificada como húmeda.	Tacna, Camana, Ilo, Mollendo, Aplao, La Joya, etc.

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

2.3 FORMACIONES ECOLÓGICAS

De acuerdo al sistema de "Zonas de Vida" elaborado por el Dr. L.R. Holdridge, y al Mapa Ecológico del Perú (INRENA, 1995), en el área de estudio se han distinguido 21 zonas de vida. Dicho autor describe las zonas de vida de acuerdo a los siguientes criterios:



Mapa de Clasificación Climática



Fig. N° 2

- a) Distribución geográfica, extensión superficial y altitudes.
- b) Características climáticas de Zonas de Vida.
- c) Situación geográfica y edafológica.
- d) Características de vegetación
- e) Descripción de los usos agrícolas, pecuarios y forestales.

Las unidades ecológicas que existen en el área de estudio, se describen en el Cuadro N° 2.2, y su distribución se muestra en la Figura N° 3.

2.4 ASPECTOS SOCIO-DEMOGRÁFICOS

El área de estudio abarca todo el territorio de los departamentos de Tacna y Moquegua y la parte sur de Puno y Arequipa.

El departamento de Arequipa, en el área de estudio, involucra a las provincias de Arequipa, Camaná, parte de Caravelí (distrito de Atico), Castilla (distritos de Uraca, Aplao y Huancarqui) y Cailloma (distritos de Huanca y Lluta).

En el departamento de Puno, la parte comprendida dentro del área de trabajo son las provincias de Chucuito, Yunguyo y El Collao, parte de Puno (distritos de Pichacani, San Antonio y Ácora).

2.4.1 Características de la población

Según el compendio estadístico del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en los datos obtenidos del último censo realizado en 1993, el área de estudio contaba con una población de 1 336 060 habitantes, los cuales representan el 5,90 % de la población peruana. En el Cuadro N° 2.3 se muestran la distribución de la población del área de estudio.

En el Cuadro N° 2.4 se muestra la distribución y densidad poblacional por distrito (Figuras N° 4 y 5 respectivamente)

La población económicamente activa de la Franja N° 1 es de 413 388 habitantes, la cual se distribuye según la Cuadro N° 2.5.

a) Departamento de Tacna

El departamento de Tacna presenta una tasa de crecimiento poblacional anual de 3,5% en los dos últimos censos (1981-1993), por encima de la tasa media nacional, y una superficie de 16 075,89 km².

Cuadro N° 2.2
FORMACIONES ECOLÓGICAS Y ZONAS DE VIDA

Zona de Vida	Temperatura	Precipitación	Relieve y Suelos	Vegitación y Desarrollo de agricultura
Desierto desecado Subtropical (dd-S).	máxima anual de 22,2 °C.	44 mm anuales como máximo	Plano a ligeramente ondulado, variando a abrupto en los cerros aislados de la cordillera de la Costa. Suelos ligeramente finos, con cemento salino, cálcico o yeso, e incipiente horizonte A; Yermosoles (cálcicos o gípsicos), solonchaks (salinos), fluvisoles (en valles irrigados) y regosoles (arenosas con presencia de dunas).	Muy escasa, apareciendo especies como halófitas, distribuidas en pequeñas manchas verdes dentro del extenso arenal. Valles costeros, donde mayormente se desarrollan proyectos de irrigación, como por ejemplo el de Majes, para el mejoramiento de la agricultura.
Desierto desecado Montano Bajo Subtropical (dd-MBS).	Entre 12 y 18 °C.	Entre 15,6 y 31,2 mm.	Plano a ligeramente ondulado (planicies elevadas de la región costera); una parte accidentada o abrupta, en las pendientes escarpadas de las laderas de la vertiente occidental.	Escasa; sólo cercana a los cauces de los ríos. Actividad agrícola y ganadera a lo largo de los valles irrigados.
Desierto desecado Templado cálido (dd-Tc).	19,4 °C y 16,3 °C.	Máximo total por año es de 15,1 mm.	Plano a ligeramente ondulado, propio de la región costera, algunos sectores son accidentados y empinados.	Escasa, encontrándose a lo largo de los lechos y cauces de los ríos.
Desierto superárido Subtropical (ds-S).	Media anual de 20,8 °C	Máximo de 49,0 mm y mínimo 18,0 mm.	Suelos propios del desierto: yermosoles, algunos xerosoles, solonchaks, regosoles (arenosos, fluvisoles en los valles), andosoles vítricos y litosoles en las laderas escarpadas.	Zonas están supeditadas a constante riego por irrigaciones, para el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera
Desierto superárido Montano Bajo Subtropical (ds-MBS).	19,5 °C a 16,1 °C	El máximo total por año es de 47,3 mm	Accidentado, teniendo laderas de fuerte pendiente; escasas partes planas.	Muy escasa, apareciendo especies de vida efímera durante la estación de lluvias.
Desierto superárido – Templado cálido (ds-Tc).			Suelos delgados (litosoles), fluvisoles (estratificados y textura variada) y andosoles vítricos.	Actividad agrícola desarrollada en lugares con agua constante (ríos Ocoña y Sama)
Desierto perárido Montano Bajo Subtropical (dp-BS)	Media de 18,3 °C	Promedio total anual: 74,4 mm	Topografía abrupta, con pendientes > 70%, alternado con áreas de topografía suave.	Escasa; hierbas efímeras, dominando las gramíneas así como arbustos, subarbustos y cactáceas.
Desierto perárido Templado cálido (dp-Tc).			Suelos litosoles y donde mejora la topografía aparecen xerosoles. Asimismo andosoles vítricos.	Donde existe riego permanente, se desarrolla la agricultura (hortalizas y algunos frutales).
Desierto perárido Montano Templado cálido (dp-MTc).	Entre 6 °C y 12 °C	Promedio entre 31,25 y 62,5 mm.	Accidentado con declives mayores de 60%. Suelos litosoles de naturaleza volcánica (andosoles vítricos) en las laderas pronunciadas.	Escasa; hierbas anuales, muy esparcidas de "tola" así como gramíneas y cactáceas. Debido a la limitación por el relieve, ofrece pocas posibilidades para desarrollo de la agricultura.
Matorral desértico– Montano Bajo Subtropical Matorral desértico Templado Cálido (md-TC).	Entre 12 °C - 17 °C;	Entre 125-250 mm anuales.	Abrupto, con escasas áreas onduladas a suaves. Litosoles a lo largo del litoral; yermosoles, xerosoles y andosoles vítricos donde la topografía es más suave. Formas regosóticas donde el suelo es más profundo y arenoso.	Escasa y xerofítica. Durante las lluvias se forma una cubierta temporal de hierbas gramíneas; las cactáceas son escasas. En laderas escarpadas son frecuentes las "achupallas" y "pacpa", y en los cursos de agua "sauce", "aliso", "chilca" y "pájaro bobo".
Desierto árido Montano Subtropical (da-MS).	6 – 12 °C	Entre 62,5 y 125 mm anuales.	Fuertemente accidentado con laderas escarpadas y declives mayores de 70 %.	Gramíneas de los géneros Stipa, Festuca, Calamagrostis y la "tola".
Desierto árido Montano Templado cálido (da-MTc).			Suelos litosoles, someros; andosoles vítricos (volcánicos).	

Zona de Vida	Temperatura	Precipitación	Relieve y Suelos	Vegetación y Desarrollo de agricultura
Matorral desértico Montano Subtropical (md-MS).	Entre 12,9 °C y 9,2 °C	Promedios: máximo: 260,7 mm ; mínimo de 132,2 mm.	Configuración abrupta del relieve propicia la presencia de suelos litosoles y andosoles vítricos con materiales volcánicos. En las pocas áreas de topografía suave se desarrollan xerosoles de textura variada, calcáreos y de bajo contenido de materia orgánica.	Vegetación dominante es del tipo arbustos, subarbustos y cactáceos; con una cubierta rala de gramíneas que se desarrollan durante el corto período de lluvias. Es frecuente ver la "tola" y la "chillihua".
Matorral desértico Montano Templado cálido (md-MTc)				
Desértico semiárido Subalpino Templado cálido (dse-SaTc).	Entre 3 °C y 6 °C	Total anual promedio entre 62,5 y 125 mm.	Presenta zonas de montaña con una topografía muy escarpada, con escasas áreas de topografía suave.	Escasa, por las condiciones climáticas y la topografía del terreno; imposible el desarrollo agrícola como ganadera. En algunos lugares, existen gramíneas dispersas, así como cactus.
Estepa Montano Subtropical (e-MS).	11,3 y 7,1 °C	666,9 y 226,5 mm máximo y mínimo anual	Por la influencia volcánica predominan andosoles vítricos y litosoles, en las áreas inclinadas y de escasa cubierta edáfica.	Vegetación predominante de la familia de las gramíneas.
Matorral Desértico - Subalpino Subtropical (md-SaS)	Varía entre 3 °C y 6 °C.	Promedio máximo de 285,9 mm anual	Entre quebrado a colinado, típico del borde occidental andino.	Dominante es la "tola", acompañada de gramíneas perennes y algunas cactáceas. Sobre suelos rocosos se observa "quinuales". También se encuentra la "yareta" de aspecto vistoso, muy característico de la región sur del país.
Subalpino Templado Cálido (md-SaTc).	Media de 7,2 °C.	Promedio de 237 mm anuales .	Suelos con horizonte A prominente y negro ácido, con o sin influencia de materiales volcánicos (páramos andosoles y páramosoles.	
Bosque húmedo Montano Subtropical (bh-MS)	12,9 °C; a 6,5 °C,	Máximo anual de 1,119 mm. y mínimo de 410 mm.	Suave; lomadas y colinas con pendientes moderadas. Suelos arcillosos y limosos, tonos rojizos a pardos del grupo edafológico de Phaeozemas.	
Páramo húmedo Subalpino Subtropical (ph-SaS).	7,2 °C a 3,2 °C	La máxima registrada es de 658 mm y la mínima de 480,5 mm	Laderas inclinadas, áreas colinadas, y algunas zonas suaves hasta planas. Suelos poco profundos, horizonte A rico en materia orgánica; litosoles delgados en áreas inclinadas, y en zonas plano-depressionadas con mal drenaje, gleysoles y suelos orgánicos.	La vegetación está constituida predominantemente por "ichu", conformando parte de los pastos naturales altoandinos llamados "pajonales de puna". Entre las plantas a especies de carácter leñoso, como arbustos, aparece el "quinual" y algunas cactáceas
Tundra húmeda Alpino Subtropical (th-AS)	Entre 1,5° y 3 °C.	Entre 125 y 250 mm.	De accidentado a colinado, alternando con áreas relativamente suaves (lomadas) hasta planas.	La vegetación es pobre, dominando extensas áreas con afloramientos rocosos. Una especie indicadora y vistosa de esta zona es la "yareta".
Tundra húmeda Alpino Templado cálido (th-tc).			Suelos dominados por materiales volcánicos (andosoles vítricos y páramo andosoles), y litosoles, con suelo delgado, rocosos.	
Páramo muy húmedo Subalpino Subtropical (ph-SaS).			máximo y mínimo anual de 658 y 480,5 mm.	
Nival Tropical (NS) y Nival Templado cálido (NTc).	Por debajo de 1,5 °C,	Se estima entre 500 y 1000 mm.	Abrupto, con afloramientos rocosos con escaso suelo (suelos líticos).	Vegetación escasa por las mismas condiciones reinantes; las únicas formas de vida sobre la nieve son minúsculos líquenes de color oscuro que crecen sobre las rocas.

Cuadro N° 2.3
DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR DEPARTAMENTO

	DEPARTAMENTO	HABITANTES	PORCENTAJE (%)
1	TACNA	130 192	0,58
2	MOQUEGUA	223 768	0,99
3	AREQUIPA	795 532	1,04
4	PUNO	236 607	3,51
	TOTAL	1 336 060	6,12

(*) Porcentaje tomado con respecto al total de la población peruana

Cuadro N° 2.4
DISTRIBUCIÓN Y DENSIDAD POBLACIONAL POR DISTRITO

DPTO.	PROVINCIA	DISTRITO	POBLACIÓN	DENSIDAD POBLACIONAL (h/km ²)
AREQUIPA	AREQUIPA	Arequipa	82 155	37 174,21
		Yura	7 330	3,77
		Santa Isabel de Siguan	1 324	1,36
		San Juan de Siguan	944	7,74
		Santa Rita de Siguan	2 976	8,04
		Vitor	3 484	2,26
		La Joya	15 821	23,61
		Cerro Colorado	66 335	379,27
		Yarabamba	1 016	2,06
		Polobaya	1 379	3,12
		Pocsi	726	4,21
		Characato	3 702	43,05
		Sabandía	2 976	81,24
		Quequeña	944	27,03
		Socabaya	41 369	2 214,61
		Mariano Melgar	50 296	1 686,09
		Pacurpata	178 029	4 306,46
		Miraflores	53 488	1 864,99
		Alto Selva Alegre	56 900	7 130,33
		Sachaca	14 370	539,62
	Tiabaya	14 515	459,04	
	Cayma	51 820	210,39	
	San Juan de Tarucani	2 178	0,96	
	Chiguata	2 250	4,88	
	Jacobo Hunter	42 240	2 062,50	
	Mollebaya	871	32,62	
	Uchumayo	7 983	35,15	
	CAMANA	Camaná	14 971	1 282,86
		Mariano Nicolás Valcarcel	1 869	3,35
		Mariscal Cáceres	4 122	7,12
		Ocoña	4 640	3,28
		José María Quimper	3 561	212,98
		Nicolás de Piérola	5 728	9,78
Samuel Pastor		9 494	83,72	
Quilca		1 176	0,92	
Aplao		8 852	13,83	
Huancarqui		1 704	1 074,32	
ISLAY	Uracá	7 078	6,08	
	Islay	2 224	5,85	
	Dean Valdivia	5 788	43,17	
	Cocachara	10 021	6,52	
	Mejía	1 333	13,23	
CAYLLOMA	Punta de Bombón	6 881	8,94	
	Mollendo	27 034	28,14	
PUNO	EL COLLAO	Huanca	2 541	6,50
		Capaso	1 313	1,33
		Santa Rosa	9 199	3,38
		Ilave	48 054	59,53
		Piicuyo	16 890	113,03

DPTO.	PROVINCIA	DISTRITO	POBLACIÓN	DENSIDAD POBLACIONAL (h./km ²)	
PUNO	YUNGUYO	Yunguyo	30 360	187,46	
		Cutupara	2 611	126,49	
		Ollarapa	3 542	157,83	
		Tinicachi	1 334	226,61	
		Unicachi	3 098	354,67	
		Copani	6 205	137,98	
	CHUCUITO	Anapia	1 108	122,33	
		Pizacoma	8 857	9,80	
		Kelluyo	8 138	17,79	
		Huacullani	5 678	8,55	
		Desaguadero	7 282	43,39	
		Zepita	19 085	37,07	
	PUNO	Pomata	18 891	52,42	
		Juli	25 070	34,39	
		Acora	29 420	15,92	
MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	Pichacani	6 149	3,95	
		San Antonio	1 237	3,46	
		La Capilla	1 128	1,51	
		Puquina	3 622	6,81	
		Coalaque	1 567	6,56	
		Omate	2 741	11,32	
		Quinistaquillas	497	2,66	
		Matalaque	729	1,35	
		Chojata	1 537	1,88	
		Ubinas	3 527	4,18	
	MARISCAL NIETO	Lloque	638	2,60	
		Yunga	628	6,15	
		Ichuña	2 683	2,73	
		Moquegua	35 677	7,16	
		Torata	7 897	4,70	
		Samegua	6 321	107,79	
	ILO	Carumas	3 554	1,68	
		San Cristóbal	2 745	5,39	
		Cuchumbaya	1 745	27,57	
	TACNA	TACNA	Ilo	44 902	163,04
			Pacocha	6 413	20,18
El Algarrobal			165	0,25	
Tacna			120 120	38,74	
Sama			2 068	1,93	
Palca			1 210	2,14	
Pachía			2 125	1,50	
Inclán			1 173	0,94	
TARATA		Calana	1 724	14,82	
		Pocollay	10 708	610,61	
		Alto de la Alianza	29 845	4 367,58	
		Tarata	4 151	5,14	
		Estique	323	2,89	
		Estique Pampa	156	0,90	
		Chucatamani	438	1,26	
CANDARAVE		Sitajara	354	1,51	
		Turucachi	461	4,35	
		Ticaco	1 421	4,38	
		Susapaya	981	2,81	
		Candarave	3 482	3,35	
JORGE BASADRE		Camilaca	2 306	4,76	
		Cairani	1 529	4,41	
		Huanuara	830	9,29	
		Quitahuani	994	28,23	
JORGE BASADRE		Curibaya	273	2,30	
		Ite	3 073	3,88	
		Locumba	1 421	1,57	
JORGE BASADRE	Ilabaya	8 061	7,76		

Cuadro N° 2.5
DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE
ACTIVA POR DEPARTAMENTO

DEPARTAMENTO	HABITANTES	PORCENTAJE (**)
TACNA	83 179	0,78
MOQUEGUA	47 256	0,66
AREQUIPA	269 840	3,58
PUNO	117 936	0,76
TOTAL	413 388	5,78

(**) Porcentaje tomado con respecto al total de la población peruana económicamente activa

La población se distribuye en 4 provincias y 26 distritos (8 en la costa y 18 en la sierra); siendo los principales localidades: Tacna, Ciudad Nueva, Alto de La Alianza, Pocollay, Tarata y Candarave.

La población urbana tacneña (89,8 %) se concentra principalmente en Tacna, Alto de La Alianza, Ciudad Nueva y Pacollay.

La localidad de Boca del Río ubicada a \pm 50 km al NO de Tacna constituye un lugar de veraneo de la población, llegando a tener en los meses de enero a marzo una población flotante de 15 000 h.

La densidad poblacional departamental según el censo de 1993 es de 13,9 h./km².

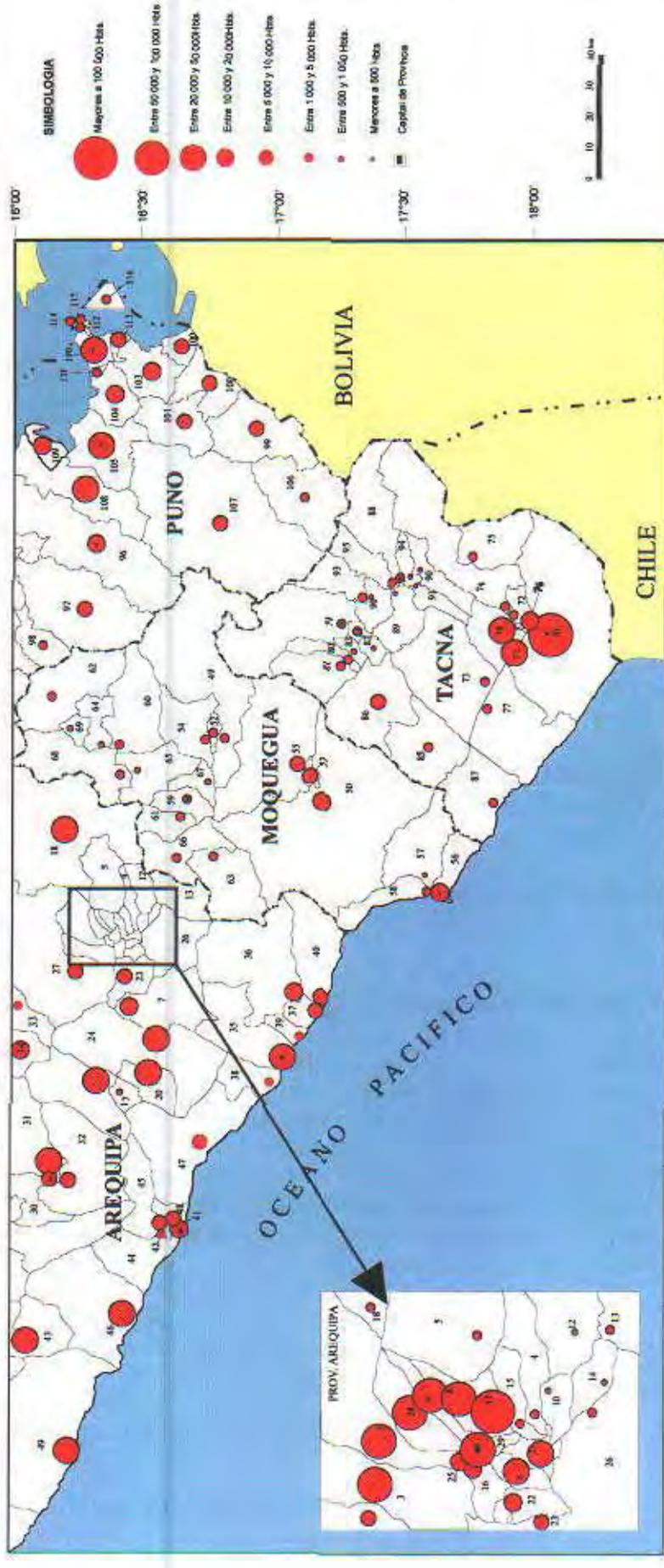
b) Departamento de Moquegua

El Departamento de Moquegua presenta una tasa de crecimiento poblacional anual de 1,9% (entre 1981 y 1993), tiene una superficie de 15 733,97 km². Su población se encuentra distribuida en 3 provincias y 20 distritos (5 en la costa y 15 en la sierra).

Las áreas ocupadas en un 75% en la región costa, se ubican morfológicamente en la penillanura costanera, en áreas cercanas a zonas de valle (Moquegua), y en zonas cerca al litoral o de puerto (Ilo); en la región sierra hay localidades pequeñas que se enclavan en las márgenes y laderas de valles andinos (Torata, Locumba, Omate, Puquina, Carumas, Ubinas, etc.)

Los poblados más importantes del departamento son Moquegua e Ilo, en menor importancia Torata y Omate.

La población urbana (82,7 %), se concentra principalmente en Ilo y Moquegua.



SIMBOLOGIA

- Mayoría a 100.000 Habs.
- Entre 50.000 y 100.000 Habs.
- Entre 20.000 y 50.000 Habs.
- Entre 10.000 y 20.000 Habs.
- Entre 5.000 y 10.000 Habs.
- Entre 1.000 y 5.000 Habs.
- Entre 500 y 1.000 Habs.
- Menores a 500 Habs.
- Capital de Provincia



Mapa de distribución poblacional por distritos



Fig. N° 4

LEYENDA

<p>DEPARTAMENTO AREQUIPA</p> <p>PROVINCIA DE AREQUIPA</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Arequipa 2. Cayma 3. Cerro Colorado 4. Chacabuco 5. Chiguata 6. Juanico 7. La Merced 8. Miraflores 9. Moquegua 10. Puca 11. Pucallpa 12. Puno 13. San Juan 14. Socabaya 15. Sotillo 16. Suquia 17. San Juan de Siguas 18. San Juan de Tarma 19. Santa Rosa de Siguas 20. Santa Rosa de Siguas 21. Socabaya 22. Tarma 23. Uchumayo 24. Vicos 25. Yumbura 26. Yumbura 27. Yura 28. Alto Selva Alegre 29. José Luis Bustamante y Rivero 	<p>PROVINCIA CASTILLA</p> <ol style="list-style-type: none"> 28. Arequipa 29. Huancayo 30. Uchibambilla 31. Uchibambilla 32. Uchibambilla <p>PROVINCIA DE CAYLLOMA</p> <ol style="list-style-type: none"> 31. Latacunga 32. Latacunga 33. Latacunga 34. Latacunga <p>PROVINCIA BILAY</p> <ol style="list-style-type: none"> 25. Molendo 26. Coacachara 27. Chayabambilla 28. Molendo 29. Molendo 30. Molendo 31. Molendo 32. Molendo 33. Molendo 34. Molendo 35. Molendo 36. Molendo 37. Molendo 38. Molendo 39. Molendo 40. Molendo <p>PROVINCIA DE CAMANA</p> <ol style="list-style-type: none"> 41. Camana 42. Camana 43. Camana 44. Camana 45. Camana 46. Camana 47. Camana 48. Camana 49. Camana 50. Camana 51. Camana 52. Camana 53. Camana 54. Camana 55. Camana 56. Camana 57. Camana 58. Camana 59. Camana 60. Camana <p>PROVINCIA DE CARAVELI</p> <ol style="list-style-type: none"> 46. Alto 	<p>DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA</p> <p>PROVINCIA MICHAEL MUTO</p> <ol style="list-style-type: none"> 40. Moquegua 41. Moquegua 42. Moquegua 43. Moquegua 44. Moquegua 45. Moquegua 46. Moquegua 47. Moquegua 48. Moquegua 49. Moquegua 50. Moquegua 51. Moquegua 52. Moquegua 53. Moquegua 54. Moquegua 55. Moquegua <p>PROVINCIA ILO</p> <ol style="list-style-type: none"> 56. Ilo 57. El Agrobol 58. Pisco 59. Pisco 60. Pisco 61. Pisco 62. Pisco 63. Pisco 64. Pisco 65. Pisco 66. Pisco 67. Pisco 68. Pisco 69. Pisco 70. Pisco 71. Pisco 72. Pisco 73. Pisco 74. Pisco 75. Pisco 76. Pisco 77. Pisco 78. Pisco 79. Pisco 80. Pisco 81. Pisco 82. Pisco 83. Pisco 84. Pisco 85. Pisco 86. Pisco 87. Pisco 88. Pisco 89. Pisco 90. Pisco 91. Pisco 92. Pisco 93. Pisco 94. Pisco 95. Pisco 96. Pisco 97. Pisco 98. Pisco 99. Pisco 100. Pisco <p>PROVINCIA ORAL BALBUENA</p> <ol style="list-style-type: none"> 81. Cuzco 82. Cuzco 83. Cuzco 84. Cuzco 85. Cuzco 86. Cuzco 87. Cuzco 88. Cuzco 89. Cuzco 90. Cuzco 91. Cuzco 92. Cuzco 93. Cuzco 94. Cuzco 95. Cuzco 96. Cuzco 97. Cuzco 98. Cuzco 99. Cuzco 100. Cuzco 	<p>DEPARTAMENTO DE TACNA</p> <p>PROVINCIA TACNA</p> <ol style="list-style-type: none"> 71. Tacna 72. Tacna 73. Tacna 74. Tacna 75. Tacna 76. Tacna 77. Tacna 78. Tacna 79. Tacna 80. Tacna 81. Tacna 82. Tacna 83. Tacna 84. Tacna 85. Tacna 86. Tacna 87. Tacna 88. Tacna 89. Tacna 90. Tacna 91. Tacna 92. Tacna 93. Tacna 94. Tacna 95. Tacna 96. Tacna 97. Tacna 98. Tacna 99. Tacna 100. Tacna <p>PROVINCIA DE CANDIARI</p> <ol style="list-style-type: none"> 76. Candari 77. Candari 78. Candari 79. Candari 80. Candari 81. Candari 82. Candari 83. Candari 84. Candari 85. Candari 86. Candari 87. Candari 88. Candari 89. Candari 90. Candari 91. Candari 92. Candari 93. Candari 94. Candari 95. Candari 96. Candari 97. Candari 98. Candari 99. Candari 100. Candari <p>PROVINCIA JORGE BASADRE</p> <ol style="list-style-type: none"> 86. Tacna 87. Tacna 88. Tacna 89. Tacna 90. Tacna 91. Tacna 92. Tacna 93. Tacna 94. Tacna 95. Tacna 96. Tacna 97. Tacna 98. Tacna 99. Tacna 100. Tacna <p>PROVINCIA TARIATA</p> <ol style="list-style-type: none"> 86. Tacna 87. Tacna 88. Tacna 89. Tacna 90. Tacna 91. Tacna 92. Tacna 93. Tacna 94. Tacna 95. Tacna 96. Tacna 97. Tacna 98. Tacna 99. Tacna 100. Tacna 	<p>DEPARTAMENTO PUNO</p> <p>PROVINCIA DE PUNO</p> <ol style="list-style-type: none"> 85. Puno 86. Puno 87. Puno 88. Puno 89. Puno 90. Puno 91. Puno 92. Puno 93. Puno 94. Puno 95. Puno 96. Puno 97. Puno 98. Puno 99. Puno 100. Puno <p>PROVINCIA CHUQUITO</p> <ol style="list-style-type: none"> 95. Puno 96. Puno 97. Puno 98. Puno 99. Puno 100. Puno <p>PROVINCIA EL COLLAO</p> <ol style="list-style-type: none"> 96. Puno 97. Puno 98. Puno 99. Puno 100. Puno <p>PROVINCIA YUNUYO</p> <ol style="list-style-type: none"> 100. Puno 101. Puno 102. Puno 103. Puno 104. Puno 105. Puno 106. Puno 107. Puno 108. Puno 109. Puno 110. Puno 111. Puno 112. Puno 113. Puno 114. Puno 115. Puno 116. Puno 117. Puno 118. Puno 119. Puno 120. Puno 121. Puno 122. Puno 123. Puno 124. Puno 125. Puno 126. Puno 127. Puno 128. Puno 129. Puno 130. Puno 131. Puno 132. Puno 133. Puno 134. Puno 135. Puno 136. Puno 137. Puno 138. Puno 139. Puno 140. Puno 141. Puno 142. Puno 143. Puno 144. Puno 145. Puno 146. Puno 147. Puno 148. Puno 149. Puno 150. Puno 151. Puno 152. Puno 153. Puno 154. Puno 155. Puno 156. Puno 157. Puno 158. Puno 159. Puno 160. Puno
--	--	---	---	--

Según el censo de 1993, la densidad poblacional departamental es de 8,3 h./km².

c) Departamento de Arequipa

El departamento de Arequipa, presenta una tasa de crecimiento poblacional anual (1981-1993) de 2 %.

Ocupa sectores de la región sierra en un 73 %, generalmente asentada en las márgenes y laderas de los valles principales, Ej. Arequipa (Chili), Aplao (Majes). Otros como Sigua y Quilca, se ubican en sectores de la planicie costanera y pampas de irrigación (Ej. Majes, La Joya y Santa Rita de Sigua); otros cerca al litoral (Camaná, Mollendo, Islay, Mejía, Chala, Lomas), y en menor proporción en sectores altoandinos.

La población urbana (85,7 %), se concentra principalmente en Arequipa y distritos aledaños (Paucarpata, Cerro Colorado, Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar, Cayma, Jacobo Hunter, Socabaya, Yanahuara, etc.), Mollendo y Camaná.

Según el censo de 1993, la densidad poblacional del departamento es de 14,8 h./km².

d) Departamento de Puno

El departamento de Puno, cuenta con una tasa de crecimiento poblacional anual (1981-1993) de 17,07 %, en una superficie de 6 698,22 km².

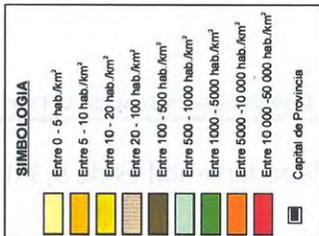
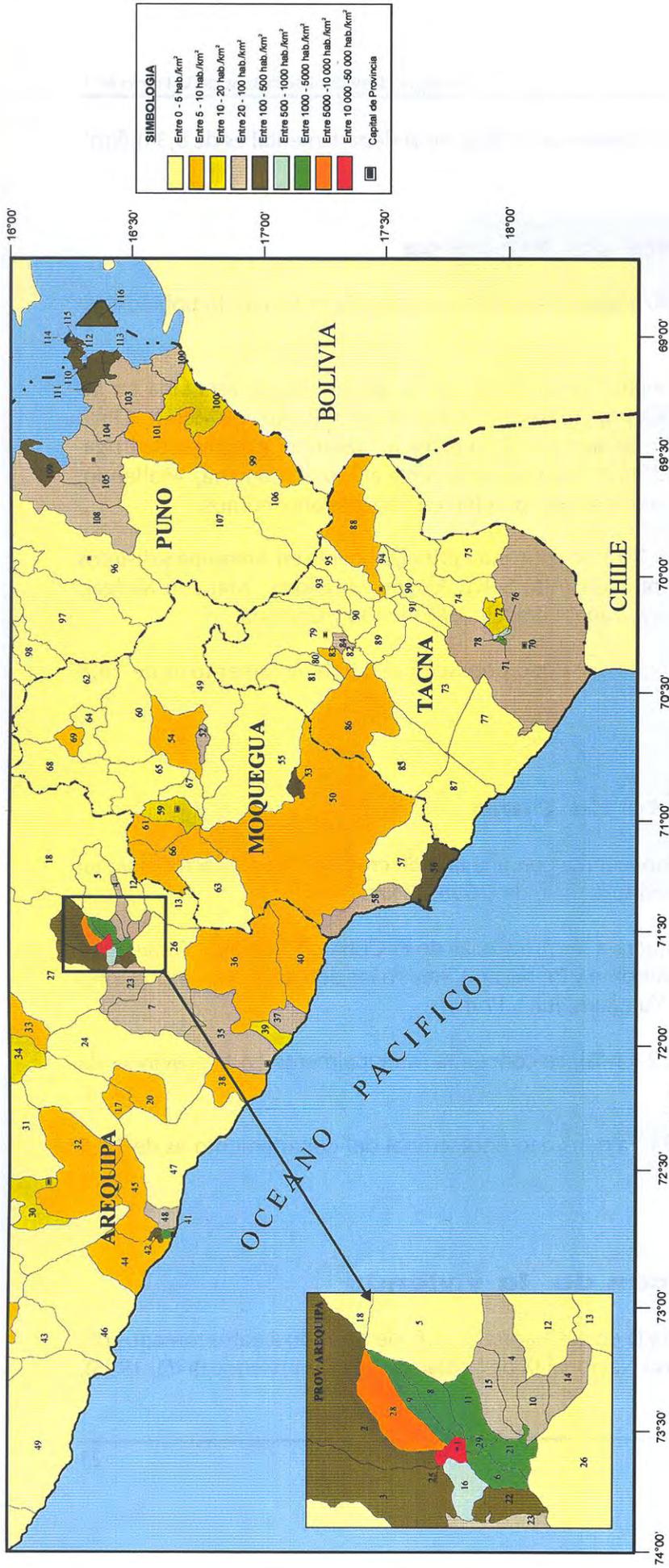
El área de estudio involucra a las provincias de El Collao, Chucuito, Yunguyo, y parte de Puno (distritos de San Antonio y Pichacani), siendo los poblados más importantes dentro del área: Desaguadero, Yunguyo, Juli y Pomata.

La población urbana (32,44 %), se concentra principalmente en la provincia de Yunguyo y Chucuito.

Según el censo de 1993, la densidad poblacional del departamento es de 14,8 h./km².

2.4.2 Características de la vivienda

La información consignada en el Cuadro N° 2.6, de acuerdo a datos tomados del Compendio Estadístico del Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda (INEI, 1995),



Mapa de densidad poblacional por distritos



Fig. N° 5

LEYENDA

DEPARTAMENTO AREQUIPA	DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA	DEPARTAMENTO DE TACNA	DEPARTAMENTO PUNO
PROVINCIA AREQUIPA	PROVINCIA MCAL. NIETO	PROVINCIA TACNA	PROVINCIA DE PUNO
1. Arequipa	50. Moquegua	70. Tacna	96. Acora
2. Cayma	51. Uancabamba	71. Alto de la Alianza	97. Pichicani
3. Caysh	52. Carumas	72. Chacabambilla	98. San Antonio
4. Characato	53. Saramayo	73. Incahuasi	PROVINCIA CHUQUIUTO
5. Chiguata	54. San Cristóbal	74. Pachia	99. Placoma
6. Jacobo Hunter	55. Torata	75. Paica	100. Kelluyo
7. La Joya	PROVINCIA ILO	76. Pocollay	101. Huacullani
8. Miraflores	56. El Algarrobal	77. Sama	102. Desaguadero
9. Molle	57. El Algarrobal	78. Ciudad Nueva	103. Espita
10. Mollebaya	58. Paoccha (Pueblo Nuevo)	PROVINCIA DE CANDARAVE	104. Píntas
11. Paucarpata	59. Omata	79. Candarave	105. Juli
12. Pica	60. Chogata	80. Cairani	PROVINCIA EL COLLAO
13. Pucallpa	61. Chocoma	81. Camillica	106. Cepazo
14. Quequeña	62. Icaque	82. Curibaya	107. Santa Rosa
15. Sacabaya	63. Icaque	83. Huarihua	108. Chivay
16. San Juan de Siguan	64. La Capilla	84. Quilahuani	109. Pílayo
17. San Juan de Siguan	65. Matalaque	PROVINCIA JORGE BASADRE	PROVINCIA YUNGUYO
18. Santa Isabel de Siguan	66. Piquina	85. Locumba	110. Yunguyo
19. Santa Rita de Siguan	67. Pucallpa	86. Ilabaya	111. Cllurapi
20. Santa Rita de Siguan	68. Quimsa	87. Ite	112. Chirapa
21. Socabaya	69. Quimsa	PROVINCIA TARATA	113. Chirapa
22. Uru	70. Quimsa	88. Tarata	114. Tinacachi
23. Uru	71. Quimsa	89. Chucallamani	115. Uñacachi
24. Vitor	72. Quimsa	90. Estique Pampa	116. Anapia
25. Yanahuara	73. Quimsa	91. Estique Pampa	
26. Yarabamba	74. Quimsa	92. Sijana	
27. Yura	75. Quimsa	93. Taracachi	
28. Alto Silva Alegre	76. Quimsa	94. Taracachi	
29. José Luis Bustamante y Rivero	77. Quimsa	95. Ticaco	

para los departamentos de Moquegua, Tacna, y parte de los departamentos de Arequipa y Puno se refiere al número total de viviendas particulares.

Cuadro N° 2.6
VIVIENDAS PARTICULARES CON OCUPANTES
PRESENTES POR DEPARTAMENTO

	DEPARTAMENTO	NÚMERO DE VIVIENDAS
1	TACNA	54 583
2	MOQUEGUA	38 649
3	AREQUIPA	173 422
4	PUNO	48 640
	TOTAL	315 294

2.5 ASPECTOS ECONÓMICOS

En este punto se trata la infraestructura vial, aérea, marítima, que existe en el área de trabajo, así como también los proyectos de irrigación, líneas de transmisión eléctrica, la actividad minera entre otros.

2.5.1 Infraestructura de transporte

En el área de estudio existen carreteras asfaltadas, afirmadas y trochas, como también hay algunas en construcción y otras en proyectos.

Existen además aeropuertos y terrapuertos, los cuales sirven para transporte masivo, por estar en ciudades estratégicas.

a) Redes viales principales

Entre las vías principales tenemos: Carretera Panamericana Sur (asfaltada), la carretera binacional Ilo–Desaguadero (asfaltada), Arequipa–Puno (parte asfaltada), Puno–Desaguadero (asfaltada) y otras carreteras que unen los interiores de las ciudades.

En Lima empieza la Carretera Panamericana Sur que pasa por el área de trabajo (departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna), continuando hasta la República de Chile.

La carretera binacional, Ilo–Desaguadero, integra al Perú con Bolivia. Se encuentra ubicada en la región sur del Perú, se inicia a partir del Puerto de Ilo, cerca al océano Pacífico hasta la localidad de Desaguadero, frontera con Bolivia. Su altitud varía desde 15

msnm (Ilo), hasta los 3 809 msnm que corresponde a Desaguadero, con una longitud total de 397 km. Hay que mencionar que esta carretera comunica la ciudad de Moquegua con varios poblados del interior del país.

De Puno a Desaguadero la carretera es asfaltada, une los poblados de Ilave, Yunguyo, Juli, Pomata y Zepita, se conecta con la carretera binacional (Ilo-Desaguadero).

La carretera de Arequipa-Puno, parte de la cual se encuentra en el área de estudio, en la actualidad está siendo asfaltada, continuando parte de ella afirmada.

Existen otras carreteras asfaltadas que unen los puntos interiores de cada ciudad.

b) Redes viales secundarias

Entre las carreteras secundarias tenemos las que parten de las principales ciudades hasta el interior del país. Estas son carreteras afirmadas y trochas carrozables, se incluyen en esta categoría a los caminos de herradura.

Se pueden mencionar las siguientes vías: Ilave-Mazo Cruz-Tarata-Tacna, Arequipa-Ubinas, Arequipa-Omate-Quinistaquillas, Arequipa-Matalaque, Candarave-Tarata-Tacna, los accesos desde la carretera binacional a los poblados de Omate, Calacoa, Carumas, Kelluyo, Pizacoma, y otros más.

c) Aeropuertos y aeródromos

En el área de estudio existen cuatro aeropuertos y dos aeródromos, el Cuadro N° 2.7 muestra sus características.

Cuadro N° 2.7
CARACTERÍSTICAS DE AEROPUERTOS Y AERÓDROMOS

NOMBRE	TIPO	UBICACIÓN			TIPO DE SUPER.	ELEVAC. (msnm)	LARGO DE PISTA (m)
		DPTO.	PROV.	DIST.			
Rodríguez Ballón	Aeropuerto	Arequipa	Arequipa	Caima	Asfalto	2 561	2 980
Camaná	Aeródromo	Arequipa	Camaná	Samuel Pastor	Arcilla-Arena	65	1 000
Mollendo	Aeródromo	Arequipa	Islay	Yauca	Arena	45	1 500
Moquegua	Aeropuerto	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua	Asfalto	1 365	1 800
Ilo	Aeropuerto	Moquegua	Ilo	Ilo	Asfalto	9	2 000
Carlos Cipriani	Aeropuerto	Tacna	Tacna	Tacna	Asfalto	458	2 500

d) Puertos

En el litoral del área de estudio existen varios puertos, cuyas características se describen en el Cuadro N° 2.8.

Cuadro N° 2.8
DESCRIPCIÓN DE PUERTOS

PUERTO	UBICACIÓN			CATEG.	OBSERVACIONES
	DPTO.	PROV.	DIST.		
Ilo	Moquegua	Ilo	Ilo	Mayor	Zona de influencia: Moquegua, Puno, Arequipa, Tacna, y la República de Bolivia. Exportación de minerales, estaño y cobre. Harina de pescado, maíz y lana. Importación de vehículos y carga en general.
Pacocha	Moquegua	Ilo	Pacocha	Caleta	
Los Inglés	Moquegua	Ilo	Ilo	Caleta	
Matarani	Arequipa	Islay	Islay	Mayor	Zona de influencia: Moquegua, Tacna, Puno, Cusco, Apurímac y República de Bolivia. Comercialización de harina de pescado, aceite, lanas, y orégano. Exportación de minerales de compañías mineras Tintaya, Orcopampa, Caylloma, Cerro Verde y Arcata. Importación de trigo, maíz, leche en polvo, hojalata, vehículos, maquinarias y equipos.
Mollendo	Arequipa	Islay	Mollendo	Mayor	
Quilca	Arequipa	Camaná	Quilca	Menor	
Atico	Arequipa	Caravelí	Atico	Menor	

Fuente : Compendio Estadístico de los departamento de Arequipa, Moquegua y Tacna (1995)

2.5.2 Infraestructura agrícola y energética

Infraestructura agrícola

En el área de trabajo se encuentran ubicados tres grandes proyectos de irrigación, Majes, Pasto Grande y Tacna, así como también el Proyecto de Irrigación Clemesí los cuales se exponen a continuación.

a. Proyecto Especial Tacna (PET)

El PET fue creado el 13 de julio de 1984, con la finalidad de afianzamiento y ampliación de recursos hídricos de los departamentos de Tacna y Moquegua. Posteriormente en noviembre de 1987 fue constituido como afianzamiento y ampliación de recursos hídricos de Tacna.

Este proyecto se desarrolla en el departamento de Tacna, entre las provincias de Candarave, Tarata y Tacna.

a.1 Objetivos principales

Asegurar el abastecimiento de agua para consumo humano, agrícola, uso industrial y comercial de Tacna.

Evitar el agotamiento de la laguna Aricota, mediante el incremento de sus aportes hídricos.

Garantizar e incrementar el suministro de energía de la región.

Mantener la superficie agrícola en actual producción en los valles de la subregión Tacna.

a.2 Obras:

El PET tiene los siguientes tres componentes:

- Obras de Vilavilani

Concebido en tres etapas, la primera consistió en aprovechar 700 l/s de aguas subterráneas de las pampas de El Ayro y Qda. Vilavilani para derivarlas mediante un canal (Uchusuma) hasta el valle y ciudad de Tacna.

La segunda etapa comprende la construcción de la central hidroeléctrica N°3, en un salto de la Qda. Vilavilani y construcción de la presa de Chuapalca.

La última etapa consistirá en la construcción de las centrales hidroeléctricas N° 01, 02, 04 y 05.

- Derivación Kovire

Consiste en trasvasar los recursos hídricos de las cuencas altiplánicas de los ríos Chila, Coypa Coypa, Chiliculco y Ancoaque, mediante un sistema de canales y un túnel (Kovire), obras que permitirán entregar agua a la laguna Aricota, las que permitirán el afianzamiento de ésta y ampliación de la frontera agrícola.

- Explotación de aguas subterráneas Vizcachas

Aprovechar las aguas subterráneas de la cuenca de la laguna Vizcachas, mediante la perforación de pozos y obras de drenaje para el afianzamiento de la laguna Aricota. Esta agua será explotada mediante la perforación de pozos (de 300 m), y bombeada hacia el canal Vizcachas-Matazas, para llevarla hacia la laguna de Aricota.

b. Proyecto Especial Pasto Grande (PEPG)

El PEPG fue creado el 18 de noviembre de 1987, sus obras se desarrollan dentro del departamento de Moquegua, en las provincias de Mariscal Nieto e Ilo.

b.1 Objetivos

Contribuir a la reactivación agrícola con el mejoramiento de riego en las áreas de cultivo existentes.

Incorporar tierras eriazas mediante riego presurizado en Etuquiña, San Antonio, Jaguay, Rinconada, Hospicio y las lomas de Ilo, para abastecer una agroindustria de exportación.

Abastecer agua para el uso doméstico e industrial a las ciudades de Moquegua e Ilo y generar energía eléctrica interconectada al sistema sur.

b.2 Obras

La infraestructura mayor deriva las aguas de la cuenca del Atlántico a la presa de Pasto Grande la que se ubica en el cuadrángulo de Huaytire a una altitud de 4 415 msnm, tiene una capacidad de almacenamiento de 185 millones de m³.

Cuenta con la construcción del túnel Jachacuesta, ubicado a una altitud de 4 500 msnm, con longitud total de 7 046 m, sección 11 m², diámetro libre 2,80 m, y con capacidad de conducción de 17,5 m³/seg.

Bocatoma Otorá.

Presa Humalso, se ubicará en las pampas del mismo nombre, distrito de Carumas, provincia de Mariscal Nieto, entre las cotas de 4 000 a 4 300 msnm. Esta obra aún no se ha efectuado.

c. Proyecto Especial Majes (PEM)

El PEM fue creado en el año 1971. Este proyecto se desarrolla en el departamento de Arequipa, en las provincias de Arequipa, Caylloma, Camaná, Condesuyos e Islay.

c.1 Objetivos

Abastecer y regular el agua para uso agrícola y urbano y generar energía eléctrica mediante un sistema hidráulico para el transvase de las aguas provenientes de las altas

cordilleras, por medio de túneles y canales, desde los ríos Apurímac y Colca hacia las pampas de Majes y Sigwas.

Afianzamiento de las cuencas de los ríos Arma y Chili.

c.2 Obras

Las obras que se encuentran en el área de trabajo son los canales que conducen las aguas hacia las pampas de Majes y Sigwas donde se proyecta irrigar 57 000 ha.

Entre otras obras tenemos las represas El Fraile y Aguada Blanca, la primera tiene una capacidad máxima de 208 MMC, y la segunda de 43 MMC

d. Proyecto de Irrigación La Clemesí (PILC)

Creado en 1978; con estudios de pre-factibilidad en 1981 y de factibilidad en 1991 (Agua y Agro Asesores asociados S.A.).

El PILC se ubica en el distrito Carumas, provincia Mariscal Nieto, Dpto. de Moquegua.

Río Tambo a unos 2 km aguas arriba del río Carumas. A una altitud de 1 700 msnm.

d.1 Objetivos

Ampliación de la frontera agrícola en las pampas de La Clemesí (\pm 38 400 ha), beneficiando a 30 000 familias y con un promedio de 15 652 m³/seg de agua derivadas del río Tambo.

d.2 Obras a realizar

Bocatoma diseñada para captar 33 m³/seg.

Canal de Derivación: Comprende la ejecución de un canal de derivación de 102 940 m (tipo canal abierto) de los cuales 18 056 m corresponden a 5 túneles, dimensionados para conducir 33 m³/seg de agua.

Infraestructura energética

a) Centrales térmicas e hidroeléctricas

En el área de estudio se encuentran 17 centrales hidroeléctricas, y 44 térmicas, (según el Atlas de Energía y Minería-2000), en el cuadro N° 2.9 se mencionan las más importantes, y en la Figura N° 6, se muestran todas las existentes de la zona.

Cuadro N° 2.9
PRINCIPALES CENTRALES TÉRMICAS E HIDROELÉCTRICAS

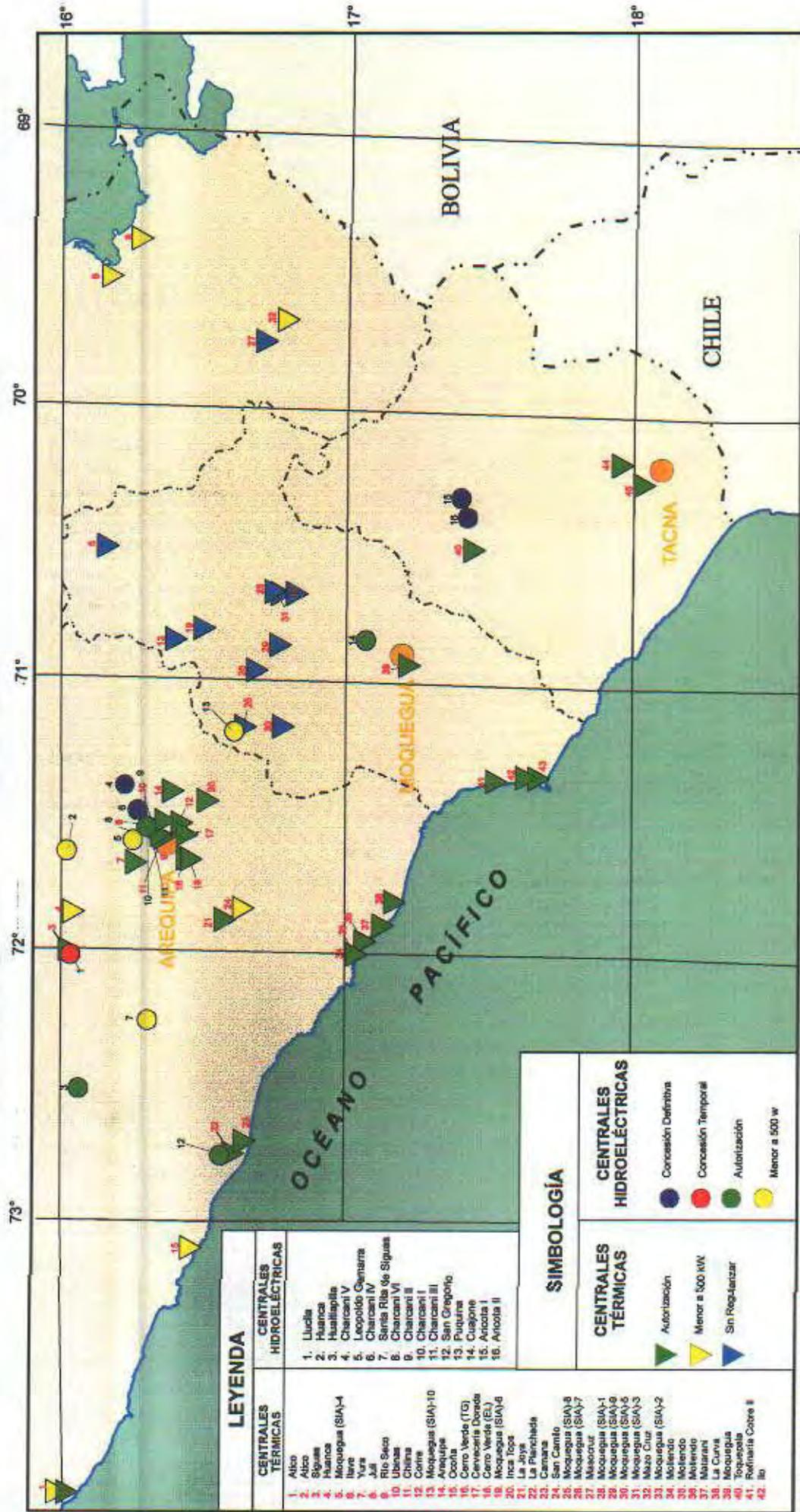
CENTRAL	AGUAS UTILIZADAS	UBICACIÓN			ALTITUD (mnm)	P.T. (MW)	AREA DE INFLUENCIA
		DPTO.	PROVINC.	DISTRITO			
C.T. CALANA		Tacna	Tacna	Tacna	560	25,600	Ciudad de Tacna
C.T. TOQUEPALA		Tacna	J. Basadre	Ilabaya	2 500	6,490	Complejo minero Toquepala
C.T. ILO		Moquegua	Ilo	Pacocha	25	257,600	Complejo minero Toquepala y Cuacone, ciudades de Ilo, Moquegua y Tacna.
C.T. CERRO VERDE		Arequipa	Arequipa	Uchumayo	2 500	15,200	Complejo minero Cerro Verde, CC.PP. Yarabamba, Socabaya y otros.
C.T. AREQUIPA		Arequipa	Arequipa	Arequipa	2 300	1,06	Ciudad de Arequipa Complejo minero Cerro Verde
C.T. CHILINA		Arequipa	Arequipa	Arequipa	2 400	53,400	
C.T. MOLLENDO		Arequipa	Islay	Mollendo	100	106,400	Mollendo
C.T. CAMANA		Arequipa	Camaná	Camaná	25	6,100	Camaná
C.H. ARICOTA I	Laguna Aricota y Río Curibaya	Tacna	Candarave	Curibaya	2 600	23,8	Ciudades de Moquegua, Tacna e Ilo.
C.H. ARICOTA II	Río Curibaya	Tacna	Candarave	Curibaya	2 000	11,900	
C.H. CHARCANI I	Río Chili	Arequipa	Arequipa	Cayma	2 950	1,470	Arequipa
C.H. CHARCANI II	Río Chili	Arequipa	Arequipa	Cayma	3 000	0,780	
C.H. CHARCANI III	Río Chili	Arequipa	Arequipa	Cayma	3 200	4,560	
C.H. CHARCANI IV	Río Chili	Arequipa	Arequipa	Cayma	3 300	16,200	
C.H. CHARCANI V	Río Chili	Arequipa	Arequipa	Cayma	3 450	136,800	Arequipa, Moquegua, Tacna
C.H. CHARCANI VI	Río Chili	Arequipa	Arequipa	Cayma	3 670	8,960	Arequipa

C.T. = Central Térmica C.H. = Central Hidroeléctrica

Fuente : Compendio Estadístico de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna (1995)

b) Líneas de transmisión eléctrica

El Sistema Interconectado del Sur, (según el Atlas de Energía y Minería - 2000) en lo que respecta a la franja N° 1 (16°00'-18°30'), se tienen seis líneas de transmisión eléctrica importantes (Fig. N° 7), las cuales se muestran en el cuadro N° 2.10.



LEYENDA	
CENTRALES TÉRMICAS	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
1. Alco 2. Sigas 3. Huancá 4. Moquegua (SIA)-4 5. Ilave 6. Yura 7. Juli 8. Río Seco 9. Ubinas 10. Chirina 11. Celina 12. Anapaj 13. Ocoña 14. Anapaj (SIA)-10 15. Cerro Verde (TC) 16. Cerro Verde (EL) 17. Cuzajone 18. Moquegua (SIA)-6 19. Inca Topa 20. La Jirya 21. La Pilschneider 22. Camana 23. San Camilo 24. Moquegua (SIA)-8 25. Moquegua (SIA)-7 26. Misocorut 27. Moquegua (SIA)-1 28. Moquegua (SIA)-5 29. Moquegua (SIA)-3 30. Moquegua (SIA)-2 31. Mazon 32. Mazon (SIA)-2 33. Molendo 34. Molendo 35. Molendo 36. Matarani 37. La Curva 38. Moquegua 39. Toquepala 40. Toquepala 41. Refinería Cobre II 42. Ilo	1. Lucía 2. Huallanca 3. Charcani V 4. Charcani IV 5. Leopoldo Camarero 6. Charcani VI 7. Santa Rita de Sigas 8. Charcani II 9. Charcani I 10. Charcani III 11. Charcani III 12. San Gregorio 13. Pujuna 14. Cuzajone 15. Antofa I 16. Antofa II

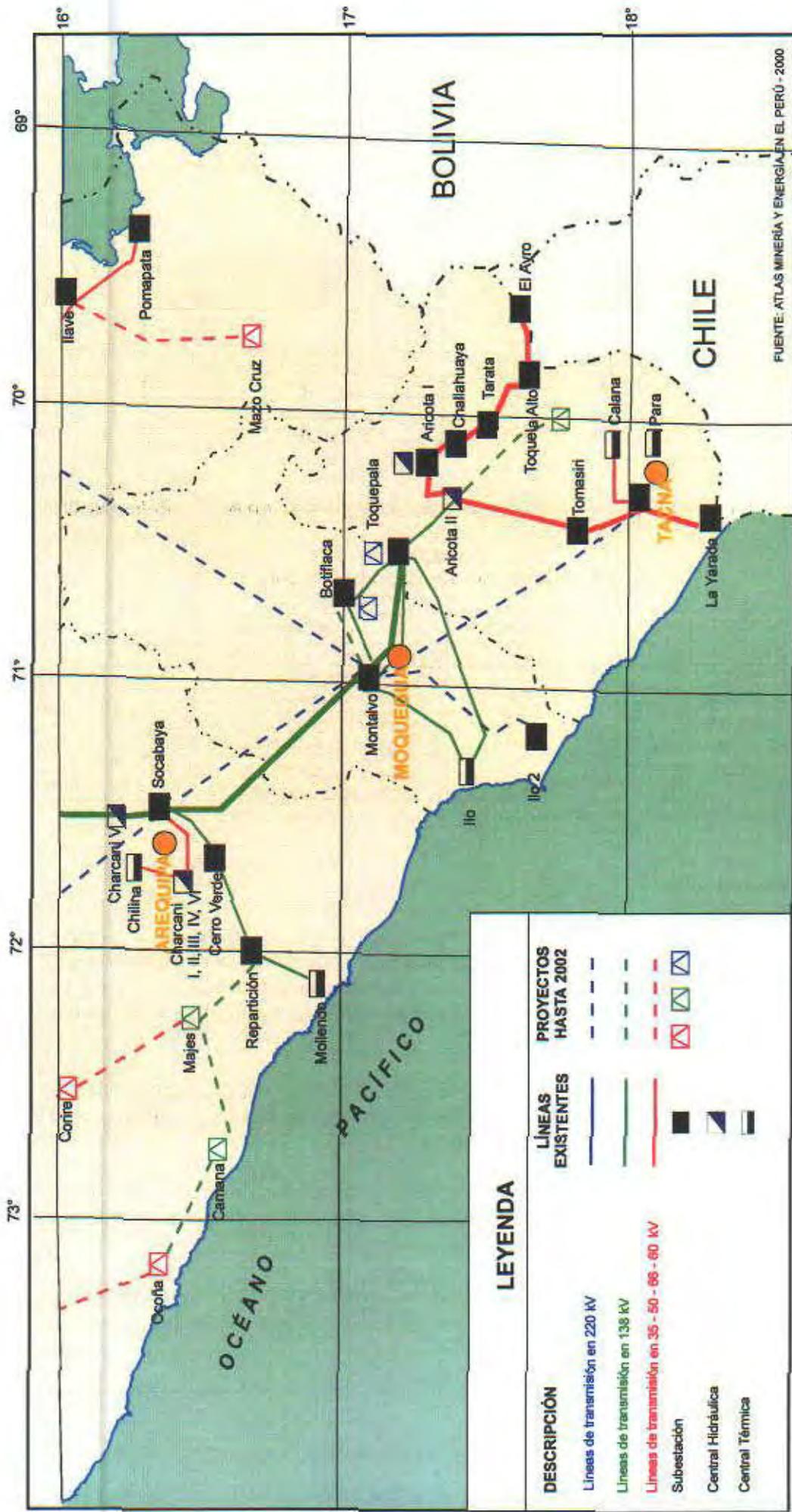
SIMBOLOGÍA	
CENTRALES TÉRMICAS	CENTRALES HIDROELÉCTRICAS
Autorización Menor a 500 kW Sin Regularizar	Concesión Definitiva Concesión Temporal Autorización Menor a 500 w

Mapa de ubicación Centrales Térmicas e Hidroeléctricas



Fig. N° 6

FUENTE: ATLAS MINERÍA Y ENERGÍA EN EL PERÚ - 2000



Mapa de ubicación de Líneas de Transmisión



Fig. N°7

FUENTE: ATLAS MINERÍA Y ENERGÍA EN EL PERÚ - 2000

Cuadro N° 2.10
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN ACTUALES

NOMBRE DE LÍNEA	ESTACIÓN	TENSIÓN (kv)	LONGITUD REAL DE LÍNEA (km)
S.E. Cerro Verde	S.E. Mollendo	138	90,3
S.E. Moquegua	S.E. Toquepala	138	38,7
S.E. Socabaya	S.E. Cerro Verde	138	21,6
C.H. Aricota 2	S.E. Toquepala	138	35
S.E. Socabaya	S.E. Moquegua	138	107
S.E. Santuario	S.E. Socabaya	138	55

Dentro de los proyectos comprometidos hasta el 2002, en el siguiente cuadro se detallan:

Cuadro N° 2.11
LÍNEAS DE TRANSMISIÓN PROYECTADAS AL 2002

NOMBRE DE LÍNEA	TENSIÓN (kv)	DESCRIPCIÓN
Socabaya – Montalvo	220	Cambio de tensión de 138 kv a 220 kv
Puno – Montalvo	220	Reforzamiento de sistema
Tacna – Montalvo	220	Reforzamiento de sistema
Ilo 2 – Moquegua	220	Proyecto CT Ilo 2
Botiflaca – Moquegua	220	Reforzamiento de sistema
Moquegua – Toquepala	138	Reforzamiento de sistema
Charcani V – Chilina	138	Reforzamiento de sistema

Fuente: Atlas de Minería y Energía

Actividad minera

En los departamentos de Tacna, Moquegua y Arequipa, se desarrollan una actividad minera principalmente dedicada a la explotación de cobre. Hay que mencionar que desde el siglo XVIII se tenía conocimiento de los depósitos de este metal, y es, recién a mediados del siglo XX cuando se han empezado a desarrollar los grandes yacimientos como Toquepala, y Cuajone.

Southern Peru tiene la mayor producción de cobre a nivel nacional con sus unidades productoras de Toquepala y Cuajone, conjuntamente con Phelps Dodge en Cerro Verde. La extracción del mineral es a tajo abierto.

El aprovechamiento de sustancias no metálicas de mayor volumen la efectúa la empresa Cementos Yura que explota caliza, yeso, etc., seguida de la Cia. Minera Ubinas S.A. que explota boratos.

En el cuadro N° 2.12 se hace mención de las unidades productoras no-metálicas, del área de trabajo.

En la actualidad hay áreas de exploración principalmente por cobre, y a menor escala por oro, polimetálicos y plata. (Cuadro N° 2.13)

El beneficio metalúrgico se efectúa en plantas, empleando concentración de minerales por flotación, lixiviación, fundición-refinación y otros (Cuadro N° 2.14).

Cuadro N° 2.12
PRINCIPALES UNIDADES DE PRODUCCIÓN MINERA METÁLICA Y NO METÁLICA

EMPRESA	UNIDAD	SUSTANCIA	UBICACIÓN		
			DPTO.	PROV.	DISTRITO
YURA S.A.	Chili N° 1	Caliza, yeso, cemento, pizarra	Arequipa	Arequipa	Yura
CIA. MINERA UBINAS S.A.	Salinas	Boratos	Arequipa	Arequipa	San Juan de Taucarani
SOC. MINERA CERRO VERDE	Cerro Verde	Cobre	Arequipa	Arequipa	Uchumayo
CIA. MINERA AGREGADOS CALCÁREOS S.A.	Sipina	Sílice	Arequipa	Camaná	Quilca
SOUTHERN PERU LIMITED	Cuajone	Cobre	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata
ANTONIO DE COL EIMRL.	Huaracane	Sílice	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
SOUTHERN PERU LIMITED	Toquepala	Cobre	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya
ANTONIO DE COL EIMRL.	Dieguito	Sílice	Moquegua	Ilo	Pacocha
SMRL LOURDES DE TACNA	Lourdes	Sílice	Tacna	Tacna	Pachía

Fuente :Dirección General de Minería

Cuadro N° 2.13
PROYECTOS DE INVERSIÓN Y PROSPECTOS EN ESTUDIO

PROYECTO	SITUACIÓN	SUSTANCIA A EXPLOTAR	UBICACIÓN		
			DPTO.	PROV.	DISTRITO
LOS ALCES	Exploración	Oro, cobre	Arequipa	Caylloma	Lluta
LAMPA - CACACHARA	Exploración	Polimetálico	Puno	Puno	Pichacani
OCOÑA	Exploración	Oro	Arequipa	Camaná	Ocoña
AREQUIPA	Exploración	Oro	Arequipa	Arequipa	Cerro Colorado
DESCONOCIDO	Exploración	Cobre	Arequipa	Arequipa	La Joya
LOS PINOS	Exploración	Cobre	Arequipa	Arequipa	Uchumayo
CERRO VERDE	Expansión	Cobre	Arequipa	Arequipa	Uchumayo
SAN JOSÉ	Exploración	Cobre	Arequipa	Arequipa	Yarabamba
MEDALLA MILAGROSA	Exploración	Cobre	Arequipa	Arequipa	Yarabamba
SURESTE	Exploración	Oro	Arequipa	Arequipa	La Joya
PROYECTO SUR	Exploración	Cobre	Moquegua	G. Sánchez Cerro	Puquina
CHAPI	Exploración	Cobre	Arequipa	Arequipa	Polobaya
MULLACOLLO	Exploración	Oro	Moquegua	G. Sánchez Cerro	La Capilla
LOS GALATOS	Exploración	Oro, cobre	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
ROSA MARÍA	Exploración	Oro, cobre	Arequipa	Islay	Cocachacra
MAZO CRUZ	Exploración	Oro, plata	Puno	El Collao	Capaso
QUELLAVECO	Estudio de Factibilidad	Cobre	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata
CUAJONÉ	Expansión	Cobre	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata
ANTACORI	Exploración	Cobre, oro	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
TOQUEPALA	Expansión	Cobre	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya
REFINERÍA DE COBRE - ILO	Expansión	Cobre	Moquegua	Ilo	Pacocha
PLANTA ÁCIDO SULFÚRICO	Expansión	Acido sulfúrico	Moquegua	Ilo	Ilo
ATASPACA	Exploración	Plata, cobre, zinc	Tacna	Tacna	Palca
NUEVA FUNDICIÓN DE COBRE	Estudio de Factibilidad	Cobre	Moquegua	Ilo	Ilo

Fuente :Dirección General de Minería

**Cuadro N° 2.14
CONCESIONES DE BENEFICIO**

CONCESIÓN DE BENEFICIO	EMPRESA MINERA	TM/DIA	PROCESO	PROD.	UBICACIÓN		
					DPTO.	PROV.	DISTRITO
Rehabilitación N°13	Yura S.A.	800	Clinkerización	Cemento	Arequipa	Arequipa	Yura
Río Seco	Cia. Minera Ubinas S.A.	230	Refinación	Boro	Arequipa	Arequipa	Cerro Colorado
Ubinas	Cia. Minera Ubinas S.A.	84	Calcinación	Boro	Arequipa	Arequipa	San Juan de Taucarani
Cerro Verde	Soc. Minera Cerro Verde S.A.	31 000	Lixiviación	Oxidos	Arequipa	Arequipa	Yarabamba
Micocha N°1	Minas de cobre de Chapi S.A.	1 000	Flotación	Cobre	Arequipa	Arequipa	Polobaya
SX Cuajone	Southern Peru	2 100	Lixiviación	Cu, Mo	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua
CONC de Botiflaca	Southern Peru	87 000	Flotación	Cu, Mo	Moquegua	Mariscal Nieto	Torata
Toquepala	Southern Peru	43 000	Flotación	Cu, Mo	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya
SX/EX - Toquepala	Southern Peru	18 737		Cu, MO	Tacna	Jorge Basadre	Ilabaya
La Fundición	Southern Peru	904	Fundición	Cu	Moquegua	Ilo	Pacocha
Refinería de Cobre de Ilo	Southern Peru	658	Refinación	Cu, Au, Ag	Moquegua	Ilo	Pacocha
P. Lav. y Conc. De Concha	Southern Peru	2 068	Lavado y Concentrado	CaO	Moquegua	Ilo	Ilo

Fuente :Dirección General de Minería

ASPECTOS HIDROLÓGICOS

3.1 METEOROLOGÍA

3.1.1 Precipitaciones

En el área costera las neblinas se generan mar adentro y se trasladan hacia el desierto, disipándose entre los 700 y 1 000 m de altura debido al fenómeno de la inversión térmica. En las colinas y montañas expuestas en el sector suroeste de la Franja N°1, es decir las que reciben directamente los vientos alisios, se produce el interesante fenómeno climatológico conocido con el nombre de "neblinas advectivas". Éstas al estrellarse contra los cerros, humedecen el desierto y dan origen a las lomas costeras, verdaderos oasis de vida en medio de la aridez del paisaje circundante, que sirven como refugio a una abundante y variada flora y fauna silvestre.

La humedad en el desierto del Pacífico es intensa en el invierno y llega con frecuencia al cien por ciento, lo que genera persistentes lloviznas y garúas que en los departamentos de Moquegua , Tacna y norte de Chile se conocen con el nombre de "camanchacas".

A partir de los 2 000 m la precipitación presenta registros entre 200 y 600 mm anuales y en la zona altiplánica (sobre los 4 000 m) donde los períodos lluviosos ocurren entre diciembre y marzo las precipitaciones varían entre 500 y 1 000 mm.

3.1.2 Temperatura

La Franja N° 1, comprende un territorio que de oeste a este presenta altitudes que van desde los 0 m hasta más de 5 000 msnm. Esta diferencia de altitud así como la influencia de la orografía en la parte alta sobre el régimen de temperaturas y precipitaciones, es la causa de la variedad climática existente que corresponden a tres sistemas de influencia diferentes: clima árido, clima seco y clima del altiplano.

La temperatura promedio anual en el área costera entre el nivel del mar y aproximadamente 2 000 msnm es superior a los 20 °C.

La temperatura en la franja comprendida entre los 2 000 y 4 000 msnm es moderada con registros anuales que se mantienen generalmente entre 8 °C y 14 °C.

En la zona altiplánica que se encuentra a partir de los 4 000 m de altitud, el clima es frío de alta montaña, las temperaturas diurnas son siempre positivas, pero a la sombra y en las noches, a lo largo del año y durante todos los meses la temperatura baja más allá de los 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 en este piso altitudinal está entre 2 °C y 5 °C, con máximas entre 15 °C y 20 °C y las mínimas nocturnas oscilan entre -5 °C y 10 °C. De abril a noviembre la temperatura promedio es inferior y baja a valores negativos de junio a agosto.

Las diferencias térmicas entre el sol y la sombra son también muy acentuadas y la presencia de nubes hace descender rápidamente la temperatura.

En altitudes superiores a 4 500 m y hasta 5 200 m, sus características son parecidas a las existentes en las altas mesetas: temperaturas positivas durante el día y negativas durante la noche. El hielo nocturno es más abundante y las mínimas absolutas deben descender más.

En altitudes superiores a los 5 200 m las temperaturas son positivas durante el mediodía, aún en las cumbres más altas y muy bajas (gélidas) durante la noche.

3.1.3 Efectos del fenómeno meteorológico El Niño

El fenómeno El Niño es un fenómeno climatológico global que ocurre con un lapso de recurrencia de 4 a 7 años, y cuando se origina el clima del norte se tropicaliza y llueve. Se le conoce como ENSO por las siglas en inglés de El Niño-Southern Oscillation (Oscilación del Sur). Mientras El Niño se refiere a la parte oceanográfica, la Oscilación del Sur se refiere a un fenómeno meteorológico global del que sólo recientemente se ha descubierto su relación con el anterior. Se trata de una oscilación de las presiones atmosféricas entre dos lugares del Pacífico caracterizada por las mediciones hechas por Darwing (Australia) y Tahiti. Las teleconexiones están más relacionadas al segundo fenómeno que al primero.

Se conoce que el Niño (ENSO) también modifica el clima en otras partes del globo a través de la "teleconexión" (conexión a través de la atmósfera). Las razones físicas para ello no son tan obvias, pero están relacionadas más con los disturbios atmosféricos globales (sistema global de presiones) producidos por el cambio en la posición e intensidad de la gran actividad convectiva en el centro y poniente del Pacífico ecuatorial que con las temperaturas del mar frente a las costas de América. Tienen más relación con el "SO" de ENSO que con el "EN".

En algunos lugares el fenómeno meteorológico El Niño produce lluvias y en otros sequías, pero para llegar a conclusiones científicas válidas que nos permitan predecir en que sentido va a variar el clima (si lo hace) necesitamos un estudio estadístico que tenga en cuenta toda la historia pasada del clima en estos lugares y de cómo fue afectada por eventos anteriores del fenómeno El Niño. En la sierra y montaña del Perú estos estudios se han hecho sólo para la región de Puno (RONALD WOODMAN).

Cuando ocurre el fenómeno de El Niño en la costa peruana la temperatura del mar que frente a Mollendo tiene en promedio 18,1 °C y en Ilo 17,9 °C, (ZUTA, S. y URQUIZO, W. 1972) comienza a oscilar positivamente, llegando a considerar Niños importantes aquellos que durante un mes hayan sobrepasado los 3,5 °C de anomalía ó 2,5 °C en invierno. En un año normal la anomalía se muestra con valores cercanos a cero, aquellos que sobrepasan los 4 °C se califican como Niños intensos, y medianos los que sobrepasan los 3 °C.

Los Niños más intensos en los dos últimos siglos han ocurrido en 1891, 1925, 1983 y 1997-98, en 1983 las lluvias llegaron a 2 387 mm y en 1998 a 3 600 mm, en un año normal el promedio de precipitaciones en Piura es de sólo 50 mm.

En la costa del área de la Franja, los efectos de este fenómeno sólo se sienten en época de ocurrencia de los Niños intensos y excepcionales como los de 1925, 1983 y 1997-98, llegando a llover con intensidad en zonas ubicadas entre los 1 000 y 3 000 m de altura de la vertiente occidental de los Andes, convirtiéndose en la región con mayor riesgo de huaycos que amenazan ocasionar pérdida de vidas, propiedad e infraestructura.

Con excepción de Puno, no existe una relación estadística clara entre El Niño y la precipitación en la zona central y vertiente oriental de los Andes, proyectándose hacia el sur en el área que ocupa la Franja N° 1 por lo que las predicciones de las temperaturas del mar frente a nuestras costas no nos permite hacer un pronóstico sobre las precipitaciones en esta zonas. Esto se explica en términos físicos, porque estas regiones del país no tienen una comunicación directa con las variaciones de la temperatura de la costa. Los aires y humedad a las que están expuestas provienen de la cuenca Atlántica de América. Si hay algún efecto, se debe a lo que se conoce como "teleconexión" entre los disturbios atmosféricos en el centro del Pacífico ecuatorial y el clima en diferentes partes del globo. En el caso del altiplano de la Franja N° 1 (parte de Puno, Tacna y Moquegua) se notó una correlación negativa (sequía) con el Niño de 1983 y 1997-98, pero la relación no es muy clara con eventos de menor intensidad (1972, 1987 y 1992).

3.2 AGUAS SUPERFICIALES

La región de la Franja N° 1 es ocupada por 10 de las 53 principales cuencas de la vertiente del Pacífico y 4 de las 10 cuencas principales de la vertiente del lago Titicaca.

Una de las principales características de los ríos que conforman estas cuencas es el régimen temporal de los mismos, considerando la irregularidad de sus caudales, corto período de abundancia o avenidas máximas, 3 a 5 meses (diciembre a mayo) y un prolongado período de estiaje (7 a 9 meses, mayo a diciembre), situación no favorable a las necesidades hídricas de la franja para diferentes fines, por lo que es necesario ejecutar obras complementarias en las cuencas o transvases para lograr el afianzamiento hídrico de ellas.

3.2.1 Vertiente del Pacífico

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

3.2.2 Vertiente del Titicaca

Los ríos de la vertiente del Titicaca también son de corto recorrido, caudal variable, con máximas avenidas entre diciembre a mayo y mínimas entre mayo a diciembre, los ríos Mauri y Desaguadero aunque nacen en territorio peruano desaguan en territorio boliviano, el río Ilave es considerado el más caudaloso, su caudal promedio calculado en función a estudios realizados por la ONERN (1980), ELECTROPERÚ (1975) y el CEDEX (1992) es de 40,1 m³/s.

En el Cuadro N° 3.1, se observa la disponibilidad hídrica de los ríos de las vertientes Pacífica y del Titicaca.

Cuadro N° 3.1
DISPONIBILIDAD HÍDRICA EN LAS CUENCAS DE LAS
VERTIENTES PACÍFICO Y TITICACA

CUENCA	ELECTROPERÚ m ³ /s	ONERN m ³ /s	CEDEX m ³ /s	PROMEDIO m ³ /s
VERTIENTE PACÍFICO				
ÁTICO	1,6	0,1	0,1	0,6
CARAVELI	3,2	0,8	0,2	1,4
OCONA	90,0	66,6	98,3	85,0
CAMANA-MAJES	90,0	82,5	97,7	90,1
QUILCA-CHILI-VÍTOR	38,7	23,2	15,6	25,8
TAMBO	39,9	39,7	39,1	39,6
OSMORE	4,3	2,9	1,8	3,0
LOCUMBA	4,2	8,2	4,2	5,5
SAMA	2,4	1,5	1,8	1,9
CAPLINA	1,8	3,1	1,3	2,1
VERTIENTE DEL TITICACA				
ILAVE	34,8	41,6	44,0	40,1
MAURI	3,6	3,5	3,9	3,7
ZAPATILLA	3,9	2,5	3,1	3,2
CCALLACCANE	8,3	8,1	7,0	7,8

Fuente : CEDEX 1990

3.3 AGUAS SUBTERRÁNEAS

3.3.1 Acuíferos

En las áreas altiplánicas de la Franja N° 1 existen potentes formaciones permeables de características regionales expuestas entre los 4 000 y 5 000 msnm, producto de la acumulación fluvial en las cubetas sedimentarias de los grandes lagos que existieron en estas altiplanicies durante el Pleistoceno.

Las formaciones que disponen de estos acuíferos son las de Mauri y Capillune, estudios efectuados por MENDÍVIL S. (1965) en el lado peruano y AHLFELD (1960) en el lado boliviano, mencionan que se han depositado en ambiente lagunar durante el Pleistoceno.

La formación de la columna sedimentaria por acción de los materiales transportados estuvo interrumpida transitoriamente por efusión de cenizas volcánicas que cubrieron a los sedimentos del Mauri a manera de un gigantesco manto. Posteriormente al restablecerse las condiciones favorables (fin de las efusiones volcánicas) continuó la acumulación de material para formar los estratos de la Formación Capillune.

Así ambas formaciones permeables están separadas por un manto de ceniza volcánica, designado como "cenizas Sencca" de naturaleza impermeable. Los estratos buzan generalmente entre 10° y 20°, en algunos lugares están plegados y fallados por acción del último volcanismo que dio origen a las formaciones volcánicas más recientes.

Los estratos de estas formaciones consisten en areniscas tobáceas, tobas riolíticas, pumitas, limolitas, tufitas.

Las formaciones afloran en regiones donde la precipitación pluvial varía de 500 a 1 000 mm/año; la columna pluviométrica anual asegura la recarga de las napas freáticas existentes en los depósitos permeables, lo que ayudado por el agua de infiltración de las lagunas actuales y las zonas glaciares aunque se hallen alejadas permiten el afloramiento de un sinnúmero de manantiales constantes a lo largo del año.

Desde 1967, se vienen investigando los acuíferos existentes en la zona altiplánica (Capillune y Mauri), con sondajes diamantinos de hasta 2 000 pies de profundidad lo que ha permitido determinar que las formaciones permeables llegan hasta los 500 m de profundidad en diferentes puntos del Altiplano.

En los diferentes pozos perforados hasta un alcance de 200 m, se ha encontrado que la recarga a la napa freática se encuentra en diferentes lugares y en las pruebas hidráulicas efectuadas se han logrado obtener descargas superiores a los 100 l/s con débiles depresiones del nivel freático.

Cuadro N° 3.2
GEOQUÍMICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE ALGUNOS RÍOS UBICADOS EN LA FRANJA N°1

MUESTRA	UBICACIÓN	PH	TDS Mg/l	C.E. Us/cm	CATIONES										ANIONES										PARÁMETROS QUÍMICOS (mg/l)										ELEMENTOS PESADOS																																																																															
					Ca					Mg					Na					K					NH ₄					CO ₃					HCO ₃					SO ₄					NO ₃					PO ₄					Li					Rb					Al					Mn					As					Hf					Fe					Cu					Pb					Zn					B					Cd				
					Ca	Mg	Na	K	NH ₄	Ca	Mg	Na	K	NH ₄	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	PO ₄	Li	Rb	Al	Mn	As	Hf	Fe	Cu	Pb	Zn	B	Cd	CO ₃	HCO ₃	SO ₄	NO ₃	PO ₄	Li	Rb	Al	Mn	As	Hf	Fe	Cu	Pb	Zn	B	Cd																																																																		
O	BOCATOMA GRANDE	6.1	576	1150	62	19	129	6	35.4	N.D.	136.7	284.3	2	<1	0.03	0.02	<0.2	<0.2	<0.005	<0.005	0.28	0.012	<0.02	0.02	0.02	63.1	<0.01	<0.005	<0.005	2	<1	0.03	0.02	<0.2	<0.2	<0.005	<0.005	0.28	0.012	<0.02	0.02	0.02	63.1	<0.01																																																																						
OH	ODA HONDA	6.2	2290	4580	775	34.7	376	57	35.4	N.D.	494.4	1.915	0.50	<1	0.15	0.12	0.2	0.25	<0.005	<0.005	0.17	0.032	<0.02	0.019	7.5	<0.01	<0.005	<0.005	0.50	<1	0.15	0.12	0.2	0.25	<0.005	<0.005	0.17	0.032	<0.02	0.019	7.5	<0.01																																																																								
RL-1	RÍO LOCUMBA	7.8	1380	2780	200	45	323	29	135.5	N.D.	448.2	511.9	<0.1	<1	1.15	0.33	0.3	<0.2	0.512	<0.005	<0.005	0.25	0.011	<0.02	0.010	58.3	<0.01	<0.005	<0.005	<0.1	<1	1.15	0.33	0.3	<0.2	0.512	<0.005	<0.005	0.25	0.011	<0.02	0.010	58.3	<0.01																																																																						
RL-2	RÍO LOCUMBA (PTE. COSTANERO)	7.5	1610	3220	330	41.7	326	40	112.0	N.D.	444.6	913.6	373	<1	0.88	0.25	0.2	0.97	0.315	<0.005	<0.005	0.061	0.021	0.071	0.138	41.1	<0.01	<0.005	<0.005	373	<1	0.88	0.25	0.2	0.97	0.315	<0.005	<0.005	0.061	0.021	0.071	0.138	41.1	<0.01																																																																						
S-1	RÍO SAMA	7.2	3080	6160	456	88	765	43	112.0	N.D.	1269	1260	<0.1	<1	2.09	0.40	0.2	<0.2	0.053	<0.005	<0.005	0.028	0.011	<0.02	0.013	13.9	<0.01	<0.005	<0.005	<0.1	<1	2.09	0.40	0.2	<0.2	0.053	<0.005	<0.005	0.028	0.011	<0.02	0.013	13.9	<0.01																																																																						
MOQ-1	RÍO MOQUEGUA	7.8	419	836	92	11.3	60	4.0	100.2	N.D.	74.70	140.3	10.3	<1	0.07	0.02	0.3	<0.2	0.0061	<0.005	<0.005	0.090	0.014	<0.02	0.020	12.1	<0.01	<0.005	<0.005	10.3	<1	0.07	0.02	0.3	<0.2	0.0061	<0.005	<0.005	0.090	0.014	<0.02	0.020	12.1	<0.01																																																																						
TUM-1	RÍO TUMILACA	6.9	128	255	138	4.2	16.6	2.0	23.6	N.D.	14.23	62.2	0.69	<1	0.03	0.02	0.3	0.30	0.315	<0.005	<0.005	0.11	<0.01	<0.02	0.033	6.8	<0.01	<0.005	<0.005	0.69	<1	0.03	0.02	0.3	0.30	0.315	<0.005	<0.005	0.11	<0.01	<0.02	0.033	6.8	<0.01																																																																						
TOR-1	RÍO TORATA (PUENTE)	7.8	271	542	87	7.8	39	2.0	100.2	N.D.	28.46	62.2	11.2	<1	0.03	0.02	0.2	0.46	0.128	<0.005	<0.005	1.34	<0.01	<0.02	0.013	7.6	<0.01	<0.005	<0.005	11.2	<1	0.03	0.02	0.2	0.46	0.128	<0.005	<0.005	1.34	<0.01	<0.02	0.013	7.6	<0.01																																																																						
TOR-2	RÍO TORATA	7.3	214	0.427	33	5.2	36	6.0	35.4	N.D.	49.80	66.7	1.55	<1	0.16	0.06	0.3	<0.2	0.0154	<0.005	<0.005	0.15	<0.01	0.22	0.014	12.9	<0.01	<0.005	<0.005	1.55	<1	0.16	0.06	0.3	<0.2	0.0154	<0.005	<0.005	0.15	<0.01	0.22	0.014	12.9	<0.01																																																																						
ESTIQUE	ODA. ESTIQUE	7.0	805	1508	293	39	41	4.0	41.3	N.D.	21.34	627.3	1.00	<1	0.04	0.02	0.1	<0.2	0.015	<0.005	<0.005	0.215	<0.01	0.024	0.020	13.6	<0.01	<0.005	<0.005	1.00	<1	0.04	0.02	0.1	<0.2	0.015	<0.005	<0.005	0.215	<0.01	0.024	0.020	13.6	<0.01																																																																						
RÍO LLUSTA	RÍO LLUSTA	6.8	289	577	19	8.6	66	10.0	41.3	N.D.	92.49	35.4	0.33	5.2	0.22	0.13	0.1	<0.2	0.039	<0.005	<0.005	0.280	<0.01	<0.02	0.018	11.2	<0.01	<0.005	<0.005	0.33	5.2	0.22	0.13	0.1	<0.2	0.039	<0.005	<0.005	0.280	<0.01	<0.02	0.018	11.2	<0.01																																																																						
RÍO HUENQUE	RÍO HUENQUE	6.6	205	408	18	6.2	43	8.0	35.4	N.D.	67.59	31.7	0.17	<1	0.09	0.09	0.1	<0.2	0.054	<0.005	<0.005	0.49	<0.01	<0.02	0.019	13.2	<0.01	<0.005	<0.005	0.17	<1	0.09	0.09	0.1	<0.2	0.054	<0.005	<0.005	0.49	<0.01	<0.02	0.019	13.2	<0.01																																																																						
RÍO TAMBO	RÍO TAMBO	7.2	1360	2720	203	30	388	18.0	82.5	N.D.	56.56	326.3	0.60	<1	0.85	0.36	0.2	1.02	0.412	0.053	0.44	<0.01	<0.02	0.016	37.3	<0.01	<0.005	<0.005	0.60	<1	0.85	0.36	0.2	1.02	0.412	0.053	0.44	<0.01	<0.02	0.016	37.3	<0.01																																																																								
ILA-1	RÍO ILAVE	7.1	185	368	136	33	148	10.0	106.1	N.D.	199.1	365.1	6.71	<1	0.23	0.10	<0.1	<0.2	0.095	<0.005	<0.005	0.33	<0.01	<0.02	0.010	36.0	<0.01	<0.005	<0.005	6.71	<1	0.23	0.10	<0.1	<0.2	0.095	<0.005	<0.005	0.33	<0.01	<0.02	0.010	36.0	<0.01																																																																						
RÍO MAURI	RÍO MAURI	6.7	782	1520	26	11.9	232	27.0	70.7	N.D.	360.6	34.6	0.60	<1	1.6	0.48	<0.1	<0.2	2.403	<0.005	<0.005	0.44	<0.01	<0.02	0.012	69.9	<0.01	<0.005	<0.005	0.60	<1	1.6	0.48	<0.1	<0.2	2.403	<0.005	<0.005	0.44	<0.01	<0.02	0.012	69.9	<0.01																																																																						
PASTO GRANDE	REPRESA PASTO GRANDE	5.8	230	460	36	5.8	51	10.0	17.7	N.D.	67.59	62.7	0.20	<1	0.36	0.16	<0.1	<0.2	0.085	<0.005	<0.005	0.65	<0.1	<0.02	0.015	6.7	<0.01	<0.005	<0.005	0.20	<1	0.36	0.16	<0.1	<0.2	0.085	<0.005	<0.005	0.65	<0.1	<0.02	0.015	6.7	<0.01																																																																						
RÍO JARUMAS	RÍO QUEQUESANE	6.8	62	124	6.3	3.73	9	4.0	34.5	N.D.	7.11	5.76	0.65	<1	0.01	0.08	<0.1	<0.2	0.032	<0.005	<0.005	0.27	<0.01	<0.02	0.010	6.2	<0.01	<0.005	<0.005	0.65	<1	0.01	0.08	<0.1	<0.2	0.032	<0.005	<0.005	0.27	<0.01	<0.02	0.010	6.2	<0.01																																																																						
PUENTE CORUCA	RÍO SAMA	7.0	1080	2160	182	34.9	226	23.0	82.5	N.D.	277.5	603.3	1.3	<1	1.08	0.41	<0.1	<0.2	0.415	0.0005	0.55	<0.01	<0.02	0.021	55.6	<0.01	<0.005	<0.005	1.3	<1	1.08	0.41	<0.1	<0.2	0.415	0.0005	0.55	<0.01	<0.02	0.021	55.6	<0.01																																																																								
RÍO SALADO	RÍO SALADO	7.1	1500	3000	99	26	413	52	94.3	N.D.	615.4	365.1	2.50	<1	2.64	1.21	<0.1	<0.2	1.104	<0.005	<0.005	0.21	<0.01	<0.02	0.013	87.1	<0.01	<0.005	<0.005	2.50	<1	2.64	1.21	<0.1	<0.2	1.104	<0.005	<0.005	0.21	<0.01	<0.02	0.013	87.1	<0.01																																																																						
RÍO CAPLINA 1	RÍO CAPLINA	3.0	624	1246	69	20.5	81	13	<2	N.D.	206.3	448.6	0.46	<1	0.19	0.18	13.8	0.90	0.039	<0.005	<0.005	4.89	<0.01	<0.02	0.362	21.5	<0.01	<0.005	<0.005	0.46	<1	0.19	0.18	13.8	0.90	0.039	<0.005	<0.005	4.89	<0.01	<0.02	0.362	21.5	<0.01																																																																						
RÍO CAPLINA 2	RÍO CAPLINA	3.9	652	1301	146	24.8	68	13	11.8	N.D.	65.37	584.0	1.73	<1	0.18	0.09	8.2	0.90	0.016	<0.005	<0.005	5.01	<0.01	<0.02	0.358	3.8	<0.01	<0.005	<0.005	1.73	<1	0.18	0.09	8.2	0.90	0.016	<0.005	<0.005	5.01	<0.01	<0.02	0.358	3.8	<0.01																																																																						
ANCOCOLLO	ANCOCOLLO	7.2	2630	5260	51	8.6	989	82	94.3	N.D.	1430	176.2	0.74	<1	9.40	2.35	<0.1	<0.2	3.619	<0.005	<0.005	0.65	<0.01	<0.02	0.014	181	<0.01	<0.005	<0.005	0.74	<1	9.40	2.35	<0.1	<0.2	3.619	<0.005	<0.005	0.65	<0.01	<0.02	0.014	181	<0.01																																																																						
CA-1	RÍO CACACHARA	2.3	450	890	37.5	5.8	2.59	4.95	--	N.D.	56.71	268	1.42	0.73	0.01	0.01	6.6	7.75	<0.005	<0.005	11.0	0.12	0.179	7.0	0.32	35	<0.01	<0.005	<0.005	1.42	0.73	0.01	0.01	6.6	7.75	<0.005	<0.005	11.0	0.12	0.179	7.0	0.32	35																																																																							
CA-2	RÍO CACACHARA	6.7	1420	2830	660	0.38	110	70	26	N.D.	70.86	1527	1.21	--	0.01	0.05	<0.2	0.025	0.029	<0.005	<0.005	<0.1	<0.01	<0.005	<0.01	0.06	<1	<0.005	<0.005	1.21	--	0.01	0.05	<0.2	0.025	0.029	<0.005	<0.005	<0.1	<0.01	<0.005	<0.01	0.06	<1																																																																						
T1	RÍO SAMA	5.7	1290	2570	37.5	5.8	2.59																																																																																																											

En la zona del Altiplano de Moquegua la Formación Capillune posee una capacidad de recarga que excede los 4 000 l/s, su coeficiente de transmisividad determinado en las diferentes pruebas de bombeo es del orden de 10^{-3} m²/s ($T = 3.5 \times 10^{-3}$ m²/s) y el coeficiente de almacenamiento es de 0,001 ($S = 1 \times 10^{-3}$ m²/s).

Estudios efectuados en el área de Arequipa han permitido determinar la existencia de recursos hídricos en sedimentos de la Formación Yura e igualmente en Moquegua en sedimentos de la Formación Moquegua.

Aunque no se cuenta con datos sobre la explotación de estos acuíferos es conocido que el Proyecto Especial Tacna los explota en las pampas del Ayro y las lagunas de Vilacota con Vizcachas y Southern Peru en el área de la laguna Suches.

En la zona costanera los acuíferos se localizan en los conos de deyección de los ríos Caplina (pampas del Hospicio y La Yarada), Sama, Locumba, Ilo-Moquegua, Tambo, Quilca-Siguas-Vitor, Camaná y, Ocoña, en formaciones aluvionales y son predominantemente libres; el basamento se halla entre los 400 y 500 metros de profundidad y su recarga se realiza a través de las filtraciones cordilleranas, el retorno de las aguas de riego y en menor grado por las precipitaciones pluviales en sus cuencas media y alta. Son explotados mediante pozos y sondajes de hasta 100 m de profundidad con caudales que varían entre 12 y 100 litros, tanto para uso agrícola como doméstico e industrial.

En el Cuadro N° 3.3 se presenta la explotación de aguas subterráneas para diferentes usos en la vertiente del Pacífico.

En la cuenca del lago Titicaca aunque se conoce la existencia de acuíferos en depósitos cuaternarios y pliocénicos (Formación Huancané), su explotación es baja y se estima como no significativa.

Cuadro N° 3.3
EXPLOTACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS
PARA DIFERENTES USOS EN VERTIENTE DEL
PACÍFICO (MILES DE M³)

Cuenca	Poblacional	Agrícola	Pecuario	Industrial
ATICO	---	---	---	---
OCOÑA	---	---	---	---
CAMANÁ	---	---	---	---
QUILCA	24	72	12	828
TAMBO	---	---	---	---
OSMORE	1 440	1 581	---	11 358
LOCUMBA	---	---	---	---
SAMA	---	---	---	---
CAPLINA	36	14 208	204	---

Fuente: CEDEX 1990

3.4 LAGUNAS

Constituyen otra de las fuentes disponibles de recurso hídrico de la franja, vienen a ser depósitos de agua de régimen temporal o permanente de tamaño variable ubicado entre las cotas 4 000 y 6 000 msnm de la Cordillera de los Andes.

Su fuente de recarga lo constituye la precipitación estacional, el deshielo de algunos nevados de la Cordillera del Barroso o Volcánica del Sur, las filtraciones de las cuencas superiores, el escurrimiento superficial, etc.

En el área de la franja las lagunas más importantes son: Aricota, la que es aprovechada para generar electricidad en las centrales hidroeléctricas Aricota I y II y riego en la parte baja del valle del río Locumba.

Las lagunas de Vilacota, Loriscota, Vizcachas, que forman parte del diagrama hídrico para abastecimiento de agua a la población de Tacna y el mejoramiento de riego de los valles de Caplina, Sama y Locumba.

La laguna de Suches, se emplea para el abastecimiento de agua de las operaciones mineras de Toquepala y Cuajone.

La laguna de Salinas, constituye una reserva natural protegida por el Estado ya que se encuentra en un franco proceso de disminución de su espejo de agua.

El Cuadro N° 3.4 muestra el resultado del inventario de lagunas que en 1980, realizó la ex Oficina Nacional de Recursos Naturales (ONERN) hoy remplazada por INRENA.

Cuadro N° 3.4
INVENTARIO DE LAGUNAS

CUENCAS	NÚMERO DE LAGUNAS	NÚMERO DE LAGUNAS (> 4 Km ²)
VERTIENTE PACÍFICO		
OCOÑA	344	19
CAMANA	364	26
QUILCA	106	3
TAMBO	198	12
OSMORE	11	-
LOCUMBA	21	3
SAMA	13	1
CAPLINA	6	-
VERTIENTE TITICACA		
ILAVE	120	4
CCALLACCAM	16	1
PUCCHO	6	-
MAURE	43	11

Fuente: Inventario Nacional de Lagunas y Represamientos.
ONERN. 1980

3.5 FUENTES TERMALES

Se localizan en la Cordillera Volcánica, en la Cordillera del Barroso, la Cadena Occidental de los Andes y en los promontorios que sobresalen en el altiplano, se hallan en relación con zonas magmáticas no muy profundas, de modo tal que el agua de lluvia que se infiltra, al penetrar en estos terrenos, aumenta su temperatura y al ascender a la superficie, lo hace con temperaturas altas (la temperatura de la tierra, aumenta con la profundidad). Los manantiales que emergen del suelo están cargados con minerales disueltos.

Entre las principales áreas geotermales donde existen fuentes termales merecen destacar las siguientes:

a) Chachani

Las fuentes termales de la zona de Chachani son las de La Calera, Aguas Calientes, Baños Yura, Baños de Jesús y Socosani. Las fuentes de Yura y de Jesús se utilizan como baños medicinales y las fuentes de Socosani se usan para producir agua mineral y bebidas gaseosas. La mayoría de las fuentes se encuentran en el flanco oeste del volcán Chachani. Las aguas brotan como manantiales calientes en el Grupo Yura y la Formación Sencca.

Las aguas de Socosani, Baños Yura y Aguas Calientes pertenecen al grupo de aguas bicarbonatadas, mientras que las aguas de Baño de Jesús y La Calera tienen un carácter clorurado. Las aguas muestran un pH promedio de 6,3 y sus temperaturas varían entre 25 °C y 35 °C.

Según estimaciones geotermométricas, la temperatura del reservorio de la fuente de Baños de Jesús varía de 140 °C a 150 °C.

Las aguas de Baños de Jesús son aguas cloruradas profundas que proceden de un acuífero con temperaturas entre 140 °C y 150 °C. Las fuentes bicarbonatadas de Aguas Calientes, Baños Yura y Socosani son aguas subterráneas calientes, que según sus elementos traza y el ratio de Na/Li, provienen de un solo acuífero. Las aguas de La Calera se interpretan como aguas cloruradas profundas que interactuaron con aguas bicarbonatadas superficiales.

b) Ubinas

Está representada por las fuentes termales de: Ubinas, Huarina, Ccacahuara, Lucco, Exchange, Pampilla, Aquina, Ichuña, Laguna Salinas (San José y Tacune) y Ulucán. Se encuentran entre los aparatos volcánicos (Misti y Ubinas) San José y Tacune; en el río Tambo

al NE del volcán Ubinas (Aquina, Exchange y Pampilla); y los de Ulucán al SE del mismo volcán Ubinas. Las fuentes constituyen mayormente manantiales calientes que se usan en Huarina, Exchange, Pampillae e Ichuña como baños. Las aguas termales brotan en depósitos recientes rodeados por rocas del Grupo Barroso (laguna Salinas), Grupo Tacaza (Ubinas), Grupo Yura (Exchange, Pampilla, Aquina, Ulucán, Lucco, Ichuña) y Formación Matalaque (Huarina), aflorando principalmente a lo largo del valle del Tambo.

En las cercanías de las aguas de Exchange, Aquina y Ulucán se observa sinter de carbonato y sílice. En Tacune se notan zonas de alteración argílica y oxidación.

Las fuentes de Exchange, Aquina, San José y Ulucán pertenecen a la familia de aguas cloruradas. Las de Ubinas, Huarina y Tacune tienen un carácter sulfatado, mientras que las aguas de Pampilla son de tipo bicarbonatadas. El pH promedio de las aguas es 6,4 y sus temperaturas se encuentran entre 25 °C y 60 °C.

Para Ulucán la geotermometría registra temperaturas de 170 °C a 180 °C.

Las aguas cloruradas de Exchange, Aquina, San José y Ulucán son aguas profundas, que provienen según sus elementos traza y ratios de Cl/B y Na/Li variables, de diferentes acuíferos. Los manantiales de Ubinas y Tacune (sulfatadas), por su pH ácido, se explica como aguas calentadas por vapor, mientras que Pampilla (sulfatada-bicarbonatada, pH 7,5) es agua subterránea caliente. La fuente Huarina se explica como agua profunda que interactuó con aguas sulfatadas superficiales.

c) Calacoa

Las fuentes termales del área se encuentran ubicadas tanto el flanco oeste del volcán Ticsani: fuentes del cañón del río Putina (Sicolaque, Sayasani, Putina), Cuchumbaya, Huanuscucho, Huallaquere; como al este: Puente Collo o Puente Bello y Chilota. Las aguas brotan en rocas de los grupos Puno, Toquepala y Barroso así como en depósitos fluvio-glaciares recientes. Las fuentes están relacionadas a fallas regionales con rumbos NE-SO y NO-SE y constituyen manantiales calientes. En los alrededores de las fuentes del río Putina, Puente Collo y Chilota se formaron grandes cantidades de sinter de sílice y carbonatos.

Las aguas del río Putina (Sicolaque, Sayasani, Putina) Cuchumbaya y Puente Collo o Puente Bello pertenecen al grupo de aguas cloruradas y tienen temperaturas entre 50 °C y 90°C. Su pH promedio es neutro (6,7) y su contenido promedio de Cl es 2 500 mg/l. Las fuentes de Huanuscucho, Huallaquere y Chilota muestran un carácter bicarbonatado con un pH promedio de 6,5 y temperaturas entre 20 °C y 40 °C.

Basándose en los contenidos de elementos traza (Li, Ba, Sr) y ratios de Cl/B y Na/Li bastante uniformes se puede deducir que las aguas del río Putina y Cuchumbaya provienen de un solo acuífero con temperaturas entre 170 °C y 180 °C. Las aguas de Puente

Ccollo también son aguas profundas, pero, debido a valores de elementos traza diferentes, pertenecen a un sistema distinto. Las aguas bicarbonatadas de Huanuscucho, Huallaquere y Chilota muestran rasgos de aguas subterráneas calientes (conductividad eléctrica baja y pH neutro).

d) Tutupaca

Las fuentes termales de la zona de Tutupaca se pueden subdividir en: Tutupaca Norte y Tutupaca Sur. Tutupaca Norte incluye las fuentes de Pampa Turun Turun, Quebrada Azufre, Río Callazas y Quebrada Tacalaya que están situadas en el flanco sur y sureste del volcán Tutupaca. En la zona de Tutupaca Sur se encuentran las fuentes de Río Calientes, Quebrada Ancocollo, Vilacota y Kovire las cuales están relacionadas a calderas volcánicas.

Las aguas de Tutupaca Norte y Sur brotan como manantiales calientes, fumarolas y geysers en rocas fracturadas del Grupo Barroso y estratos de la Formación Capillune. La formación de sínter de sílice en las cercanías de las surgencias es muy frecuente.

Las aguas de Tutupaca Norte (Pampa Turun Turun, Quebrada Azufre, Río Callazas y Quebrada Tacalaya) tienen un carácter sulfatado con un contenido promedio de 490 mg/l de Cl. Las temperaturas de las aguas tienen un rango de 30 °C a 90 °C.

Las fuentes de Tutupaca Norte (Pampa Turun Turun, Quebrada Azufre, Río Callazas y Quebrada Tacalaya) por su carácter sulfatado y pH ácido muestran rasgos típicos de aguas calentadas por vapor (stream-heated). Los manantiales de Río Calientes y Quebrada Ancocollo (Tutupaca Sur) representan fluidos profundos con elevados contenidos de cloruro. Por sus contenidos uniformes de elementos traza se puede decir que las aguas provienen de un solo acuífero con temperaturas entre 150 °C y 195 °C.

e) Río Mauri

Las fuentes termales en el área del río Mauri pueden ser subdivididas en río Mauri Norte, incluyendo las fuentes de Boratera y Putina Grande, y río Mauri Sur, que comprenden las aguas termales de Kallapuma.

Las fuentes del río Mauri Norte están relacionadas a calderas volcánicas, mientras que las del río Mauri Sur parecen estar relacionadas a los aparatos volcánicos Titire, Chila, Jucure y tal vez a Casiri-Paucarani.

Las aguas del río Mauri afloran como manantiales calientes mayormente en depósitos fluvioglaciares y aluviales que descansan sobre los volcánicos del Grupo Barroso. En las cercanías de los afloramientos de aguas termales se observan depósitos de sínter de sílice.

Las fuentes de la Boratera y Kallapuma pertenecen a la familia de aguas cloruradas. Su contenido promedio de Cl es aproximadamente 1 300 mg/l, su pH promedio es neutro (6,9) y sus temperaturas se encuentran entre 20 °C y 90 °C. Las aguas de Putina Grande muestran un carácter sulfatado con un pH promedio de 6,5 y temperaturas entre 55 °C y 80 °C.

Las aguas de la Boratera y Kallapuma se pueden interpretar como fluidos profundos por su carácter clorurado. Sus similares ratios de Cl/B y Na/Li dejan pensar que las aguas provienen de la misma fuente profunda con una temperatura de 110 °C a 150 °C. Los manantiales de Putina Grande (aguas sulfatadas) muestran rasgos de aguas subterráneas calientes (conductividad eléctrica baja y un pH neutro).

f) Otras zonas

En el área de la franja existen otras fuentes termales que aparentemente no se hallan relacionadas con los campos anteriormente descritos, entre los cuales cabe mencionarse las fuentes termales de Pocopollo cerca a Conduriri (Puno) con una temperatura de 33 °C y se encuentra debajo de un sínter de carbonatos que son empleados para baño, por los lugareños, por sus bellos paisajes puede servir como atractivo turístico.

La fuente de Collpa Apacheta se encuentra cerca de Laraquere a media hora de Puno por la carretera Moquegua-Puno, las aguas cloruradas sódicas presentan una temperatura de 54 °C y son explotadas como baños termales por la municipalidad del mismo nombre, la que en la actualidad está construyendo piscinas.

La fuente Aguas de Caliente ubicadas en el valle del río Caplina en el pueblo del mismo nombre a 23 km de Tacna y a 1 350 msnm; los Aymaras llamaron al lugar Huntu Uma (aguas calientes) caracterizadas por presentar una temperatura entre 36 °C a 40 °C y son empleadas como baños termales para afecciones neuro-artríticas y de la piel.

Las aguas termales de Ticaco (a 25 minutos de Tarata) son utilizadas artesanalmente como baños termales.

Las aguas de Jesús María (52° C) a 45 minutos de Ichuña, en el río Uturuncane y las de Tolopalca (44-45 °C) también al norte de Ichuña, son utilizadas como baños.

En el Cuadro N° 3.5 se muestran las principales fuentes de aguas termales existentes en la Franja N° 1.

Cuadro N° 3.5
PRINCIPALES FUENTES DE AGUAS TERMALES EN LA FRANJA N° 1

ÁREA GEOTERMAL	FUENTE	UBICACIÓN		ALGUNOS PARÁMETROS QUÍMICOS (mg/l)										PARÁMETROS FÍSICOS				CANTAL (litros)	TIPO DE SURGENCIA	COMENTARIOS
		Longitud	Latitud	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	Cl	SO ₄	θ	As	Temp. F. (°C)	pH						
CHACHANI	La Calera	71-22-25	16-03-34	360	44	185	58	892	734	734	134	0,015	28	6,2	0,8-1	Manantial	Tienen uso local, cuenta con piscinas rústicas, se puede desarrollar a un complejo turístico.			
	Aguas Calientes	71-39-35	16-10-26	170	21	55	32	346	317	2,9	0,002	33	7,2	10	Manantial	Se puede desarrollar como productora de bebidas gaseosas.				
	Baños Yura	71-41-36	16-14-55	170	14	188	98	970	235	2,5	0,016	26-32	6,1-6,7	0,3	Manantial	Actualmente cuenta con un complejo turístico y una planta embotelladora (productora de bebidas gaseosas). La fuente tiene varios ojos los cuales se pueden canalizar para tener un mayor caudal.				
	Baños de Jesús	71-28-23	16-26-05	150	36	180	53	247	1.326	1.236	13,4	0,2	26	5,8	Manantial	Baños termales, cuentan con una infraestructura adecuada, para su desarrollo turístico.				
UBINAS	Socosani	71-42-57	16-15-30	240	17	225	140	1.096	340	2,3	0,012	26-29	6,1-6,5	0,2-2,0	Manantial	Ampliar su planta embotelladora, para una mayor producción de sus bebidas gaseosas.				
	Huarina	70-48-47	16-26-49	275	13	455	43	148	704	752	2,7	1,4	38	7,0	Manantial	Mejoramiento de infraestructura, con la construcción de duchas y piscinas.				
	Aquifa	70-40-07	16-10-30	1.925	87	470	51	676	5.433	124	10,7	1,3	30-42	6,7	Manantial	No tiene ningún uso, no se puede usar como baños termales. Se le puede explotar como energía geotérmica.				
	Ullucan	71-02-13	16-36-00	2.250	360	520	60	550	7.264	270	48,3	2,4	55-76	5,8-6,4	Manantial	Se puede desarrollar como baños para uso local.				
CALACOA	Río Putina	70-41-36	16-43-52	450	36	123	16	191	915	469	15,3	2,9	73-89	5,8-9,3	Manantial	Se tendría que realizar estudios más detallados, para ser desarrollado como campo geotérmico.				
	Puente Collo o Puente Bello	70-22-46	16-32-42	3.075	130	455	63	737	8.520	924	39,1	21	79-81	5,8	Manantial y Géiser	Tiene un buen atractivo turístico, se puede desarrollar también como baños termales.				
	Río Calientes	70-07-40	17-05-41	1160	123	26	0	97	3.340	61	3,6	10,9	86	8,0	Géiser	Se puede construir un complejo turístico. Realizar estudios específicos, para su posible desarrollo como campo geotérmico.				
TUTUPACA	Qda. Ancocollo	70-05-51	17-14-38	1.220	95	50	2	230	2.310	207	-	2,1	86,3	7,0	Manantial	No tiene algún tipo de infraestructura, pudiéndose desarrollar como campo geotérmico para uso turístico.				
	Vizcachas	70-12-18	16-53-14	2,1	27	36	2,8	35,4	7	13	-	0,7	31	8,7	Pozo exploratorio	Tiene pozas de construcción rústica, se puede llegar fácilmente a ella por medio de la carretera binacional Ilo-Desaguadero.				
MAURI	La Boratera	69-55-13	17-12-55	1.375	98	72	0	121	2.390	74	61,2	19,6	86	7,0	Manantial	Se puede desarrollar como baños termales de uso local.				
	Baños Calachaca	69-51-39	17-13-44	225	32	32	20	254	365	36	9,7	2,5	41	7,0	Manantial	Tiene una infraestructura insuficiente.				
PUÑO	Collpa Apacheta	70-08-25	16-15-51	850	45	270	50	330	1.229	552	5,1	<1	54	6	Manantial	Hasta octubre del presente año se está mejorando su infraestructura con construcción de piscinas.				
	Talapalca	70-39-51	16-00-24	2.800	55	440	95	427,3	3.765	1.576	6,6	1,2	45	6	Manantial	Presenta una poza rústica, no cuenta con infraestructura adecuada.				
	Pocpocollo	69-45-50	16-36-50	1.666	1.460	488	112,0	766,3	3.130	746		0,7	33	6,3	Manantial	No cuenta con alguna infraestructura, tiene las condiciones para ser desarrollado como atractivo turístico por su bellos paisajes.				
CAPLINA	Calientes	70-07-10	17-51-11	258	3,0	91	1,3	2,36	284,6	3.412	41	31,2	36-40	5,9	Manantial	Ubicado a 23 km de Tacna a 1.350 msnm. Usado para diferentes afecciones neuro-arrítricas y de la piel. Dispone de infraestructura turística.				

3.6 BALANCE HÍDRICO

En el Perú son pocos los estudios de los recursos hídricos realizados a nivel nacional, el Plan Nacional de Irrigaciones (PLANIR) conjuntamente con la cooperación española la CEDEX, en 1990 elaboró el estudio más reciente de los recursos hídricos del Perú a nivel nacional, en el cual empleando una metodología hidrológica a nivel de planificación realizaron los balances hídricos a nivel de cuencas. Parte de este estudio en lo referente a la franja en estudio se muestra en el Cuadro N° 3.6.

Los balances que se presentan en el cuadro consideran el concepto de cuenca húmeda o eficaz (área aportadora) a aquella superficie de la cuenca que a partir de la Isoyeta 200 mm es aportadora, y el recurso natural viene a ser la suma del recurso interno más el externo, el que a su vez es equivalente a la aportación específica.

Cuadro N° 3.6
BALANCE HÍDRICO

CUENCA	ÁREA TOTAL km ²	ÁREA APORT. km ²	PRECIP. TAC. mm.	APORTACION ESPECIFICA mm	ET mm	RECURSO INTERNO Hm ³ /año	RECURSO EXTERNO Hm ³ /año	RECURSO NATURAL Hm ³ /año
VERTIENTE DEL PACIFICO								
ATICO	720	50	250	23	227	1	0	1
CARAVELI	1 550	250	250	23	227	6	0	6
OCOÑA	15 220	12 120	615	256	359	3 101	0	3 101
CAMANÁ-MAJES	17 000	12 000	600	257	343	3 083	0	3 083
QUILCA-SIGUAS	12 740	7 200	368	66	300	491	0	491
TAMBO	12 472	7 673	498	161	337	1 235	0	1 235
OSMORE	3 350	650	395	87	308	57	0	57
LOCUMBA	5 800	2 320	387	58	329	134	0	134
SAMA	4 665	965	313	60	253	58	0	58
CAPLINA	3 050	400	285	102	183	41	0	41
VERTIENTE TITICACA								
ILAVE	7 665	7 668	653	181	472	1 387	0	1 387
MAURI	2 153	2 153	462	57	405	124	0	124
ZAPATILLA	495	495	709	200	509	99	0	99
CCALLACCANE	1 085	1 085	713	203	510	220	0	220

Fuente CEDEX, 1991.

Capítulo IV

GEOMORFOLOGÍA

La Franja N°1 ubicada entre los los paralelos 16°00'-18°30' comprende las siguientes unidades geomorfológicas (Lámina N° 2):

4.1 FAJA LITORAL (FL)

La Faja Litoral es una zona angosta de 750 km de longitud y ancho variable, que se extiende entre punta Roca Grande (al norte) y Conchal (al sur), siguiendo una dirección sureste a noroeste, con franjas delgadas de playa y sectores de acantilados con altitudes que varían entre 30 y 100 msnm, constituidos por rocas del complejo basal del tipo gneis y esquistos, en menor proporción intrusivas y sedimentarias.

Posee niveles de terrazas marinas, y geoformas de acumulación como playas de arena y barras litorales compuestas por material de arena y grava (Foto N° 1), ubicadas en la desembocadura de los ríos que dan lugar a pequeñas albúferas que corresponden a zonas bajas donde se mezclan las aguas marinas con las continentales de ríos e infiltración.

4.2 CORDILLERA DE LA COSTA (CC)

Se denomina así a los restos o remanentes de una antigua cadena de materiales rocosos que aparecen entre punta Roca Grande al norte de Atico y Boca del Río en el litoral tacneño de orientación sureste a noroeste paralelo al litoral conformada por un complejo de rocas metamórficas, intruídas por plutones batolíticos de naturaleza ígnea, finalmente rocas volcánicas. Dentro de las rocas metamórficas destacan los ortogneis dioríticos y graníticos, intruídos por monzogranitos y dioritas.

Su ancho aproximado es de 20 km y la mayor altura la alcanza en el C° Guata con 1 667 m. Este complejo metamórfico es cortado por los ríos Atico, Ocoña, Camaná, Quilca, Tambo e Ilo, los que lo disectan formando cañones profundos con laderas empinadas y casi verticales (Foto N° 2).



Foto N° 1 Unidad geomorfológica faja litoral con formación de playa de arena y parte de la pampa costanera cortada por la Carretera Panamericana Sur.



Foto N° 2 Cordillera de la Costa, obsérvese la morfología del cañón del río Chili, al fondo colinas y superficies planas pertenecientes a esta unidad.

La Cordillera de la Costa posee un drenaje subdendrítico a subparalelo por la naturaleza de las rocas que lo conforman.

El relieve de esta unidad es variable; así en el frente occidental es muy accidentado y empinado, mientras que el relieve oriental es suave y colinoso, con superficies planas inscritas en esta unidad a manera de pequeñas pampas que en algunas zonas se conectan con la Planicie Costanera.

4.3 PLANICIE COSTANERA (PC)

Esta unidad se desarrolla entre el flanco oriental de la Cordillera de la Costa y el flanco andino occidental fuertemente disectados; se trata de terrenos extensos de suave pendiente, plano ondulados y con lomas (Foto N° 3), cubiertas en su totalidad por gravas, fragmentos de detritos o arenas; a esta superficie se le conoce con el término de «pampas», tienen un ancho que se encuentra comprendido entre 30 a 55 km con elevaciones promedio entre 800 a 2 000 m.

Entre las principales pampas se tiene la de Majes que a la vez está conformada por las denominadas pampas Espíritu Santo, Pacayura, Gran Pampa del Aliso, del Viento, Pampa Colorada, etc.; otras son las pampas de Cunocuno, La Yesera, Atolladeros, Sigwas, La Joya, Ratonera, Fiscal, Salinas, Clemesí, Hospicio, La Yarada, etc.

La Planicie Costanera en general se encuentra disectada por quebradas secas, anchas, de fondo plano, poco profundas, además de los ríos principales que las cortan y que forman valles estrechos en forma de "V" con desniveles de 600 hasta 1 000 m, como en los cañones de los ríos Ocoña y Sigwas que finalmente amplían sus cauces estando próximos al litoral.

Sobre ella también existen acumulaciones de arena a manera de mantos poco desarrollados y de dunas barjanas con dirección sureste-noroeste; estos depósitos aparecen por sectores e inclusive también en áreas colinosas de moderada pendiente donde el viento y las partículas en suspensión encuentran una barrera que les sirve como ambiente favorable para su depositación y formación.

4.4 VALLES

En esta unidad se comprende a los principales valles de la vertiente suroccidental de los Andes que drenan en dirección sur-suroeste hacia el océano Pacífico; estos valles se forman por los ríos que labran su cauce en la Planicie Costanera y tienen su origen en las partes altas del flanco andino occidental.



Foto N° 3 Pampa costanera y lomas en el sector de la quebrada Pérez cerca de la localidad de Camaná.



Foto N° 4 Valle estrecho inundable en el río Chili.

Los ríos que forman los principales valles son los de Atico y Ocoña; que corren en dirección norte-sur y Camaná, Quilca, Tambo, Moquegua-Osmore, Locumba, Sama y Caplina que discurren en sentido sur-suroeste.

Estos ríos forman valles amplios y angostos en diversos sectores de su trayectoria, 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, algunas son verticales otras se inclinan con ángulos de 20° a 60°, de acuerdo al tipo de roca de los terrenos que han labrado con el tiempo.

En las partes altas, medias e inclusive bajas de sus cursos algunos de ellos llegan a tener un ancho que varía de 2 a 4 km como en los ríos Atico y Ocoña, 1-2 km en las pampas como los del río Siguas y hasta 10 km en las partes altas del río Tambo, mientras que en las partes bajas sus anchos están comprendidos entre 2 y 8 km. Los flancos de estos valles son empinados y escarpados en algunos sectores, según el tipo de litología que atraviesan; sin embargo, sus flancos pueden estar suavemente inclinados a medida que se aproximan al litoral.

La Unidad Valle se puede subdividir de acuerdo a las etapas del curso de los ríos en:

4.4.1 Valle Estrecho Inundable (VI)

Esta subunidad se encuentra en la parte media de los ríos principales que recorren la planicie costanera (Foto N° 4), poseen características de valle juvenil, de laderas empinadas casi verticales, con lechos limitados por flancos de ancho reducido y profundidades en el orden de los 50 m, tal es el caso del río Locumba sector Gallinazos a 5 km de Mirave, donde sus flancos están conformados por materiales conglomerádicos inestables.

En los valles de los ríos Siguas y Majes las profundidades varían de 150 m a 200 m respectivamente, sus flancos están constituidos por areniscas y niveles de conglomerados, cuya inestabilidad ha contribuido a la formación de terrazas aluviales amplias y de suave pendiente observándose en los flancos escarpas de antiguos deslizamientos, dando la apariencia de un valle maduro.

En el valle del río Siguas, sector La Cosío y en los sectores comprendidos entre Torán y Aplao en el río Majes, los ríos divagan y forman superficies planas llamadas terrazas fluviales que en épocas de precipitaciones pluviales estacionales y excepcionales son susceptibles a inundación.

4.4.2 Valle Cañón (Vc)

Esta geoforma es característica de ríos juveniles y está constituida por depresiones profundas en forma de «V» con laderas verticales labradas en rocas del Complejo Basal de la Costa (Atico, Ocoña), rocas intrusivas y/o volcánicas (ríos Tambo, Chili), donde los ríos siguen controles estructurales y litológicos, las cajas son angostas con materiales rocosos en el cauce provenientes de la remoción de masas de las paredes.

En los valles de los ríos Atico y Ocoña los cañones son rectos y profundos, llegando hasta 800 m; en el río Tambo la profundidad es de 2 400 m en sus partes altas y en los ríos Siguan y Vitor en la hoja de Mollendo las profundidades son de 600 m, con flancos verticales y en longitudes que varían de 40 km a 60 km, siendo el cañón más largo el formado por el río Tambo (Foto N° 5).

4.4.3 Conos de Deyección (Cd)

Esta unidad está conformada por los abanicos deyección de los ríos, de la vertiente occidental andina, Ocoña, Camaná, Quilca, Tambo, etc; se caracterizan por tener pendientes moderadas, superficie plana y se van ensanchando progresivamente adoptando una forma triangular como por ejemplo el cono del río Camaná, cuyos extremos están separados por varios kilómetros.

Algunos ríos importantes en el sur no forman conos o lo hacen de una manera poco desarrollada, tal es el caso de los ríos Atico, Ocoña y Quilca donde el área de la desembocadura es muy reducida debido a que se encuentra limitada por rocas resistentes de la Cordillera de la Costa; a diferencia del río Camaná, donde se tiene la típica forma del cono de deyección con su ápice a la altura de la localidad de San Gregorio ensanchándose hasta adoptar una forma triangular.

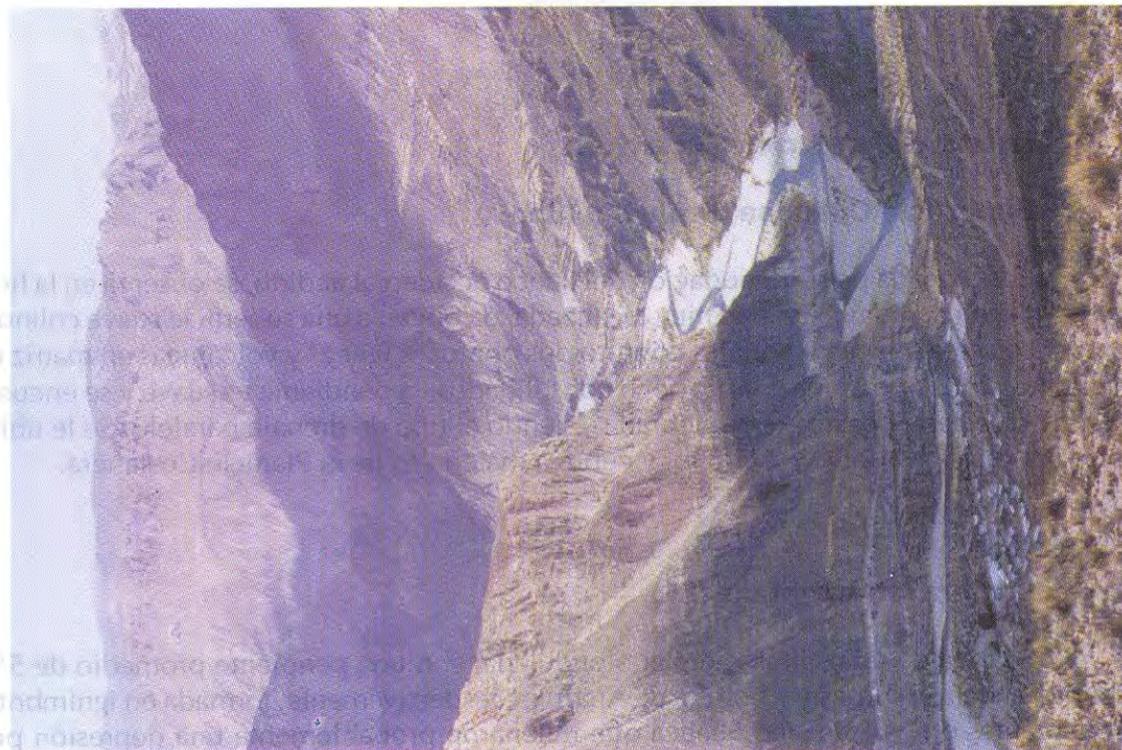
En esta unidad se emplaza la ciudad de Camaná que posee gran desarrollo agrícola sobre todo en los cultivos de arroz y frijoles.

4.5 CORDILLERA OCCIDENTAL

Esta unidad se encuentra dividida en tres subunidades:

4.5.1 Flanco Andino Occidental (Co)

Unidad representada por una cadena montañosa de dirección noroeste-sureste y que es adyacente a la unidad de Planicie Costanera. Presenta una morfología característica originada por procesos endógenos y está constituida por rocas del basamento cristalino,



A

Foto N° 5 A. Valle del río Tambo, aguas arriba de Lloque



B

B. Valle en etapa cañón en el río Chili, aguas arriba de Quishuarani

rocas paleozoicas cubiertas por rocas mesozoicas y cenozoicas deformadas por plegamientos y fallamientos siendo finalmente modelada por acción de los agentes denudativos.

El relieve se caracteriza por presentar altas pendientes en sus flancos con cimas redondeadas y rugosas. Posee un drenaje dendrítico a subdendrítico en toda su morfología, las elevaciones están comprendidas entre 2 000 a 5 000 msnm.

En esta unidad tienen su origen los principales ríos y quebradas que bajan hacia la Planicie Costanera disectando los terrenos hasta su desembocadura en el océano Pacífico.

4.5.2 Colinas Disectadas (Cold)

Unidad que se caracteriza por presentar superficies onduladas; se les ubica aledañas a la Cordillera de la Costa, la Planicie Costanera y la Cordillera Occidental, por debajo de la cota de los 2 000 m; las colinas se encuentran disectadas por numerosas quebradas que originan diversos tipos de drenaje según la naturaleza de las rocas que constituyen su esqueleto, sean sedimentarias o volcánicas (Foto N° 6); estas colinas están constituidas principalmente por tobas que dan origen a patrones de drenaje paralelo a subdendrítico y una mezcla de ambos, poseen formas elongadas y las pendientes son moderadamente suaves.

Unidades Localizadas

Superficie Colinosa Proluvial (Scp)

Es originada por la denudación del flanco occidental andino, se observa en la hoja de Moquegua como una unidad muy localizada, da origen a una superficie suave colinosa formada por mezcla de materiales constituidos por rocas ígneas y volcánicas en matriz de materiales finos tipo arena y limo, poco consolidados, la pendiente es suave y se encuentra muy disectada por diversas quebradas, siendo el tipo de drenaje paralelo. Se le ubica entre las cotas de 1 400 y 2 600 m, y cubre a materiales de la Planicie Costanera.

Llanura Intramontana (LL)

Se trata de una superficie plano-ondulada, con una pendiente promedio de 5%, inclinada hacia el suroeste y noreste de Arequipa respectivamente, formada en ignimbritas provenientes del vulcanismo Sencca que rellenaron probablemente una depresión pre-



Foto N° 6 Colinas disectadas, ubicada entre la planicie costanera y el flanco andino occidental en el sector Negro Muerto.

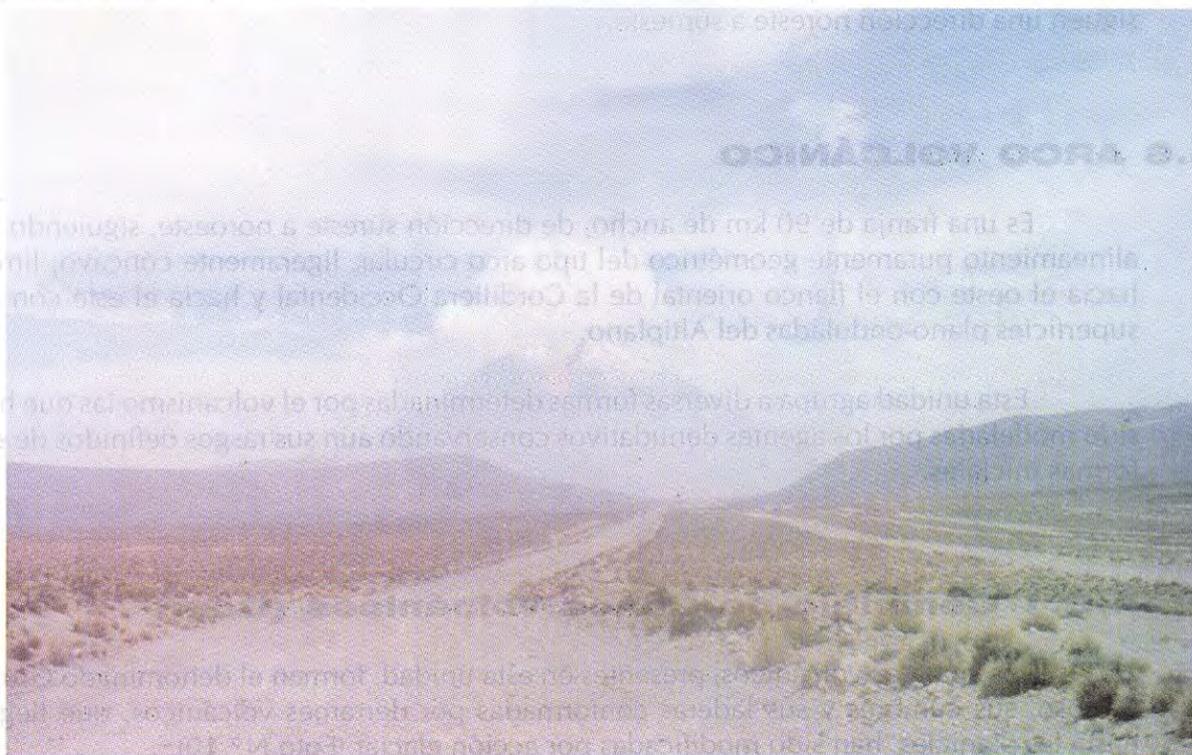


Foto N° 7 Llanura intramontana, obsérvese la pampa de Mataballo y el flanco norte del volcán Misti.

existente; está disectada por quebradas paralelas que bajan desde el volcán Misti en dirección noreste a suroeste (Foto N° 7).

Sobre esta superficie se han depositado flujos de barro brechosos (lahars) originados por antiguos flujos provenientes del deshielo por actividad volcánica, con formas irregulares, muy erosionados que dan lugar a quebradas profundas con depósitos piroclásticos y proluvio-aluviales.

En esta superficie plano ondulada se emplaza la ciudad de Arequipa, las lagunas de Aguada Blanca y Pampa Blanca, las pampas de Azulrumioc, Matacaballo y Repartición principalmente.

Superficie de Flujos Piroclásticos (Sfp)

Son superficies locales, suaves a moderadamente inclinadas hacia el oeste, muy disectadas por su naturaleza litológica al estar constituida por tobas (Formación Huaylillas), se encuentran cubriendo a rocas antiguas a manera de techo, se observa muy localizada en el flanco suroeste del volcán Misti, donde presenta un drenaje paralelo con alturas entre los 3 400 y 4 200 m (Foto N° 8), y con mayor extensión areal entre Moquegua y Tacna donde esta superficie llega hasta la Planicie Costanera a una cota de 1 200 m; formando lomadas de suaves pendientes muy denudadas y drenadas por quebradas que siguen una dirección noreste a suroeste.

4.6 ARCO VOLCÁNICO

Es una franja de 90 km de ancho, de dirección sureste a noroeste, siguiendo un alineamiento puramente geométrico del tipo arco circular, ligeramente cóncavo; limita hacia el oeste con el flanco oriental de la Cordillera Occidental y hacia el este con las superficies plano-onduladas del Altiplano.

Esta unidad agrupa a diversas formas determinadas por el volcanismo las que han sido modeladas por los agentes denudativos conservando aún sus rasgos definidos de sus formas iniciales.

4.6.1 Complejo de Conos Volcánicos (Com)

Los aparatos volcánicos, presentes en esta unidad, forman el denominado Grupo Barroso, sus cumbres y sus laderas conformadas por derrames volcánicos, que llegan hasta las planicies, han sido modificadas por acción glacial (Foto N° 10).



Foto N° 8 Unidad denominada superficie de flujos piroclásticos, hacia el flanco suroeste del volcán Misti.



Foto N° 9 Unidad de conos volcánicos del volcán Yacumane en el distrito de Candarave.

Los materiales involucrados en esta unidad incluyen a rocas originadas por un volcanismo explosivo y efusivo como flujos piroclásticos, caída de cenizas y flujos o coladas de lava, formando estratovolcanes o estructuras complejas.

4.6.2 Conos Volcánicos (Cov)

Representados en esta unidad por estrato-conos y domos-lava.

Entre los primeros destacan los volcanes Chachani, Misti, Ubinas, Tutupaca, Yucamane (Foto N° 9) y muchas estructuras más como Jucure, Chila, etc. cuya forma cónica es apreciable; entre los domos destacan los de los volcanes Ticsani, Paucarani, Purupuruni, y otros menores como Kere, Casiri, Titire, etc.

El patrón de drenaje es radial centrífugo, con alturas comprendidas desde los 4 200 m hasta los 5 000 m.

4.6.3 Lomadas (Lo)

Son superficies plano-onduladas que colindan con las geoformas volcánicas y en algunos casos siguen un rumbo definido. Están constituidas por flujos de lava, por sedimentos piroclásticos poco compactos y rocas sedimentarias como areniscas y lutitas que conforman series lineales evidenciando su carácter estructural-plegado.

Estas geoformas se encuentran disectadas por quebradas y ríos que tienen su origen en el deshielo de las áreas glaciadas ubicadas en la cima de los aparatos volcánicos; en algunos sectores se comportan como zonas hidrotermales; comprende también el área donde se ubican las lagunas de Suches, Vizcachas y Loriscota.

Dentro de esta unidad existen zonas muy localizadas donde afloran aguas termales que le dan un cambio a la morfología y al drenaje del lugar formando puentes y cavernas naturales como las de Puente Bello.

4.6.4 Montaña (Mo)

Unidad que no tiene rumbo definido, aparece como una cadena colindante con el complejo de conos volcánicos, se encuentra disectada por el río Tambo y por quebradas tributarias, está constituida por rocas del Grupo Tacaza del tipo tobas y riolitas y posee un drenaje subparalelo a subdendrítico.

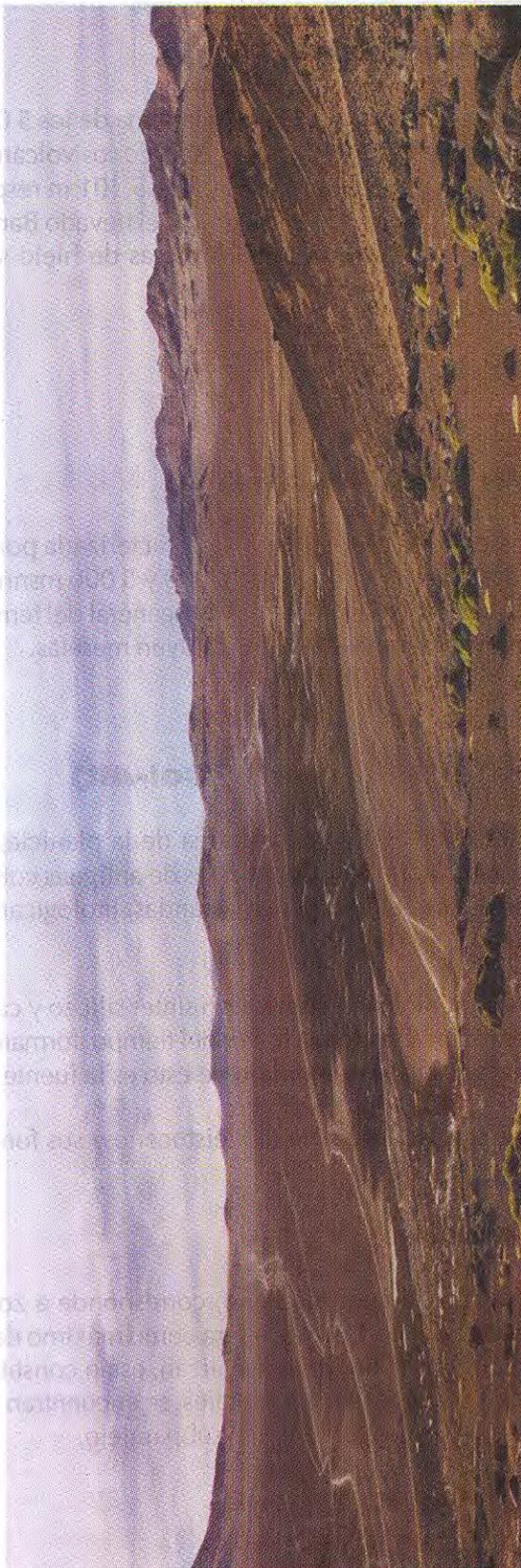


Foto N° 10 : Complejo de conos volcánicos, área de lomadas de la pampa de Humajaso en la carretera Moquegua-Puno.

4.6.5 Nieves Perpetuas (Np)

Esta unidad corresponde a altitudes por encima de los 5 000 msnm con presencia de nieves perpetuas; comprende, en algunos casos, conos volcánicos como el Suni Grande, los cerros Vizcachas y Copapujo con 5 354 m y 5 401 m respectivamente, el nevado Quihuire, los volcanes Yucamane y López Extraña, el nevado Barroso con 5 695 m, etc. El cambio climático global contribuye a que las masas de hielo se encuentren en franco retroceso glaciar.

4.7 ALTIPLANO

4.7.1 Planicie Altiplánica (PA)

Es una superficie de extensión regional, caracterizada por su relieve de topografía moderada, con altitudes comprendidas entre 4 000 y 5 000 msnm, cruzada por remanentes locales de erosión que sobresalen sobre el nivel general del terreno y algunas geoformas de origen volcánico muy localizadas que constituyen mesetas.

4.7.2 Colinas Altiplánicas (Col-Alt)

Geoformas que se encuentran en el área de la planicie, no muestran dirección definida y provienen de la denudación de relictos de antiguas cordilleras; estas colinas se encuentran disectadas por quebradas poco profundas, litológicamente están constituidas por areniscas, lutitas, tobás y conglomerados.

Eflorescencias de soluciones salinas tipo sínter silíceo y calcáreo afloran en superficie mediante fracturas, acumulándose a través del tiempo, formando superficies colinadas donde antes habían terrenos planos, ejemplo de esto es la fuente termal de Popoccollo.

Esta unidad fue glaciada durante el Pleistoceno y sus formas en toda el área presentan rasgos típicos de glaciares de valle.

4.7.3 Mesetas (Me)

Unidad que forma parte del Altiplano, corresponde a zonas que poseen formas planas simulando mesas, poseen 200 m de altura como máximo de diferencia de nivel con respecto a la Planicie Altiplánica donde se localizan, están constituidas por rocas volcánicas que aparecen como flujos de lava horizontales, se encuentran disectadas de suroeste a noreste por pequeñas quebradas con drenaje subparalelo.

4.7.4 Depresión del Lago Titicaca

Es una depresión de origen tectónico ubicada en el Altiplano, totalmente ocupada por agua y debido a su cuenca endorréica posee drenaje radial; litológicamente el basamento está constituido por rocas paleozoicas sobre las que yacen rocas mesozoicas y secuencias volcánicas cenozoicas; en esta unidad se observan geoformas pequeñas como penínsulas e islas, y en su entorno se localizan ciudades importantes como Puno, Juli y Yunguyo.



Foto N° 11 Planicie altiplánica donde resaltan las mesetas y las colinas altiplánicas.



Foto N° 12 Colina y planicie altiplánica donde se emplaza la ciudad de Juli; obsérvese también el lago Titicaca y la península de Chocasuyo.

Capítulo V

ASPECTOS LITOLÓGICOS-ESTRUCTURALES

5.1 UNIDADES LITOLÓGICAS

En el área de la Franja Sur se han diferenciado 6 unidades litológicas, en base al agrupamiento de las características litológicas según su origen y composición, tomando como base el Mapa Geológico a escala 1:500 000 de la Carta Geológica Nacional, actualizado al año 2000. Las unidades litológicas se presentan en la Lámina N° 3, a escala 1:500 000 y son las siguientes:

5.1.1 Unidad I: Depósitos Superficiales

Agrupar a los materiales inconsolidados, producto de la meteorización y erosión de los terrenos preexistentes y su posterior depositación, presentando siempre una morfología generalmente plana a plano-ondulada.

Se clasifican principalmente de acuerdo a su origen en:

a) Depósitos fluvioglaciares y depósitos glaciares

Los depósitos fluvioglaciares están constituidos por materiales algo estratificados, constituidos por gravas y arenas, de granulometría heterométrica, mediana a bien consolidada, de permeabilidad media.

Los depósitos glaciares lo conforman bloques, gravas y fragmentos de origen volcánico englobados en una matriz limo-arenosa y areno-gredosa, anisotrópicos, baja permeabilidad, compactos a medianamente compactos, generalmente estables; en algunos sectores se hallan lentes de sedimentos fluvioglaciares.

Se exponen a grandes altitudes, ocupando laderas de cerros, nevados y volcanes así como en pampas o altiplanicies.

b) Depósitos piroclásticos

Formados principalmente por capas de lapilli de color amarillo y blanquecino, que contienen pequeños fragmentos de pómez, lavas y algunas escorias y bombas, cementados por cenizas en parte arenosa y poco consolidada. Alternando se hallan otras capas más delgadas de arena gruesa gris oscuras, que parecen haber sido acarreadas por el agua. Se hallan principalmente a inmediaciones de los aparatos volcánicos, destacando entre ellos las tefras depositadas de la actividad holocénica e histórica de los volcanes Huaynaputina, Ubinas, Misti, Ticsani, Yucamane y Tutupaca.

c) Depósitos aluviales y fluviales

Están formados generalmente por bolos, cantos, gravas subredondeadas y conglomerados poco consolidados de potencia variable, englobados en una matriz areno-limosa y areno-arcillosa, de granulometría variable, medianamente a bien consolidados, de permeabilidad media a alta, se tiene también la presencia de lentes areno-limosos, limos y tufos redepositados. Se presentan con pendientes naturales menores al 10%, generalmente estables, pueden tener problemas con sismos, inundaciones, y afloramientos de la napa freática.

Los depósitos fluviales están formados por bolos, cantos y gravas subredondeadas, en una matriz arenosa algo limosa, de granulometría variable, inconsolidada a poco consolidada, de permeabilidad alta, con lentes arenosos y areno-limosos; estos depósitos se circunscriben al lecho de los ríos.

d) Depósitos proluviales y coluviales

Los depósitos proluviales se localizan principalmente en los conos deyección de las quebradas periódicas y excepcionales, están formados por bolos, cantos y gravas angulosas a subangulosas, en una matriz areno-limosa o areno-arcillosa, de granulometría heterométrica, mediana a bien consolidada, permeabilidad media, siendo producto de la acumulación de materiales de los huaycos, flujos de barro, lahars y aluviones.

Los depósitos coluviales son muy pequeños y no tienen mayor significación geológica en el área, están constituidos por fragmentos angulosos y bloques hasta más de 2 m de sección, se acumulan sin ningún orden, presentándose a manera de escombros.

e) Depósitos eólicos

Tienen una amplia distribución, principalmente en la pampa costanera, aunque de poca potencia, forman pequeñas dunas, médanos y mantos de arena. Están compuestos

por arenas y cenizas de grano fino a medio, sueltas y de alta permeabilidad. Se observan en las pampas de Vitor y La Joya, cubriendo a superficies colinosas próximas a la costa.

f) Depósitos marinos

Están constituidos por acumulaciones aisladas de restos de conchas y estratos de conglomerados arenosos en matriz calcárea, arenas sueltas o poco consolidadas; contienen algunas intercalaciones de areniscas amarillentas, tufos y cenizas retrabajadas.

En la mayoría de los casos estos depósitos son estables a las condiciones geodinámicas, excepto cuando existe algún agente inestabilizante como el agua y los movimientos sísmicos, como ejemplo de ello se pueden citar los derrumbes en depósitos piroclásticos en la carretera Ubina-San Miguel-Huarina y derrumbes en depósitos aluviales entre Mollendo y Mejía.

Los depósitos proluviales y coluviales son susceptibles a deslizamientos y derrumbes, por ejemplo, el derrumbe en el sector Yojo y el deslizamiento de Amayane en el valle de Carumas.

En los depósitos eólicos se tienen movimientos complejos que pueden ser caída de detritos y derrumbes de detritos tal caso se observa en la Carretera Panamericana Sur sector Cerro de Arena en el km 734 al 730.

g) Depósitos antropogénicos

Existen depósitos formados u originados por acción del hombre, tales depósitos provienen de actividades mineras a gran escala y también pequeña minería, denominándoseles como depósitos antropogénicos o antrópicos.

Escombreras

Con este nombre se conoce al tipo de depósito de fragmentos gruesos en montones que proceden de rocas estériles en la explotación minera a cielo abierto; se incluyen también los pequeños botaderos o canchales acumulados derivados de la minería subterránea.

Los materiales estériles que forman estas escombreras son de litologías distintas y granulometrías variables, los estériles predominan en forma de fragmentos gruesos con distribución espacial distinta dentro de los depósitos.

Relaves

Los relaves son depósitos cuya función principal consiste en almacenar permanentemente los estériles sólidos y retener temporalmente los efluentes líquidos procedentes de las plantas de tratamiento en la minería.

En la Franja N° 1 se tienen las escombreras de Toquepala, Cuajone y Cerro Verde, los depósitos de la presa de relaves de Quebrada Honda, depósitos abandonados de las minas de Chapi, Cacachara, San Antonio de Esquilache, depósitos acumulados azufre provenientes de numerosas minas abandonadas, las mismas que originan problemas físicos en cuanto a su estabilidad y químicos por el contenido de metales tóxicos, nutrientes, salinidad, etc., generalmente son acarreados por el viento.

Estos depósitos son susceptibles a colapsar ya sea por licuefacción en el caso de relaves o por falla en el caso de las escombreras ante una incentivación sísmica de gran intensidad.

5.1.2 Unidad II: Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas presentes en la Franja N° 1 pertenecen al Complejo Basal de la Costa y a segmentos del Batolito de la Costa identificados como las unidades Tiabaya, Linga-Yarabamba, Linga-Arequipa, Punta Coles e Ilo, los cuales están constituidas por granitos, monzogranitos, dioritas, granodioritas, tonalitas, gabros y rocas del Batolito Atico-Camaná.

Presentan una morfología suave y colinosa cuando se extienden paralelos a la línea de costa de sureste a noroeste, y una morfología de montaña, con pendientes abruptas y escarpadas, relieve irregular típico de la zona cordillerana del flanco andino occidental en el interior de la franja.

Los sistemas de fracturamiento se entrecruzan, el patrón de drenaje es rectangular, dendrítico y subparalelo de acuerdo al tipo de roca y al clima.

a) Granodiorita-tonalita-diorita-monzodiorita (II-1)

Los afloramientos están ubicados en el área de Palca y Omate, constituidos por la Unidad Linga-Yarabamba, conformada por granodioritas grises de textura equigranular con fenos de plagioclasa y máficos, monzodioritas grises, tonalitas y una unidad no asignada conformada por granodioritas, monzodioritas y sienogranitos grises rosáceos moderadamente fracturados, presentan una morfología suave a abrupta.

b) Granodiorita-monzodiorita-tonalita-granito-gabrodiorita (II-2)

Los afloramientos pertenecientes al Batolito de Atico-Camaná y Linga-Yarabamba en el área de Pachía, están constituidos principalmente por monzogranitos rosáceos de grano grueso y en partes por granodioritas, conforma relieves moderadamente disectados, muy fracturados, de morfología moderada.

c) Granodiorita-granito-diorita-tonalita (II- 3)

Está representada por las superunidades Ilo, Punta Coles, Tiabaya, Linga-Arequipa y Linga-Yarabamba perteneciente al Batolito de la Costa. Está constituida principalmente por granodioritas grises de grano medio, porfíricas con cristales de plagioclasa y hornblenda, dioritas grises, finalmente monzogabros y gabros grises a gris oscuros, las rocas se encuentran de mediana a altamente fracturadas sobre todo en las granodioritas de la Unidad Linga, poseen relieve moderado a escarpado, disectado.

Estas rocas de acuerdo a su morfología, litología, grado de fracturamiento, cambios de temperatura y presencia de agua, son susceptibles a determinados fenómenos geodinámicos.

Los desprendimientos de roca y derrumbes tienen un comportamiento de colapso tipo caída libre influenciadas directamente por la gravedad y los sistemas de fracturamiento predominante que les hace susceptibles a colapsos bloque por bloque o de la masa entera del macizo frente a movimientos sísmicos.

Los flujos de detritos se producen en estado seco o parcialmente saturado, y no es más que la roca muy fracturada que se desprende del macizo rocoso formando fragmentos heterométricos que ruedan pendiente abajo distancias considerables a lo largo de superficies inclinadas.

Los nuevos fragmentos, al separe del macizo rocoso, suelen tener un tramo de caída libre y continúan después dando saltos y rodando a lo largo del talud de detritos antes formado; cuando existe agua, se produce fenómenos de licuefacción, fluyendo y comportándose como un suelo. La diferencia de temperatura, el agua, los movimientos sísmicos, son factores importantes que generan este tipo de fenómeno.

En macizos rocosos que tienen este tipo de litología, se presentan patrones de fracturamiento con direcciones predominantes, por lo tanto, se forman bloques en movimiento inminente que tratan de deslizarse siguiendo superficies de rotura y según el tipo de caída, estos pueden ser de tipo cuña, planar y vuelco, observados en taludes naturales o cortes de carretera inestables principalmente; como ejemplo de ello tenemos vuelcos en la carretera El Fiscal-Chucarapi en la margen izquierda del río Tambo y desprendimientos de roca, flujos de detritos, caídas planares y cuñas en el cañón del río Quilca.

Para las rocas intrusivas como granito el rango aproximado de la resistencia a la compresión es de 100-200 Mpa, mientras que para las rocas ultrabásicas la resistencia a la compresión puede estar por debajo de estos valores.

5.1.3 Unidad III: Rocas Volcánicas

Esta unidad está claramente diferenciada en dos grupos de rocas: de naturaleza volcánica tipo lava y de naturaleza piroclástica; entre las primeras tenemos riolitas, dacitas, andesitas, andesita-basalto, latitas, traquitas y vitrófiros en general; mientras que en el segundo grupo tenemos tobas e ignimbritas riolíticas y brechas monomíticas.

Se le ha subdividido en 2 subunidades:

a) Tobas y brechas (III-1)

Constituida por tobas líticas brechosas con piroclastos, tobas riolíticas y riodacíticas, tobas soldadas y no soldadas microconglomerádicas, ignimbritas riodacíticas, tobas y pómez en matriz de ceniza, brechas con bloques del mismo material, formando bancos gruesos, compactos, con fracturación irregular, y bloques de gran tamaño que se desprenden y depositan al pie del talud, su fracturamiento favorece la erosión, formando zanjas profundas, con bordes prominentes.

La textura y consistencia de estas rocas varía desde el tufo de grano grueso, poroso, relativamente blanco friable, hasta la facies de tufo compacto y macizo que tiene la apariencia de derrames. Representando a este grupo tenemos las formaciones Sencca y Huaylillas.

Los valores de resistencia a la compresión se encuentran entre 50 a más de 280 Mpa para las brechas volcánicas; un ejemplo de esto tenemos en las rocas del tajo del yacimiento minero de Toquepala donde se hicieron pruebas de compresión uniaxial en brechas angulares silicificadas dando un valor de resistencia de 138,67 Mpa; mientras que los valores de resistencia para los tufos soldados constituidos por vidrio, feldespatos y \pm cuarzo están por debajo de 35 Mpa.

Entre los fenómenos geodinámicos que afectan este tipo de rocas se encuentran derrumbes, desprendimientos de roca, deslizamientos y flujos de detritos principalmente, siendo las condiciones estructurales, hidrológicas y sísmicas determinantes para que se produzcan movimientos de masa de pequeña a gran magnitud; ejemplo de ello tenemos el derrumbe de la margen derecha del río Locumba en el sector de Aricota que represó su cauce formando la laguna de Aricota que involucra rocas del tipo tufo de composición dacítica; los deslizamientos y derrumbes del sector El Rodado constituido por cuarzo-

traquitas y tufos de composición dacítica cerca de la localidad de Candarave y los deslizamientos de Torata, cuya naturaleza litológica son dacitas principalmente.

b) Andesitas-dacitas-tobas (III-2)

Derrames lávicos de naturaleza andesítica variando a dacitas en bancos gruesos, forman acumulaciones en forma dómica, erosionadas por acción glaciaria, preservadas como esqueletos volcánicos, en algunos lugares pueden contener tobas e ignimbritas. Dentro de esta subunidad se encuentra el Grupo Barroso.

Grupo Barroso: Formado en mayor proporción por derrames lávicos gris rosáceos a gris marrones con hornblenda, seguido por flujos piroclásticos, dentro de los primeros tenemos derrames andesíticos, traquiandesíticos porfiríticos, afíricos (no se distinguen a simple vista) y flujos de lava tipo latita, mientras que en el segundo grupo tenemos tobas andesíticas, riódacíticas, riolíticas, cristalolíticas y brechas de avalancha.

En Tacna, pertenecientes a esta unidad se encuentran los complejos volcánicos Pollailla, Nazaparco-Ichurasi, López Extraña-Ichurasi, Tutupaca, Yucamane Chico y Jaruma, cuya litología consiste mayormente de eventos efusivos y explosivos consistentes en lavas de naturaleza andesítica, traquiandesítica, dacíticas y flujos de piroclastos de arenas y toba cristaloblástica gris blanquecinas.

El Complejo Fisural Barroso, los estrato-volcanes El Frayle, Paucarani y Queñuta consistentes en derrames andesíticos y traquiandesíticos porfiríticos y brechas polimícticas, Jucure, Condorpico, Buarahuarani, Chila-Huancure, etc. cuyos derrames y coladas lávicas están constituidas por andesitas microporfiríticas y vesicular con intercalaciones de flujos piroclásticos constituidos por tobas no soldadas con pómez.

En Moquegua se levantan los complejos volcánicos Suches, Humajalso, Huertalla, Chuquiananta, Tacune-Huayatambo, C° Blanco C° Saitaoco conformado por derrames andesíticos grises a rojizos, dacitas y tobas riolíticas y riódacíticas rosáceas y traquiandesitas grises con hornblenda.

En Arequipa se presentan también aparatos volcánicos conformados por los estrato-volcanes Cajón Puquio, Nocarane, Chachani, Misti, Carabaya, Chachani y Pichupichu constituidos por lavas de tipo andesitas afaníticas, porfiríticas, dacíticas, flujos piroclásticos y depósitos de caídas de tefras.

Para este grupo de rocas se tiene un rango de valores de resistencia a la compresión que se encuentra en el rango de 50 a más de 280 Mpa. Los fenómenos geodinámicos que ocurren en este tipo de rocas son derrumbes y desprendimientos de rocas principalmente; los que se observan en taludes de corte de carreteras de penetración y en taludes de carreteras en explotaciones mineras cuyos ángulos del talud utilizado muchas veces no son los más recomendables.

En el área de explotación del tajo de Toquepala afloran rocas tipo dacita porfirítica cuya resistencia a la compresión es de 129,91 Mpa y rocas tipo andesita de resistencia a la compresión de 179,92 Mpa, mientras que estos valores disminuyen notablemente cuando la roca está alterada, tal es así que para una dacita porfirítica argilizada su valor de resistencia es de 30,42 Mpa, no siendo así para una dacita porfirítica con yeso y anhidrita cuya resistencia es de 152,97 Mpa.

5.1.4 Unidad IV: Rocas Volcánico-Sedimentarias

Esta unidad está formada por piroclastos de cenizas, limolitas y calizas negras, areniscas cuarzosas con lutitas grises, tobas cristalolíticas brechadas y silicificadas, diques de andesita microporfirítica y riolitas con secuencias de areniscas y conglomerados rojos con líticos, lavas andesíticas afaníticas y porfiríticas masivas. Las secuencias volcánicas se presentan mayormente formando laderas algo escarpadas, a diferencia de los sedimentarios que generalmente se exponen con elevaciones de pendientes más suaves. En esta unidad se ubican los grupos Tacaza y Toquepala, Volcánicos Chocolate y formaciones Guaneros, Maure y Capillune.

Los valores de resistencia a la compresión en este tipo de rocas son variables, por estar constituidos por secuencias litológicas mixtas, de la misma manera su susceptibilidad a los fenómenos de geodinámica externa; se ha identificado deslizamientos y derrumbes, ejemplo de ello tenemos el deslizamiento tipo flujo del sector El Tambo-pie de cuesta en el valle de Víctor, donde los materiales porosos saturados perdieron su cohesión y deslizaron comportándose como un flujo viscoso; otros ejemplos son los deslizamientos y derrumbes en el valle de Siguan con comportamiento similar al descrito anteriormente.

5.1.5 Unidad V: Rocas Sedimentarias

Unidad formada por secuencias de rocas sedimentarias que afloran en la Franja N° 1 y se les divide en:

a) Areniscas, areniscas conglomerádicas y conglomerados (V-1):

Comprenden areniscas pobre a medianamente consolidadas, conglomerados polimícticos poco a medianamente consolidados con matriz arenosa, areniscas arcillosas, areniscas conglomerádicas con tufos retrabajados, lodolitas, lutitas compactas con venillas de yeso y sal. Geológicamente corresponden a las formaciones Moquegua, Camaná, Huanca, Grupo Puno, conglomerados pleistocénicos, Murco y Mitu.

b) Cuarzitas, areniscas, lutitas carbonosas, limolitas y calizas (V-2):

Constituidas por lutitas abigarradas, lutitas carbonosas, con intercalaciones de areniscas en capas delgadas, limolitas, areniscas pardas y marrones y calizas fértidas, con intercalaciones de limoarcillitas grises y en partes conglomerado con niveles de yeso y ortocuarzitas. Se presenta muy fracturada, fallada, alterada, con numerosas intrusiones andesíticas y dioríticas. Grupos Cabanillas (Fm. Yamayo), Ambo, Yura y la Formación Sotillo.

c) Calizas, areniscas calcáreas y chert (V-3):

Consta de calizas margosas en capas delgadas, que alternan con calizas bituminosas, en algunos casos horizontes de coquinas y capas delgadas de lutitas bituminosas fisibles; también se encuentran horizontes de yeso en algunos sectores. Formaciones Pelado, Socosani, Arcurquina y Chilcane.

Los valores de resistencia a la compresión para estos materiales sedimentarios detríticos son: para lutitas o limo-arcillitas el rango comprende de 2-215 Mpa, para las areniscas 40-110 Mpa, para los conglomerados 90 Mpa; para las rocas sedimentarias químicas tipo calizas se tiene un rango en el valor de resistencia de 50-60 Mpa, finalmente para las cuarzitas se tiene una resistencia de 150-600 Mpa.

Estos tipos de roca son susceptibles principalmente a deslizamientos, desprendimientos de roca y derrumbes, como ejemplo de ello tenemos los derrumbes en conglomerados en el sector Gallinazos a 5 km de la localidad de Mirave en el río Locumba, caídas en cuña en cuarzitas en la margen derecha del río Majes en la carretera Corire-Aplao y deslizamientos en calizas del sector San Basilio cerca de la localidad de Huanca.

5.1.6 Unidad VI: Rocas Metamórficas

Conjunto de rocas metamórficas del Complejo Basal de la Costa, de edad Precambriano constituida por facies de esquistos, gneises y migmatitas, intruídas por stocks de granitos potásicos antiguos.

En las áreas de Atico, Acari y Yauca, las rocas que constituyen el Complejo Basal están formadas por gneis gris verdosos a rosáceos foliados a bandeados, esquistos micáceos, cloritosos y hornbléndicos, ortogneis graníticos atravesados por diques básicos, granitos potásicos y migmatitas.

En el área entre Mollendo, el río Tambo y al norte de la Boca del Río Ilo, se distinguen tres tipos de gneis: bandeado, cuarzo-feldespático y anfíbolítico; presentan bandas alternantes félsicas de color rosado y bandas de minerales máficos gris oscuros a verdosos.

En el río Siguanilla afloran granitos potásicos que se hallan íntimamente relacionados a las rocas gnéisicas, son de color gris claro a rosado, mayormente de grano grueso, generalmente foliado y con prominentes lamelas de muscovita en los planos de foliación; finalmente en el río Chili aflora el gneis de Charcani que presenta un color marrón grisáceo a gris verdoso con una foliación bien marcada tanto hacia el noreste como hacia el sureste.

Las rocas metamórficas foliadas como la pizarra, gneis y esquisto presentan diferente resistencia a la compresión, tal es así que para la pizarra el valor de resistencia es 180 Mpa, para los gneis varía de 160-190 Mpa y para el esquisto de 15-130 Mpa.

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 la mayoría de los casos ocurren derrumbes, desprendimiento de rocas y flujo de detritos, ejemplo de ello tenemos desprendimientos de roca en la margen izquierda del río Camaná en la trocha carrozable que lleva hacia Pampata, observándose también caídas de roca de acuerdo a fallas planares, derrumbes en el sector Naspas-Characta y en la Carretera Panamericana Sur entre Ocoña y La Planchada, y flujos de detritos a nivel de ladera en el sector Sonay.

Capítulo VI

PELIGROS NATURALES

6.1 CLASIFICACIÓN DE PELIGROS NATURALES MÁS FRECUENTES

La definición aceptada por la OEA, dice que los peligros naturales «son aquellos elementos del medio ambiente físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él»; específicamente el peligro natural se refiere a todos los fenómenos geológicos, hidrológicos y atmosféricos, los cuales se resumen en la Tabla N° 6.1.

En algunos lugares se utiliza el término amenaza en vez de peligro.

A pesar de la calificación de «naturales» en los peligros intervienen ciertos elementos de participación humana o antrópica.

6.1.1 Peligros Geológicos de Remoción en Masa (Clasificación según Varnes)

Dentro de la clasificación de peligros geológicos naturales, para el presente trabajo se adopta la clasificación de inestabilidades de taludes propuesta por VARNES (1978), la cual agrupa los tipos de movimiento en cinco grupos principales. Asimismo se incluyen otros peligros geológicos frecuentes.

a) Desprendimientos (Falls)

Se trata de masas en movimiento que viajan la mayor parte de la distancia en el aire, que se desprenden de taludes empinados o escarpados a lo largo de una superficie sobre la que tiene lugar, poco o ningún desplazamiento tangencial; incluyen caída libre, rodamiento y movimiento por saltación y rodadura, de los fragmentos del substrato o suelo.

Tabla N° 6.1

TIPO DE PELIGROS NATURALES MÁS FRECUENTES		
Peligros Geológicos	Remoción en masa (Adaptado de Varnes)	<ul style="list-style-type: none"> - Desprendimientos - Vuelcos - Deslizamientos - Esparcimientos laterales - Flujos - Movimientos complejos
	Otros geológicos	<ul style="list-style-type: none"> - Arenamiento - Hundimiento - Erosión de laderas - Erosión de riberas
	Volcánicos	<ul style="list-style-type: none"> - Caídas de ceniza (tefras) - Flujos piroclásticos - Flujos de lava - Lahares - Colapso y debris avalanche - Domos - Gases volcánicos
	Sísmicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sismos - Tsunamis - Licuefacción - Fallamientos - Seiches
Hidrológicos	Inundaciones	<ul style="list-style-type: none"> - Fluvial - Costera - Lagunar
	Desertificación	
	Sequía	
Atmosféricos	Salinización	
	Heladas	
	Granizadas	
	Huracanes	
	Tormentas eléctricas	
	Rayos	
Tornados		

Estos desprendimientos se producen en acantilados o laderas socavadas en su base, taludes de carretera, etc., generalmente con pendientes mayores de 40°, pudiendo alcanzar velocidades muy rápidas a extremadamente rápidas (0,3 a 300m/seg).

Están condicionadas por factores como: fracturamiento (fractura por tracción, cuñas), inclinación o pendiente del terreno y disposición de ésta respecto al buzamiento de estratos, esquistosidad o foliación de las rocas, resistencia diferencial de estratos rígidos y estratos menos competentes, etc. por efectos de meteorización.

Se pueden agrupar en dos subgrupos:

Caída de rocas (rock falls)

Desprendimientos o caídas de rocas que ocurren tanto en materiales no compactados o semi-compactados como en materiales coherentes (rocas) o suelos cementados con pendientes mayores de 40°. Las caídas individuales de rocas causan relativamente pocas muertes y daños limitados, mientras que cuando caen colectivamente se consideran peligros importantes ocasionados por sismos.

En materiales coherentes (rocas) o suelos cementados, el fenómeno más común es el desprendimiento de bloques, iniciados, la mayor parte de estos, por fracturamientos de tipo cuña o planares.

Caída de detritos o de tierras (derrumbes)

Las caídas de detritos y tierras se pueden considerar o denominar comúnmente «derrumbes»; son producidos por el socavamiento de la base en riberas fluviales o áreas costeras o acantilados rocosos, o por la saturación de suelos incoherentes, en laderas de valles de moderada a fuerte pendiente, por acción de la lluvia, vibración sísmica y/o antrópica en cortes de carreteras o áreas agrícolas.

b) Vuelcos (Topples)

Son movimientos debido a fuerzas que causan un momento de rotación alrededor de un punto de pivot o giro, bajo la acción de la gravedad y fuerzas ejercidas por unidades adyacentes o por inclusión de agua en las discontinuidades.

Si no se controlan estos eventos, generalmente culminan en caídas o deslizamientos de capas o estratos.

Vuelcos de rocas (rock topple)

Los vuelcos se pueden considerar exclusivamente de medios rocosos, condicionados por la disposición estructural de los estratos (hacia el interior del talud) y/o un sistema de discontinuidades bien desarrollado (fracturas, foliación, etc.)

Variedad de estos movimientos se pueden dar: 1) Por flexión: bajo mecanismos por flexiones pseudocontinuas del material individualizado en columnas, debido a una serie de movimientos acumulados a lo largo de las discontinuidades; 2) De bloques: separados por discontinuidades ortogonales o columnares y 3) Mixtos

El vuelco de estratos o «toppling», puede tener diversas graduaciones:

- estrato individual por erosión del pie en forma natural, por excavaciones, o por sismos; puede afectar a taludes de alturas mayores, y ser seguidos por vuelcos sucesivos.
- de un paquete de estratos (difícilmente se producen), generalmente superficiales.

c) Deslizamientos (Slides)

Movimiento de masas que involucra un desplazamiento tangencial o de cizalla, a lo largo de una o varias superficies, o dentro de una zona relativamente estrecha, visible o que puede razonablemente ser inferida.

Los deslizamientos se clasifican en:

Rotacionales

Movimiento debido a fuerzas que causan un movimiento de inversión alrededor de un punto sobre el centro de gravedad de la superficie, siendo la superficie de ruptura de forma circular y cóncava hacia arriba.

La velocidad de estos movimientos varía de lenta a moderada, teniendo gran influencia la inclinación de la superficie de rotura en el pie del deslizamiento.

Pueden ser:

- En roca (rock slump): extremadamente lentos a moderados; en macizos rocosos muy fracturados.
- En detritos
- En suelo.

Traslacionales

Movimiento predominantemente a lo largo de superficies más o menos planas o suavemente onduladas, frecuentemente controladas o relacionadas estructuralmente por superficies de debilidad: fallas, diaclasas, planos de estratificación, variaciones de resistencia al esfuerzo cortante o esfuerzos de cizalla entre capas o depósitos estratificados, o por contacto entre el substrato rocoso firme y depósitos suprayacentes superficiales.

Pueden ser:

- En roca (rock slide or rock block slide): extremadamente lento a moderado.
- En detritos (debris slide): muy lento a rápido.

- En suelo (earth block slide)

Otras formas particulares de deslizamientos traslacionales (ITGE, 1987) se pueden dar en:

- El contacto suelo-roca
- La intersección de dos discontinuidades o superficies de debilidad.
- Pandeos: Cuando la estratificación es subvertical y existen diaclasas pseudoortogonales a ésta se producen pandeos por flexión de placas lisas, placas fracturadas o placas curvas y fracturadas.

d) Derrames Laterales (Lateral Spreads)

Movimientos de extensión lateral, distribuidos en una masa fracturada, no son frecuentes y ocurren bajo condiciones de determinadas características geológicas complejas.

Presentan dos características particulares:

- Sin que se reconozca o exista una superficie basal neta de corte o cizalla o se produzca un flujo plástico. Son propios de crestas modeladas en medios rocosos estratificados.
- La extensión y fracturación del suelo o la roca, debido a una licuefacción o flujo plástico del material subyacente.

e) Flujos (Flows)

Bajo esta forma se consideran movimientos producidos en materiales rocosos (menos frecuentes) y en suelos.

Flujos en roca o en el substrato

Involucran deformación espacialmente continua y arrastre profundo.

El movimiento diferencial es lento, no acelerado, de masas enteras.

Los movimientos pueden ser a lo largo de superficies de cizalla, las que aparentemente no están conectadas.

Resultan en plegamiento, combamiento o abultamiento.

Aproximadamente se asemejan a fluidos viscosos.

Flujos en detritos

Movimientos en la masa de suelo, de tal modo que la forma tomada por el material o la distribución de velocidades y los desplazamientos simulan los de un fluido viscoso.

Las superficies de deslizamiento dentro de la masa del material normalmente no son visibles o tienen una vida muy corta.

Los movimientos van de extremadamente rápidos a extremadamente lentos.

Los movimientos pueden ocurrir a lo largo de superficies de cizalla.

Algunas de las denominaciones comunes que adoptan estos flujos son:

- **Debris flow («Huayco»):** Son corrientes que se caracterizan por flujos muy rápidos o avenidas intempestivas de aguas turbias, que arrastran a su paso materiales de diferentes características desde suelos finos hasta enormes bloques de rocas, así como maleza y/o árboles, desplazándose a lo largo de un cauce definido con desbordes laterales.

Su característica principal es el arrastre de un elevado porcentaje de materiales o fragmentos gruesos.

En su parte terminal aparecen conformando un cono o abanico proluvial.

Su causa directa son las fuertes precipitaciones pluviales, distinguiéndose según su ocurrencia en periódicos, estacionales y/o excepcionales.

Ocurren en suelos en condiciones de estabilidad precaria; acumulación de materiales en el lecho de la quebrada; taludes inestables (donde se producen derrumbes, deslizamientos, etc.), que incrementan el material del lecho; tala indiscriminada de árboles; carencia de protección vegetal; pendientes empinadas de las quebradas, etc.

- **Mudflows (flujos de lodos):** Flujos que se producen en materiales conteniendo al menos un 50% de fracción fina y con agua suficiente para permitir fluir el material. Comúnmente se les denominan «lapanas» o «llocllas».
- **Solifluction (soliflución):** Es el movimiento, pendiente abajo, del material detrítico saturado y helado (áreas periglaciares) cuya velocidad de movimiento depende de su viscosidad.

Se presentan en suelos o depósitos de granulometría fina (arcilla y/o limos), en pendientes desde suaves a empinadas. La superficie de deslizamiento no es distinguible o se desarrolla durante un lapso relativamente breve.

Entre sus causas principales se tienen: infiltración de agua, helacidad, cambios de temperatura y pendiente del terreno.

- **Debris avalanche («aluvión»):** Desplazamiento violento de una gran masa de agua (de muy rápido a extremadamente rápido), 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 debido a la ruptura de diques naturales y/o artificiales o desembalse súbito el represamiento de un río.

Son causados principalmente por intensas precipitaciones pluviales; ocurrencia de aludes o avalanchas sobre lagunas o ríos; ruptura de diques naturales (*morrenas*) o artificiales (*presas*); desembalse violento de represamientos debido a deslizamientos o derrumbes en el cauce de un río o por movimientos sísmicos.

- **Soil creep (reptación de suelos):** Son movimientos extremadamente lentos hasta casi imperceptibles según la pendiente de una parte de la ladera natural que comprometen a una masa de suelo detrítico coluvial con abundante matriz arcillosa y/o rocas blandas, susceptibles de experimentar deformación elastoplástica.

El movimiento no es homogéneo y dentro de la masa se distinguen varios movimientos parciales, con desplazamientos verticales del orden de centímetros y el horizontal casi nulo.

Ocurren por cambios climáticos que afectan suelos superficiales de ladera con expansiones y contracciones térmicas por humedecimiento y secado; infiltración del agua; acción de la gravedad y pérdida de soporte lateral.

Por tratarse de procesos que se desarrollan a nivel superficial, afectando volúmenes reducidos de materiales, su identificación en el campo no es fácil; normalmente se reconocen por leves inclinaciones de tronco de árboles, deformaciones en muros o cercos y ondulaciones en el suelo superficial.

f) Movimientos complejos

Este movimiento es producido por la combinación de uno o más de los cinco tipos descritos arriba.

Muchos movimientos de tierra son complejos aunque un tipo de movimiento generalmente domina sobre los otros, en ciertas áreas del deslizamiento, en un instante particular.

Algunos ejemplos descritos en los textos incluyen:

rock fall - debris flow (rock-fall avalanche), extremadamente rápidos.
slump and topple
rock slide - rock fall
cambering and valley bulging
slump - earth flow

6.1.2 Otros Peligros Geológicos

a) Arenamiento

Son traslados e invasiones de arena sobre la superficie terrestre y ribera litoral por la acción de los vientos y/o corrientes marinas, favorecidas en muchos casos por la morfología del terreno.

Este proceso morfodinámico se presenta en el desierto costero del territorio peruano originando depósitos de arenas de formas típicas conocidas como dunas, barcanas y mantos.

Al no encontrar obstáculos, su avance natural produce la invasión de áreas agrícolas, redes viales, canales y ciudades.

b) Hundimiento

Es el descenso o movimiento vertical de una porción de suelo o roca que cede a causa de fenómenos cársticos, depresión de la napa freática, labores mineras antiguas o abandonadas, o también pueden ocurrir debido a fenómenos de licuación de arenas o por una deficiente compactación diferencial de suelos.

Pueden suceder por:

- procesos de disolución de rocas calcáreas, por circulación de aguas subterráneas (cavernas naturales);
- extracción de aguas subterráneas, petróleo y minerales; extracción o remoción del subsuelo;
- falta de sustentación en perforaciones mineras;
- excavación de túneles

c) Erosión de suelos (laderas)

Involucra en términos generales el desgaste y traslado de los materiales de la superficie (suelo o roca) producido por el continuo ataque de agentes de erosión tales como: agua de lluvias, escurrimiento superficial, etc. las que tienden a degradar la superficie natural del terreno.

Ocurren en depósitos inconsolidados y rocas poco consolidadas o meteorizadas, que por sus características litológicas son susceptibles a la erosión hídrica producto de intensas precipitaciones pluviales, aguas de escorrentía, que generan componentes (vertical y horizontal) de la fuerza erosiva, erosión difusa y en surcos, erosión en cárcavas, en laderas de los valles, con pendientes desde bajas, moderadas a fuertes.

d) Erosión de riberas

Es el desgaste por erosión o socavamiento en las márgenes o terrazas y en el fondo o lecho de un río, que producen las fuerzas hidráulicas de una corriente fluvial, que actúan principalmente, por el incremento del caudal y descargas de los ríos por fuertes precipitaciones pluviales que ocurren en sus cuencas altas.

Este fenómeno es dependiente de la acción directa de los componentes (horizontal y vertical) de la fuerza erosiva de la corriente, del grado de resistencia de las rocas y suelos que componen las márgenes de los ríos y de la geomorfología del valle.

6.1.3 Peligros Volcánicos

a) Caídas de tefras

Los fragmentos, producto de las explosiones volcánicas, se denominan en conjunto **piroclastos** o **tefras**.

Su tamaño varía desde bombas o bloques (> 64 mm de diámetro), lapillis, escorias o pómez (64-2 mm de diámetro), hasta polvo fino o cenizas (< 2 mm de diámetro).

Se depositan en capas, el tamaño de las fracciones disminuye con la distancia a la chimenea; los gruesos se amontonan, alrededor de la chimenea, para formar un cono de escorias o de piedra pómez y los polvos más finos son arrastrados por el viento, a veces a miles de kilómetros de distancia.

En las proximidades de los volcanes, las bombas y bloques, al caer, pueden desgajar las ramas de los árboles, atravesar tejados y muros de vivienda, provocar incendios y herir o matar animales y personas.

Las cenizas más finas rara vez están suficientemente calientes al llegar al suelo para provocar incendios; no obstante, por lo común, el peso de las cenizas acumuladas hacen que los tejados se hundan.

Las partículas agudas de las cenizas son sumamente irritantes para las vías respiratorias y la inhalación de cantidades excesivas puede producir la muerte.

Las capas de cenizas pueden tener varios metros de grosor cerca del volcán y varios centímetros a distancias de hasta 100 km.

Una capa de cenizas de pocos centímetros puede matar la hierba y otros forrajes, e incluso cantidades menores pueden producir serios trastornos a los animales de pastoreo o provocarle la muerte. Después de un período más largo, las cenizas abrasivas pue-

den desgastar los dientes del animal hasta que éste sea incapaz de comer y muere de hambre.

Las lluvias copiosas de cenizas pueden interrumpir los suministros de aguas obstruyendo corrientes y pozos o los filtros de los sistemas hidráulicos y el agua puede volverse ácida por la disolución de ellas.

b) Flujos piroclásticos

Según la terminología vulcanológica moderna, estos se pueden producir como:

- **Torrentes de cenizas:** En algunas erupciones el magma cargado de gases, una proporción relativamente pequeña de los materiales es lanzada al aire por la explosión, mientras que gran parte de las cenizas resultantes de la disgregación de la espuma rocosa permanecen suspendidas en una nube que se expande, próxima a la superficie del suelo, produciendo un torrente de cenizas en muchos casos con velocidades cercanas a los 200 km/hora.

La fuerza motriz es la gravedad, y como cualquier otro fluido denso, el torrente obedece en gran parte a la topografía, descendiendo por las laderas recorriendo los valles.

Localmente su elevada velocidad puede hacer que trepe las laderas opuestas, hasta alturas de varios centenares de metros. Cuando estos torrentes se detienen, incluso a distancias de decenas de kilómetros de sus chimeneas, están todavía tan calientes que los fragmentos vítreos de la parte central de la masa se sueldan.

La masa rocosa formada por un torrente de cenizas se denomina ignimbrita, habiéndose encontrado capas de más de 160 km de longitud.

Los torrentes de cenizas pueden brotar de chimeneas situadas en la cumbre de grandes conos compuestos o de fisuras de los costados del cono y también de fisuras no relacionadas directamente con ningún gran cono. Muchos de ellos aparecen en las erupciones plinianas.

La gran velocidad, y el enorme volumen de los torrentes de cenizas hacen imposible controlarlos. Afortunadamente para el hombre, los torrentes de cenizas han sido raros en los tiempos históricos y probablemente seguirán siéndolo en el futuro.

- **Nubes ardientes:** También llamadas aludes incandescentes, se parecen a los torrentes de cenizas en su mecanismo, aunque no en su origen y son considerados los principales agentes volcánicos de destrucción.

Algunos se producen por la caída muy copiosa de piroclastos ardientes en los flancos de una montaña volcánica. Los fragmentos, mantenidos a flote por el aire caliente y los gases en expansión que los separan, descienden por

las laderas como aludes ardientes alcanzando velocidades de aproximadamente 100 km/hora, y pueden recorrer más de 10 km (tipo Soufriere).

Otros se producen por el hundimiento del borde de un domo o de un torrente de lava espesa en la cumbre o flancos de un volcán (tipo Merapi); alcanzan velocidades entre 50-80 km/hora, pero pueden superar los 100 km/hora.

Otros aludes incandescentes se producen a causa de explosiones orientadas en un ángulo muy pequeño (tipo Pelee) de efectos aumentados comúnmente por el hundimiento de un domo a causa de la explosión.

En los tres tipos, el torrente se compone principalmente del alud, que se desplaza muy cerca del suelo y está dirigido en gran parte por la topografía. Sin embargo, por encima del alud se eleva una gran nube de polvo, negra de día pero de un rojo opaco encendido de noche, nube de polvo incandescente que dio origen al nombre de *nube ardiente*, la cual puede extenderse más allá de los límites del alud propiamente dicho y está menos controlada por la topografía.

c) Flujos de lavas

Se denominan lavas a los magmas que están total o parcialmente desprovistos de gases. El volumen, extensión, y velocidad de avance de los torrentes de lava varían mucho. La extensión y el espesor dependen del volumen, la fluidez y la posibilidad de que puedan expandirse o no lateralmente.

Dependen de la topografía del terreno, pero pueden producirse desviaciones en su trayectoria en valles poco profundos en el caso de flujos más viscosos.

Las lavas más fluidas son las basálticas y de tipos conexos. Cuando pueden extenderse libremente por pendientes moderadas, alcanzan normalmente grosores < 5 m, e incluso en pendientes de menos de 3° tienen por lo común < 20 m de grosor. Su velocidad de avance es, comúnmente, de unos metros diarios; rara vez alcanzan longitudes de 5 km.

Los torrentes de lava más fluidos son los que se extienden a mayores distancias y los que con más facilidad pueden causar daños en zonas importantes.

d) Lahares

Son considerados como producto indirecto de la actividad volcánica. Son torrentes o flujos de lodo volcánico, que constan de una mezcla de materiales finos y agua, los que contienen a menudo gran proporción de residuos más gruesos.

La mayoría son fríos pero algunos son calientes (temperaturas cercanas a la ebullición). Descienden por las laderas de las montañas volcánicas con velocidades de hasta 100 km/hora; algunos han recorrido valles hasta distancias de 300 km desde su fuente.

Por su frecuencia, al igual que las nubes ardientes son los principales agentes volcánicos de destrucción e incluso los superan. En estos últimos siglos han causado muchos millones de dólares en daños y miles de víctimas.

Pueden producirse por diversos factores, siendo los principales (ANDERSON, 1933 Y MACDONALD, 1972):

- Rápida fusión del hielo o de la nieve de las laderas del volcán.
- Eyección del agua del lago de un cráter por una erupción explosiva.
- Salida de agua del lago de un cráter al romperse la pared de éste.
- Aludes de antiguos residuos rocosos provocados por explosiones, que penetran en corrientes de agua.
- Descenso de aludes incandescentes o nubes ardientes hasta corrientes de agua.
- Penetración en corrientes de agua de torrentes de lava autobrechada.
- Brechación de la lava que fluye sobre nieve, hielo o terreno muy húmedo de las laderas de un volcán.
- Desplazamiento, ladera abajo, de cenizas o suelos saturados de agua, iniciados por un terremoto.
- Extrusión de agua y materiales rocosos ya brechados en el conducto volcánico antes de llegar a la superficie.
- Lluvias copiosas sobre materiales sueltos de las laderas de las montañas.

Pueden producirse en cualquier momento de una erupción o varios meses después de haber terminado ésta, mientras existan residuos inestables y sueltos abundantes en los flancos montañosos que no estén retenidos por la vegetación.

e) Colapso y avalancha de escombros

Colapso conocido también como "debrice avalanch"; se produce por ruptura de una parte del aparato volcánico. Pueden ser deslizamientos retrogresivos, que incluso provocan la destrucción de un domo.

f) Domos

Se forman cuando lavas viscosas se acumulan en las chimeneas de los volcanes, formando paredes escarpadas. Los domos crecen sobre todo por expansión desde su interior, a medida que va entrando más lava a presión en el núcleo del domo. La expansión produce grietas y desmoronamientos en el exterior solidificado.

Algunos tienen pocos metros de ancho y altura, otros alcanzan hasta 2 000 m de ancho por 600 m de alto. Las lavas que brotan del interior pueden formar torrentes que descienden por los flancos del domo.

La protrusión del magma viscoso a través de las fracturas del casquete del domo forma agujas u obeliscos, pudiendo alcanzar alturas de más de 100 m; el derrumbamiento de grandes agujas pueden producir aludes de roca, calientes o fríos, generando una amenaza potencial a las zonas situadas cerca de la base del domo.

La amenaza más grave que plantean es la formación de aludes incandescentes (tipo Merapi) y de lahars. Los domos pueden representar uno de los tipos más peligrosos de actividad volcánica (explosiva) conocida, como el del Monte Pelee (Martinica).

g) Gases volcánicos

Los volcanes emiten gases no sólo durante las erupciones, sino durante largos períodos después de éstas. Algunos campos fumarólicos han permanecido activos durante cientos de años sin ninguna actividad magmática superficial. La mayoría de las muestras de gases eruptivos contienen vapor de agua, CO_2 , CO , SO_2 , SO_3 , H_2S , HCl y HF , además de cantidades pequeñas de N , Ar y otros gases inertes, pero las proporciones varían en las diferentes muestras.

Los gases ácidos y los aerosoles formados por su combinación con el agua pueden ser arrastrados a grandes distancias por el viento y quemar o marchitar las hojas de las plantas o provocar la caída de los frutos a distancias de hasta 50 km.

La exposición prolongada a los gases puede producir la defoliación completa de las plantas y quizás matarlas. Los objetos metálicos sufren corrosión y a veces son destruidos.

Las lluvias ácidas queman la piel de las personas, dañan las plantas y los objetos metálicos.

Tanto el CO_2 como el SO_2 son venenosos, aunque éste último causa la asfixia por contracción de la garganta antes de que pueda inhalar gas suficiente para provocar el envenenamiento.

6.1.4 Peligros Sísmicos

a) Sismos

Los sismos son causados por la súbita liberación de energía de las fuerzas elásticas que se acumulan lentamente a lo largo de una falla dentro de la corteza terrestre. Las áreas de superficie o subterráneas que se fracturan y que pueden experimentar terremotos, se conocen como zonas sísmicas de fallamiento.

b) Tsunamis

Son olas en el agua u olas sísmicas marinas, causadas por un movimiento súbito a gran escala del fondo marino, debido generalmente a terremotos, y en ocasiones muy raras a deslizamientos, erupciones volcánicas o explosiones hechas por el hombre.

Difieren de otros peligros sísmicos en el hecho que pueden causar daños serios, amplificados por la configuración de la costa actual y el fondo marino.

6.2 PELIGROS HIDROLÓGICOS

6.2.1 Inundaciones

Las inundaciones son un evento natural y recurrente para un río, son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y/o súbitos aumentos del nivel de aguas en áreas adyacentes a mares y lagos.

Se pueden diferenciar en el área tres tipos de inundaciones:

Inundaciones terrestres

A causa de excesiva descarga y aumento del caudal de los ríos que originan avenidas, debido a fuertes lluvias ya sea estacionales o también excepcionales, asociados a eventos de El Niño que rebasan la capacidad de los lechos o cauces, afectando terrenos agrícolas principalmente (Fotos N° 13, 14, 15).

Un concepto que debe estar bien definido es el de «llanura de inundación», comprende el área o áreas de superficie adyacentes a ríos sujetas a una inundación recurrente; debido a su naturaleza cambiante o dinámica, las llanuras inundables geomorfológicamente son definidas como de topografía plana inmediata al río, y geológicamente de características variables, compuestas por sedimentos no consolidados en un tiempo, erosionándose rápidamente durante crecidas de agua, o depositándose nuevos estratos de lodo, arena o limos.

Las inundaciones suelen ser descritas en función de su frecuencia estadística en términos de probabilidad e intervalos de recurrencia; dependen principalmente del clima donde es necesario disponer de datos hidrológicos (aforos) y de precipitaciones.

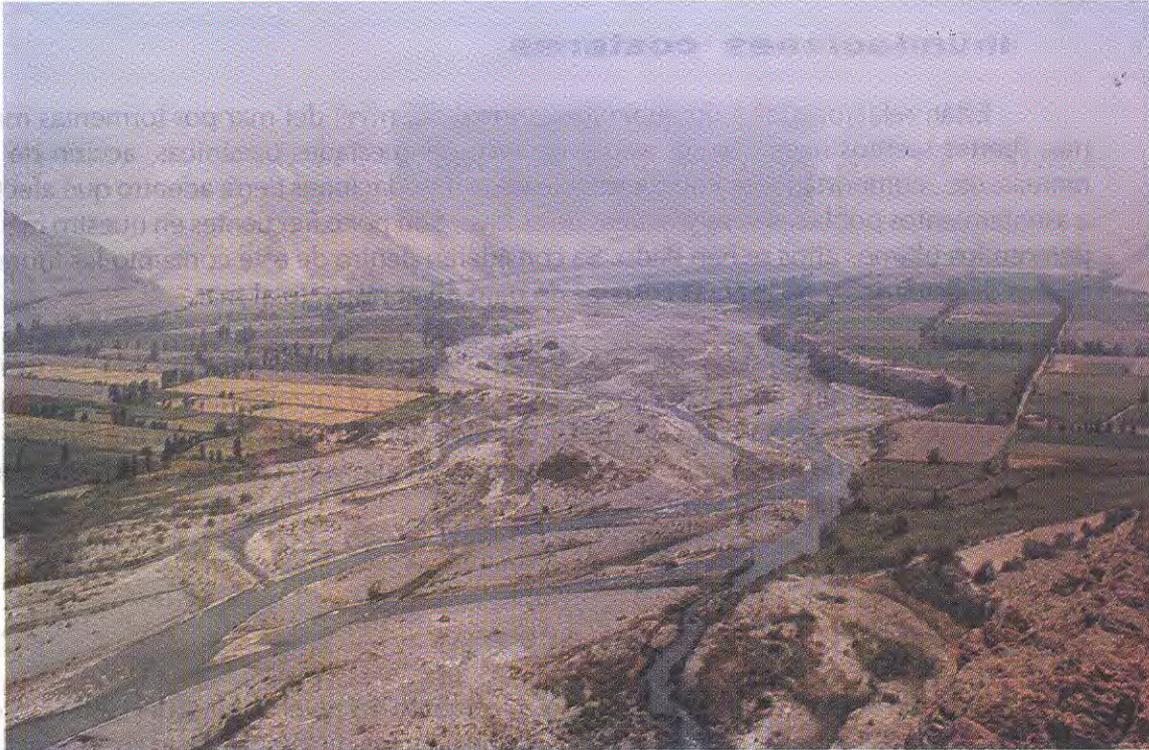


Foto N° 13 Área propensa a inundaciones fluviales, por avenidas del río Tambo, sector Checa Alta; afecta tierras de cultivo en ambas márgenes.

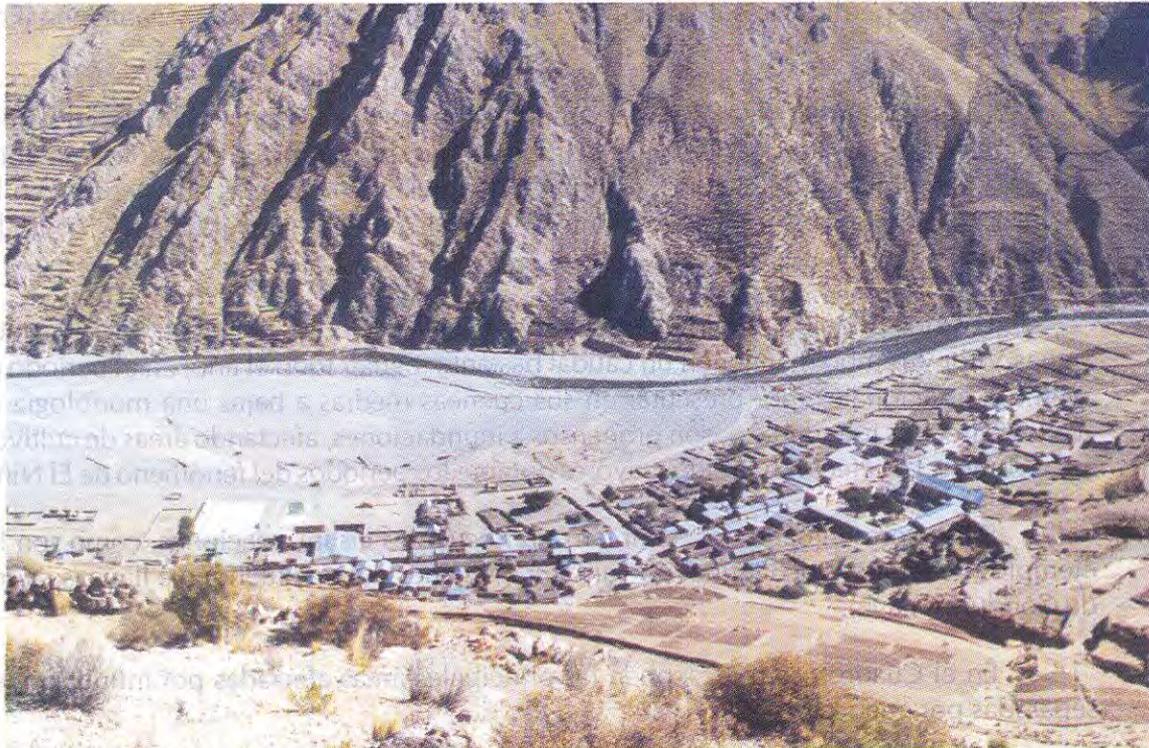


Foto N° 14 Vista del poblado de Ichuña, expuesta a peligros por inundaciones fluviales en avenidas del río Tambo; compromete parte del poblado y tierras de cultivo.

Inundaciones costeras

Están relacionadas a un aumento anormal del nivel del mar por tormentas marinas, fuertes vientos hacia las costas del pacífico, tempestades oceánicas, acción de las mareas, etc., comportándose con fuertes oleajes e inundaciones tierra adentro que afectan a asentamientos poblacionales y/o áreas de cultivo. Son poco frecuentes en nuestro medio pero en los últimos años se han dado. Se consideran dentro de este concepto las inundaciones de estuarios y otras áreas costeras de bajo nivel respecto al mar.

Hay que considerar en este punto las consecuencias más notables y la vulnerabilidad de áreas ante un cambio del nivel del mar, debido al incremento de la temperatura de la tropósfera asociado a cambios climáticos globales (descartándose la posibilidad de un rápido deshielo de los casquetes polares y grandes glaciares continentales), que sucederían en las próximas décadas.

Inundaciones lagunares

Ocurren dentro del área de estudio, por aumento del nivel de agua del lago Titicaca, también asociadas a fuertes y excesivas lluvias del área (de diciembre hasta abril), afectando los sectores circunlacustres, donde se asientan terrenos de cultivo por los descensos del nivel del lago, ocurridos en años secos, mientras que en años húmedos se inundan con la consecuente pérdida no sólo de cultivos, sino también de viviendas y ganadería (Foto N° 16).

Dentro del área de estudio las inundaciones son un peligro hidrológico común producto de las avenidas estacionales extraordinarias, la ocurrencia de tipo excepcional asociada al fenómeno de El Niño, y también de lluvias estacionales que ocurren en las cuencas altas de los ríos principales, tanto de aquellos que drenan al Pacífico, como los que drenan hacia el lago Titicaca.

Los ríos principales de la vertiente del Pacífico, Ocoña, Camaná-Majes, Quilca-Siguas-Vítor y Tambo mantienen un caudal bastante regular todo el año; en el período de avenidas estacionales, por presentar en sus cuencas medias a bajas una morfología de «valles estrechos inundables», son propensos a inundaciones, afectando áreas de cultivo y áreas rurales. Los efectos han sido mayores durante los períodos del fenómeno de El Niño.

En sectores altoandinos, también son frecuentes las inundaciones, como son los ejemplos de las áreas de Ichuña (río Tambo); márgenes del río Huenque e llave (sectores de Conduriri, llave).

En el Cuadro 6.1 se describen las principales áreas afectadas por inundaciones, separadas por cuencas.

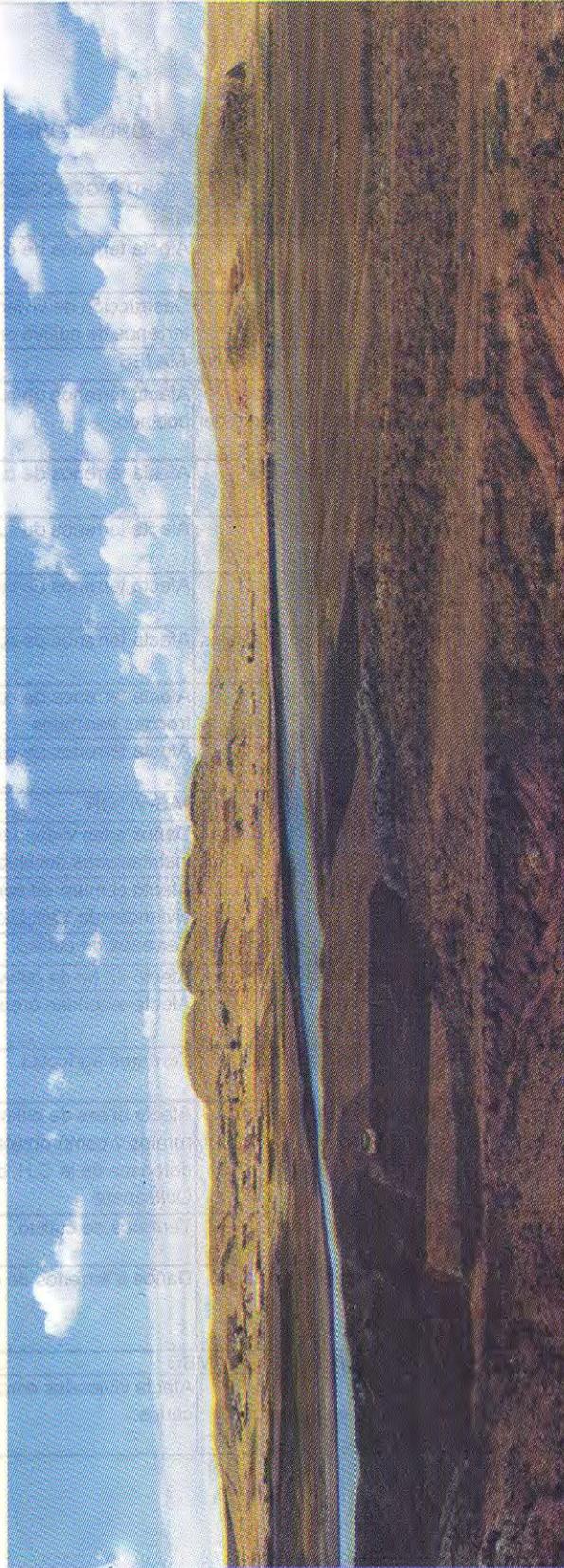


Foto N° 15 Paraje de Huilacoyo (llave), área propensa a inundaciones fluviales por crecidas del río llave que afectan tierras de cultivo de panllevar en la margen derecha.

Cuadro N° 6.1
PRINCIPALES ZONAS CON PELIGRO DE INUNDACIONES

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS OCASIONADOS
CUENCA DEL RÍO OCOÑA		
1,5 km aguas arriba de Santa Rita	Ambas márgenes	Afecta terrenos de cultivo
Sector Ocoña y Pueblo Viejo	Ambas márgenes	Dstrucción de viviendas y terrenos de cultivo en 1994.
CUENCA DEL RÍO CAMANÁ-MAJES		
Huacapuy y San José	Margen derecha y margen izquierda respectivamente del río Camaná. Zona crítica.	Afecta terrenos de cultivo y poblado.
Torán y Pampa Blanca	Margen izquierda del río Majes.	Afecta terrenos de cultivo.
Caspini	Margen derecha del río Majes. Zona crítica.	Afecta terrenos de cultivo.
Entre Sarcas y El Granado	Margen izquierda del río Majes.	Afecta terrenos de cultivo.
Sectores aguas arriba de El Carmen	Margen derecha del río Majes	Afecta terrenos de cultivo.
Collón	Margen izquierda del río Majes.	Afecta terrenos de cultivo y trochas vecinales.
Sector La Laja	Margen izquierda del río Majes.	Afecta terrenos de cultivo.
CUENCA DEL RÍO QUILCA-SIGUAS-VÍTOR		
La Chilina y el Club Internacional	Margen derecha e izquierda del río Chili	Daños a las viviendas e instalaciones del club.
Sectores de Arequipa, Tiabaya y Uchumayo	Desbordes del río Chili en 1994.	Afectó el muro de contención, viviendas de Vallecito, 1 muerto
Sector Socabón	Ambas márgenes del río Vítor	Terrenos de cultivo.
Sector de Vítor	Margen derecha del río Vítor.	Afectó 80 ha de cultivo en 1994.
Sector La Cano	Zona crítica en ambas márgenes del río Vítor.	Afecta extensas áreas de cultivo.
Aguas debajo de Lluclla y Pitay	Desbordes del río Siguas	Terrenos agrícolas.
Quilcapata, Oquines y San Basilio (aguas arriba de Santa Isabel de Siguas)	Desbordes del río Siguas.	Afecta áreas de cultivo, viviendas rurales y compromete las defensas de la C.H. de Quilcapata.
Cuján y San Martín	Ambas márgenes del río Siguas	Terrenos de cultivo.
San Juan de Siguas, Pachaqui Grande y Santa Ana	Avenidas y desbordes del río Siguas.	Daños a terrenos de cultivo.
CUENCA DEL RÍO TAMBO		
Sector Ichuña	Avenidas del río Ichuña, desbordando en la margen izquierda	Afecta viviendas cercanas al cauce.

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS OCASIONADOS
El Chorro y Pallarumi (aguas arriba de	Ambas márgenes del río Tambo.	Afecta terrenos de cultivo.
Checa Alta	Ambas márgenes del río Tambo.	Principalmente terrenos de cultivo.
Frente a Chucarapi	Margen derecha del río Tambo.	Afectó bocatoma del canal Mollendo-Mejía, terrenos de cultivo y trocha en 1988.
Debajo de Pampa Blanca	Margen izquierda del río Tambo.	Destrucción de 30 ha de cultivo en 1994.
OTRAS CUENCAS		
Sector Sama Grande	Lluvias excepcionales; desbordes en ambas márgenes.	Afectó terrenos de cultivo en 1995.
Sector Huillacoyo aguas abajo de Puente llave	Margen derecha del río llave	Afecta terrenos de cultivo.
Quebrada Vilcallamas (Sector El Molino-Juli)	Desbordes en ambas márgenes de quebrada.	Afecta terrenos de cultivo.
INUNDACIONES COSTERAS		
Camaná (sector Calderona baja)	Marejazo del 19 y 20/03/96 levantó olas de 12 metros de altura; duró 4 horas.	Ocasionó inundación de 25 ha de terrenos de cultivo; 30 personas damnificadas.
INUNDACIONES LAGUNARES		
Sector Calacoto bajo, Huareleque y Huayllane.	Elevación del nivel del lago Titicaca, inundaría terrenos planos extensos.	Afectaría viviendas y terrenos de cultivo de las riberas del lago.

6.2.2 Desertificación

La desertificación o degradación de recursos es uno de los peligros hidrológicos que ocurre en zonas áridas y semiáridas creándose las mismas condiciones que un desierto. Es generalmente causada por períodos de sequías prolongadas.

Es más común relacionarla a través de diversas condiciones, independientes de la acción humana, a saturación de agua, salinización, aumento en la temperatura de los suelos y aridez, mayor formación de dunas, menor porcentaje de materia orgánica en los suelos y un creciente albedo; empero, no todos ocurren a la vez, habiendo diferentes tipos de desiertos.

También entre sus causas pueden incluir factores secundarios (humanos) como: construcción de caminos, industrias, minería, asentamientos poblacionales, irrigación, sobrepastoreo, deforestación, expansión de extensos cultivos comerciales, mal manejo de aguas subterráneas, uso de pesticidas e insecticidas, etc.

En América del Sur, la desertificación afecta el 56% de las tierras áridas en grado moderado y 22% en grado severo (DREGNE, 1983). En el Perú afecta el 36% del territorio nacional (costa y sierra) y específicamente en la franja de estudio de leve a moderada para Arequipa y Moquegua, moderada a severa en Tacna y Puno.



Foto N° 16 Sectores ribereños de Calacoto Bajo, Huareleque y Huayllane, áreas vulnerables a inundaciones lagunares por el incremento de nivel del lago Titicaca que se produciría por lluvias excepcionales.

Se atribuye el progresivo aumento de la desertificación en las zonas costeras del Perú a la falta de medidas adecuadas de protección del suelo y del control de las actividades de desarrollo agropecuario, forestal, industrial y sobre suelos fértiles; mientras que en la sierra altoandina, la desertificación afecta pastizales naturales por la práctica del sobrepastoreo, quema de pastizales, y ultimamente por sobreexplotación de aguas subterráneas (Ej. laguna Vizcachas).

Se evalúa en el Cuadro 6.2 dos áreas en las cuales, por sus características es factible el peligro de desertificación en la planicie costanera y en las zonas alto-andinas.

6.2.3 Salinización

Frecuentemente ocurre sobre terrenos irrigados, como resultado de un pobre control de aguas, siendo la fuente primaria de las sales, que impactan a los suelos, tanto aguas subterráneas como superficiales.

Las sales se acumulan por la inundación de tierras bajas, la evaporación de zonas depresivas que no tienen salida, y por el aumento del nivel de la napa freática, a niveles superficiales, donde la evaporación conduce a la disminución de la fertilidad de los suelos e inclusive a la pérdida total de las tierras para fines agrícolas.

Generalmente, se conoce que el agua es utilizada en exceso, cuando su costo es bajo; en regiones secas, ocurre que el no dar el precio justo al agua que se obtiene o deriva de proyectos de irrigación, conducen al mal uso del agua disponible, dando lugar a la saturación de agua y salinización.

En la región de Arequipa, sobre todo en la parte baja de la cuenca de los ríos Sigwas-Quilca-Vítor, los ríos muestran altos contenidos de aniones cloro, originados por la disolución de sales naturales contenidas en los suelos y rocas que conforman las pampas de irrigación de Sigwas, Vítor y La Joya respectivamente, las que alimentan por infiltración de aguas de regadío, que conlleva a la formación de costras de sales en los suelos de cultivos de las partes bajas. La formación de sales en superficie incrementada por el sistema de riego por inundación y por la evaporación.

En los valles de Moquegua, Locumba, Sama y Caplina, ONERN (1976) reconoció muchas áreas de terrenos con problemas de salinización fuerte a excesiva de suelos, siendo los siguientes:

- Valle de Moquegua: zona de Los Espejos (40 ha) y Calaluna (41 ha)
- Valle de Locumba: las zonas de Camiara (184 ha), Ite Bajo (712 ha), Ite Alto (914 ha), Locumba (1024 ha) y Aurora (165 ha).
- Valle de Sama 1982 ha en Para, Miraflores, Sama, Las Yaras y zonas ribereñas.

Cuadro N° 6.2
FACTORES PRINCIPALES QUE SE TOMAN EN CUENTA PARA LA EVALUACIÓN DEL
PELIGRO DE DESERTIFICACIÓN

FACTORES	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL ÁREA DE ESTUDIO
PRECIPITACIÓN	<p>De acuerdo a la clasificación climática del Perú (SENAMHI, 1991), apoyado en datos de 20 años (1965-1984), de acuerdo al Sistema de Clasificación de Climas de Werren Thomthwaite:</p> <p>Precipitación efectiva: Índice anual < 16 ; carácter del clima: E = árido Vegetación característica: desierto</p> <p>Temperatura eficiente: Índice anual (I'): 101-127 ; carácter del clima: B'= semicálido</p> <p>Distribución de la precipitación anual: d: deficiencia de precipitación en todas las estaciones del año</p> <p>Humedad relativa media: H3 :65% - 84% : húmedo</p> <p>E(d)B'1H3 : Zona desértica semicálida, con deficiencia de lluvias en todas las estaciones del año, y con humedad relativa calificada como húmeda.</p> <p>Corresponde a este tipo de clima las pampas de Majes, Vitor, La Joya, Moquegua y Tacna.</p> <p>Precipitación efectiva: Índice anual: 64-127; carácter del clima: B = lluvioso vegetación característica: bosque</p> <p>Temperatura eficiente: Índice anual:16-31; carácter del clima: D' Semifrígido</p> <p>Distribución de la precipitación anual: o: con otoño seco, e i: con invierno seco</p> <p>Humedad relativa media: H3 : 65% - 84%: húmedo</p> <p>B(o, i)D'1H3 : Zona de clima semifrígido, con deficiencia de lluvias en otoño e invierno, y con humedad relativa calificada como húmeda. Corresponde a este tipo de clima dentro del área: Mazo Cruz.</p>
OCURRENCIAS DE SEQUÍAS	<p>En su conjunto todo el ámbito del estudio se considera dentro de las áreas afectadas por sequías, principalmente los años:</p> <p>1956-57: Todo el sur peruano</p> <p>1962: Sequía en la mayor parte del territorio peruano.</p> <p>1966-67: Sequía en el Altiplano.</p> <p>1982-83: Sequía en la región sur y el Altiplano por causa del fenómeno de El Niño.</p> <p>1990: Sequía en toda la región; grandes pérdidas de producción.</p> <p>1996: Indicios de fuerte sequía en el sur</p>
EVAPOTRANSPIRACIÓN POTENCIAL	<p>Varía entre 4 y 8, 8 y 16, 16 y 32 veces, 32 y 64 y mayor de 64 veces la precipitación considerándose como: áridos, peráridos, superáridos a desecados.</p> <p>Entre la cuarta (0,25) y la mitad (0,50) del promedio de precipitación total anual, considerándose perhúmedo.</p>
VIENTOS	<p>Arequipa:</p> <p>Moquegua: dirección predominante S a SO con velocidades medias de 1,4-1,8 m/s (años 1992-93).</p> <p>Tacna: viento predominante SO, con 1,0-3,0 m/s de velocidad media (años 1992-93)</p>
TEXTURA DE SUELOS	<p>Texturas variables, ligeros a finos, con cementaciones salinas, cálcicas a gipsicas; litosoles y suelos de naturaleza volcánica.</p> <p>Suelos de textura media a ligera, materiales piroclásticos (andosoles y litosoles), hasta suelos de mediana profundidad con horizonte A , negro, ácidos, rico en materia orgánica.</p>
FORMA DEL TERRENO	<p>Desde plano (pampas y planicies altas de la costa con presencia de dunas) a ligeramente ondulado (laderas y colinas bajas), abrupto en cerros aislados de la Cordillera de la Costa y pendientes escarpadas de la vertiente occidental de los Andes.</p> <p>Accidentada a colinada y hasta superficies plano-onduladas.</p>
USOS DE LA TIERRA	<p>Sólo actividad agrícola en los valles aluviales irrigados o con riego permanente, pampas irrigadas de Majes y Sigvas, así como actividad ganadera.</p> <p>Pastoreo y sobrepastoreo temporal (lomas) en áreas de corto tiempo de lluvias estacionales a excepcionales, lluviznas o garúas.</p> <p>Áreas con limitaciones topográficas dominantes para el desarrollo de agricultura, ganadería y actividades forestales.</p> <p>Actividad ganadera lanar altoandina (ovinos y auquénidos) con sobrepastoreo de pastizales que ha originado, desde tiempo atrás, denudamiento del suelo.</p>

- Valle de Caplina 100 ha, en las áreas de Caplina y La Yarada

Un problema adicional en estos cuatro valles son las concentraciones altas de boro en muchos de los suelos.

6.2.4 Sequías

Conjunto complejo de elementos meteorológicos que actúan en el suelo y la atmósfera que determinan una alteración en el balance hídrico de las plantas. La combinación de deficiencia de humedad del suelo, evaporación rápida de esta superficie y desde las plantas, altas temperaturas, originan el marchitamiento y muerte de las plantas.

Tomando en cuenta sólo el aspecto meteorológico, se considera el resultado de una manifestación regional de fluctuaciones climáticas asociadas a anomalías atmosféricas a gran escala.

La definición de sequía varía según el caso que se estudie, dependiendo del espacio y del tiempo. Para nuestro caso se define la sequía como la deficiencia de agua para la agricultura y la ganadería por disminución o ausencia de lluvias.

Las sequías en nuestro país están asociadas a una anomalía o anomalía climática de gran implicancia global denominado «fenómeno de El Niño».

En su conjunto todo el ámbito del estudio se considera dentro de las áreas afectadas por sequías, principalmente los años:

- **1956-57:** Todo el sur peruano
- **1962:** Sequía en la mayor parte del territorio peruano.
- **1966-67:** Sequía en el Altiplano.
- **1982-83:** Sequía en la región sur y el Altiplano. La zona de Puno fue la zona más afectada; entre 1965 y 1985 se tienen años de bajas precipitaciones en 1966, 1970, 1979, siendo el más severo 1983 (MARENGO O., J., 1987). Un balance de las pérdidas de la producción agrícola y pecuaria para la zona sur durante los años anómalos 1982-83, muestra mayores pérdidas para el departamento de Puno (Cuadro N° 6.3).
- **1990:** Sequía en toda la región; grandes pérdidas de producción.
- **1996:** Indicios de fuerte sequía en el sur.

Es posible asociar las sequías registradas en Puno con las sequías en Tacna (IDURP, 1997). Así por ejemplo la sequía de 1943 constituyó la más grave, a nivel nacional, que ocasionó una intensa migración de la población rural hacia las urbes de la costa.

Cuadro N° 6.3
BALANCE DE PÉRDIDAS POR LAS SEQUÍAS OCURRIDAS EN 1982

ZONA	AGRÍCOLA		PECUARIO
	HECTÁREAS AFECTADAS	PÉRDIDAS EN MILLONES DE SOLES	PÉRDIDAS EN MILLONES DE SOLES
SUR DEL PERÚ (TOTAL)	236 477	150 082,10	48 873
AREQUIPA	6 061	3 800,30	6 852
MOQUEGUA	—	—	500
PUNO	80 234	79 160,00	21 099
TACNA	112	34,80	2 000

Fuente: Oficina Sectorial de Estadística (OSE, 1984).

6.3 PELIGROS ATMOSFÉRICOS

6.3.1 Heladas

Los tiempos en los que las temperaturas del medio ambiente descienden en algún momento por debajo de los 0 °C, son conocidos como heladas.

Consiste en un superenfriamiento atmosférico y la consecuente congelación del agua y la humedad ambiental que produce irreparables daños a las plantas y a la salud.

Se diferencian las ocurridas por enfriamiento local a consecuencia de la irradiación térmica en las noches despejadas («heladas estáticas»), y aquellas cuyo origen está en el desplazamiento del frente frío polar antártico y el repliegue del centro de presión continental o ciclón ecuatorial («heladas dinámicas»).

En nuestro país ocurren en zonas altoandinas, principalmente de Puno, como también Arequipa, Moquegua y Tacna, generalmente causan daños a los seres humanos (infecciones respiratorias, neumonía), como también afectan a terrenos de cultivos. Datos compilados de los últimos años (Cuadro N° 6.4), registran heladas que afectaron los 4 departamentos en estudio.

6.3.2 Granizadas

Son ocasionadas por cambios bruscos de clima que originan precipitaciones sólidas como granizadas y nevadas, causando graves daños al sector agrícola y ganadero, especialmente a terrenos de cultivo y pastizales.

Cuadro N° 6.4
ÁREAS AFECTADAS POR HELADAS

FECHA	LUGAR	CARACTERÍSTICAS Y DAÑOS OCASIONADOS
18/01/96	Distrito y provincia de Moquegua	Bajas temperaturas originaron 328 personas afectadas con infecciones respiratorias; fallecieron 4 menores.
31/05/96	Distrito y provincia de Yunguyo (Puno)	Olas de frío con bajas temperaturas, causando enfermedades respiratorias (02 fallecidos, 157 personas afectadas con infecciones agudas y 46 con neumonía); 40 hectáreas de cultivo afectadas.
	Distrito de Capazo, Prov. Collao (Puno)	233 personas con infecciones agudas, 33 con neumonía. 02 muertos.
12/06/96	Distrito y provincia de Arequipa	Helada con temperaturas de 4 °C-6 °C; enfermedades respiratorias especialmente en niños, afectaron 180 personas; 15 muertes.
27/08/97	Distrito de Aplao; Prov. de Castilla	25 personas afectadas y 44 ha de cultivo perdidas.
22/11/97	Distrito y Provincia de Camaná	150 personas damnificadas y 800 ha de cultivo perdidas.

Fuente: INDECI, Estadísticas de Emergencias producidas en el Perú, 1995,96 y 97

Capítulo VII

PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA

7.0 CARTOGRAFIADO DE PELIGROS GEOLÓGICOS (CPG) Y BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA (BDG)

La base de datos georeferenciada (BDG) utilizada para el presente estudio, incluye 571 datos adquiridos tanto en las campañas de cartografiado geológico de peligros múltiples (CGPM), así como de la recopilación bibliográfica.

El CGPM se efectuó en 140 días de trabajos de campo, donde se evaluó in situ la tipología de los peligros geológicos de acuerdo a la clasificación de fenómenos de remoción en masa adoptada de VARNES, otros peligros geológicos y peligros volcánicos, donde se tomó en cuenta las causas principales o desencadenantes que dan o dieron lugar a su origen, el potencial peligro futuro como también el impacto logrado por eventos anteriores catalogados como antiguos y/o actualmente estabilizados o reactivados, su intensidad y el o los daños causados; se tomaron en cuenta las características litológicas (tipos de rocas) y estructurales (fracturamiento, esquistosidad, buzamiento, etc.) y morfología del área puntual evaluada, así como los efectos antropogénicos que aceleran un determinado proceso.

La recopilación bibliográfica incluyó los principales estudios efectuados en el área, principalmente la base de datos existente, de la cual se extrajo la información concerniente al área de trabajo, incluyendo además datos de los estudios geodinámicos de las cuencas de los ríos Camaná-Majes y Sigüas-Vitor-Quilca (Fidel & Zavala INGEMMET, 1994; Fidel & Valenzuela, 1997), archivos de datos de INDECI y también datos de reportes periodísticos, algunos de los cuales fueron comprobados, ampliados in situ y/o eliminados de acuerdo a su veracidad. En esta parte se incluyen peligros climáticos, hidrológicos y sísmicos ocurridos en el área.

En el área se diferenciaron 11 tipos de peligros geológicos principales (incluyendo la inundación y dejando de lado los peligros volcánicos y sísmicos que se evalúan en un capítulo aparte).

Estos datos fueron inventariados y descritos en fichas, ingresados en una base de datos en EXCEL y transferidos al programa ACCESS, para ser fácilmente trabajados en el SIG. En cada archivo de un peligro se consigna entre los datos principales: tipo; fecha de

ocurrencia; causas; ubicación geográfica (departamento, provincia, distrito y paraje); coordenadas UTM (Datum WGS 1984), altitud; intensidad del peligro, cualificación del riesgo; observaciones; fuente de información.

Debido a las dimensiones del área cubierta en el presente estudio, se presenta el inventario de peligros geológicos en un mapa topográfico a escala 1:500 000, cuya base cartográfica fue tomada de las hojas fotogramétricas a la escala 1:100 000 del IGN, con su principal toponimia, poblaciones a nivel de distritos, hidrografía principal (ríos y lagunas) y curvas de nivel cada 1000 m; además se digitalizó la red vial departamental actualizada por el MTC a 1998 y ampliada con lo observado en el campo, ubicación de embalses y presas, puertos, minas principales en operación, etc. (Lámina N° 8)

Esto permitió representar gráficamente, cada peligro con un símbolo particular, de acuerdo al tipo de peligro y a la intensidad con que se manifiesta, y a la vez visualizar su relación de manejo de peligros con la infraestructura y asentamientos poblacionales que podrían ser afectados.

7.1 FACTORES PRINCIPALES CONDICIONANTES Y DESENCADENANTES QUE PROPICIAN LA OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS

En el análisis de la evaluación, así como de las medidas necesarias para evitar, corregir o mitigar los peligros geológicos existentes, descritos en el acápite anterior, es necesario analizar los factores que condicionan la estabilidad de los taludes y aquellos que se consideran desencadenantes de los movimientos.

La susceptibilidad, de que se produzcan en mayor o menor grado, estará condicionada por la estructura geológica, las características litológicas, condiciones hidrogeológicas y la morfología del área estudiada; una variación de alguna de estas condiciones, producida ya sea por causas naturales o factores antrópicos, produciría el desencadenamiento o inestabilidad de una masa de terreno.

Hay dos factores principales que se describen a continuación:

7.1.1 Factores Naturales

Se refiere a los agentes que integran la meteorización, erosión, así como fenómenos de carácter tectónico que influyen en la corteza terrestre.

Algunos dependen de su ubicación geográfica, con el predominio de unos u otros factores, ya sea de carácter climatológico, sismicidad o vulcanismo.

a) Agua

Es el agente natural de mayor incidencia como factor condicionante y desencadenante, presentándose en la naturaleza en forma de:

- Ríos y oleaje. - Según la intensidad de la corriente causan socavamiento en el pie de los taludes, disminuyendo o eliminando su soporte e incrementando a la vez el esfuerzo de corte en los materiales.

La acción de los ríos se incrementa durante las máximas avenidas, mientras que el fuerte oleaje contribuye al modelado de los acantilados costeros

- Aguas subterráneas. - Producen disolución y cambios físico-químicos en las rocas, afectando la resistencia de las mismas.

En regiones kársticas producen hundimiento de cavernas.

El agua de infiltración produce expansión y contracción de suelos, en períodos alternantes de lluvia (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.

- Lluvias. - Aumentan las subpresiones del terreno al infiltrarse por discontinuidades y grietas sobrecargándolo debido a su propio peso.

Absorción de agua por minerales arcillosos, en suelos cohesivos, produciendo el hinchamiento de los mismos.

- 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.

b) Sismicidad y vulcanismo

Factores desencadenantes de grandes deslizamientos, avalanchas, desprendimientos, flujos y movimientos complejos.

Deformaciones y movimientos de los terrenos, a lo largo de fallas o plegamientos, durante la ocurrencia de grandes sismos.

Licuefacción de suelos (arenas saturadas sin drenaje y arcillas).

Actividad volcánica o sismo-volcánico asociado, modifican laderas que forman sus conos y en los materiales depositados sobre ellos (coluvios, nieve o hielo).

c) Actividad biológica

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; contribuyen al drenaje absorbiendo parte del agua contenida en el suelo.

d) Subsistencia 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.

7.1.2 Actividad Antrópica

Principalmente relacionada a obras civiles y la minería; a veces son factores de mayor incidencia que los naturales.

- **Excavaciones:** Modificación de la estabilidad de taludes naturales y variación de su estado de equilibrio, creados por la construcción de carreteras, canales, etc.
- **Voladuras:** Las vibraciones producidas actúan como pequeños sismos, cuya consecuencia inmediata es la ampliación del fracturamiento preexistente en material rocoso, generando nuevas áreas potenciales de deslizamientos (obras civiles en general).
- **Sobrecargas:** Incremento del peso debido a diferentes tipos de construcciones sobre terrenos naturales inestables (rellenos y terraplenes).
- **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).
- **Aprovechamiento de recursos hídricos:** Irrigación de grandes áreas de cultivo en terrenos sumamente permeables.
Explotación de aguas subterráneas.

7.2 EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS DE REMOCIÓN EN MASA

En el inventario de peligros geológicos (de acuerdo a la terminología adoptada de la Clasificación de Inestabilidades de Taludes de VARNES), se han reconocido 190 desprendimientos (55 caídas de rocas, 124 derrumbes), 4 vuelcos, 52 deslizamientos, 165 flujos (2 flujos de lodo ocasionales, 14 huaycos periódicos, 80 huaycos ocasionales, 64 huaycos excepcionales y 5 reptaciones de suelos) y 34 tipos de movimiento complejos.

Asimismo se han reconocido otros peligros geológicos, no tipicados en la clasificación de VARNES; se inventariaron 11 arenamientos, 64 erosiones de ribera, 20 sectores afectados por erosión de laderas y 31 áreas con peligro de inundaciones.

En este contexto, a continuación se describen y evalúan las principales áreas afectadas por peligros geológicos.

7.2.1 Desprendimientos (Caída de rocas)

Las caídas o desprendimientos de rocas son fenómenos comunes que ocurren en el área, se encuentran asociados principalmente a inestabilidades de taludes rocosos, tanto de rocas metamórficas, intrusivas, volcánicas como sedimentarias, afectadas por fracturamientos paralelos al talud o planares, fracturamientos en cuña, esquistosidades o foliaciones paralelos a los taludes, etc.

La inestabilidad en muchos casos es provocada por taludes inadecuados efectuados en cortes de carreteras (Foto N° 17), como también taludes naturales en laderas de valles pronunciados, valles encañonados, laderas de volcanes, frentes de lavas o flujos piroclásticos, en donde se forman bloques inestables que caen por gravedad o por incentivación sísmica, muchas veces interrumpiendo o afectando el tránsito vehicular en las inmediaciones de áreas pobladas (Foto N° 18), terrenos de cultivos y algunas otras obras civiles de gran dimensión, como también en áreas despobladas.

En el cuadro N° 7.1 se incluyen las principales áreas afectadas por caída de rocas.

7.2.2 Desprendimientos de Rocas (Derrumbes)

Los desprendimientos que ocurren en masas de rocas fuertemente fracturadas, o en detritos o depósitos inconsolidados superficiales, se les agrupa dentro de los comúnmente denominados derrumbes.

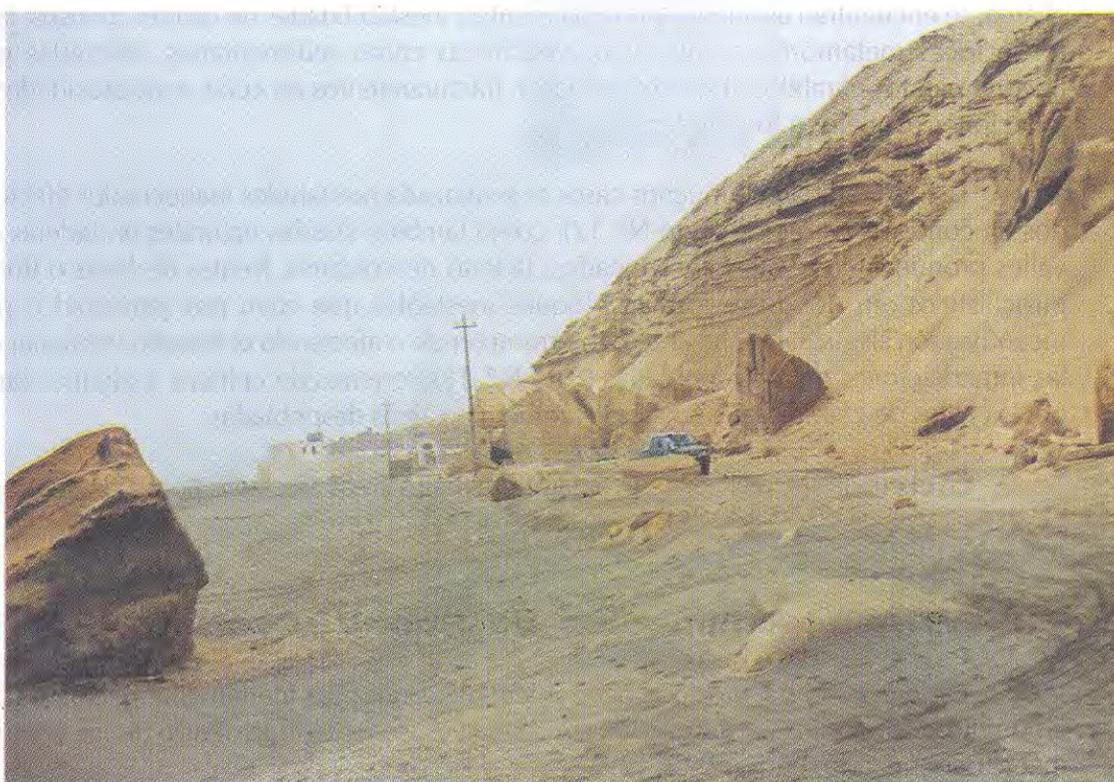
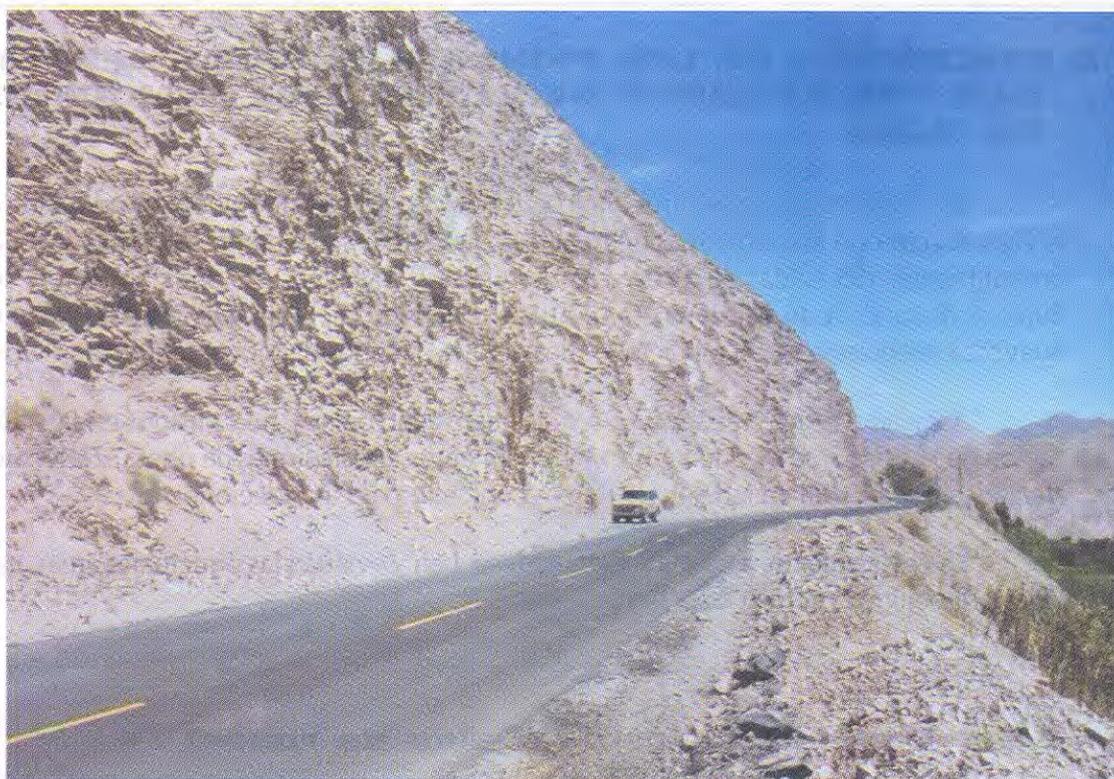


Foto N° 17 Dos ejemplos de caída de rocas: (vista superior) en taludes inestables en la carretera binacional, sector Torata; (vista inferior) tramo de carretera Camaná - Quilca, sector entre la playa Las Cuevas y Villa San Marino.

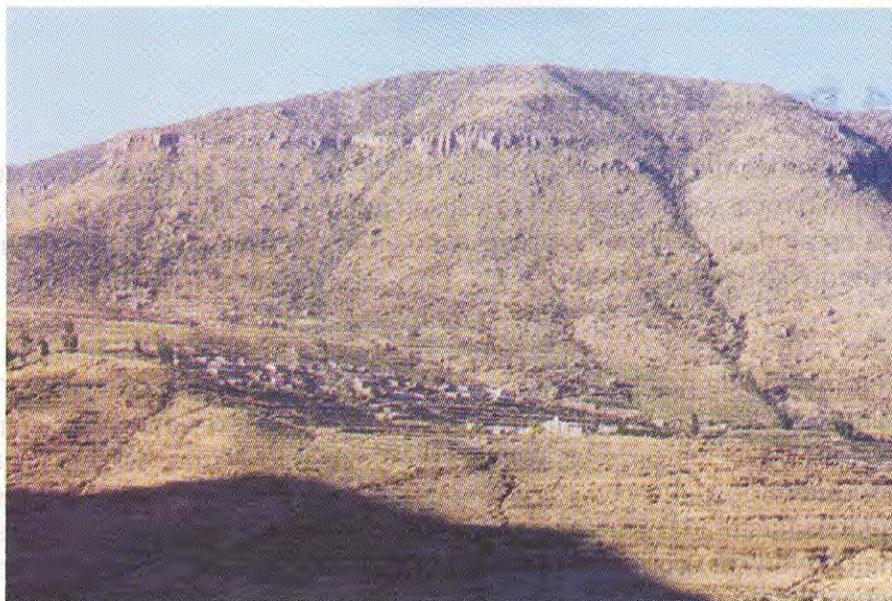
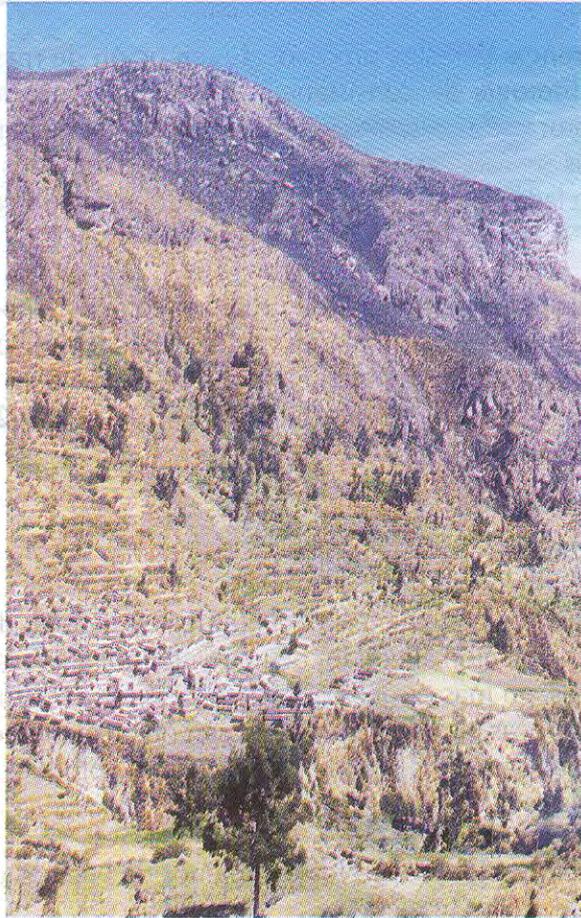


Foto N° 18 Ejemplo de dos vistas de áreas en peligro por caída de rocas por incentivación sísmica que afectan áreas pobladas y tierras de cultivo; sector del cerro Quequezane Cuchumbaya (vista superior) y en el cerro Buena Vista-Chuñuhuayo, frente a Puquina (vista inferior).

En la ocurrencia de estos procesos de remoción de masas intervienen factores litológicos como litología de consistencia, meteorización o alteración de las rocas, fracturamientos, saturación de suelos inconsolidados o medianamente consolidados por filtraciones de aguas de lluvia o por riego indiscriminado en terrenos agrícolas, socavamiento fluvial de la base de laderas o acantilados marinos, ausencia de vegetación o deforestación, etc.

Suelen ocurrir tanto en laderas de valles agrícolas con moderada a fuerte pendiente, zonas de terrazas aluviales, acantilados costeros, taludes de corte de carreteras y canales, y áreas pobladas. Los principales ejemplos de áreas afectadas por derrumbes se muestran en el Cuadro N° 7.2 y en las Fotos N° 19, 20, 21, 22, 23, 24 y 25.

7.2.3 Vuelcos

Los movimientos particulares, encontrados en el área, definidos como vuelcos, caracterizados por la rotación alrededor de un punto, por gravedad y fuerzas ejercidas de unidades adyacentes, en masas rocosas, están asociados a fracturamiento en estratos de rocas sedimentarias, rocas intrusivas y volcánicas, con buzamientos en contra del talud de corte de carretera mal diseñados (Foto N° 25), formando bloques inestables que terminan generando caídas de rocas.

A continuación se describen los fenómenos de vuelcos de bloques encontrados (Cuadro N° 7.3).

7.2.4 Deslizamientos

Los deslizamientos constituyen formas de remoción en masa en las que volúmenes de suelo o rocas, se desprenden y deslizan pendiente abajo, como una sola unidad (o en forma escalonada), en forma progresiva o en forma súbita, a lo largo de una o varias superficies de deslizamiento.

Las causas de su ocurrencia son variables, siendo principalmente, una de ellas, la puesta en marcha de grandes irrigaciones, algunas que datan de los años 70 (La Joya, Vitor, Santa Rita de Sigwas, San Isidro, San José), y otras más recientes y de gran magnitud como son las irrigaciones de las Pampas de Majes-Alto Sigwas; éstas han producido y están produciendo daños en los valles de Sigwas y Vitor, asociados a secuencias sedimentarias fracturadas y meteorizadas (lutitas, areniscas arcóscas y tufáceas), areniscas conglomerádicas, conglomerados y excasos niveles tobáceos) de las formaciones Moquegua y Sotillo.

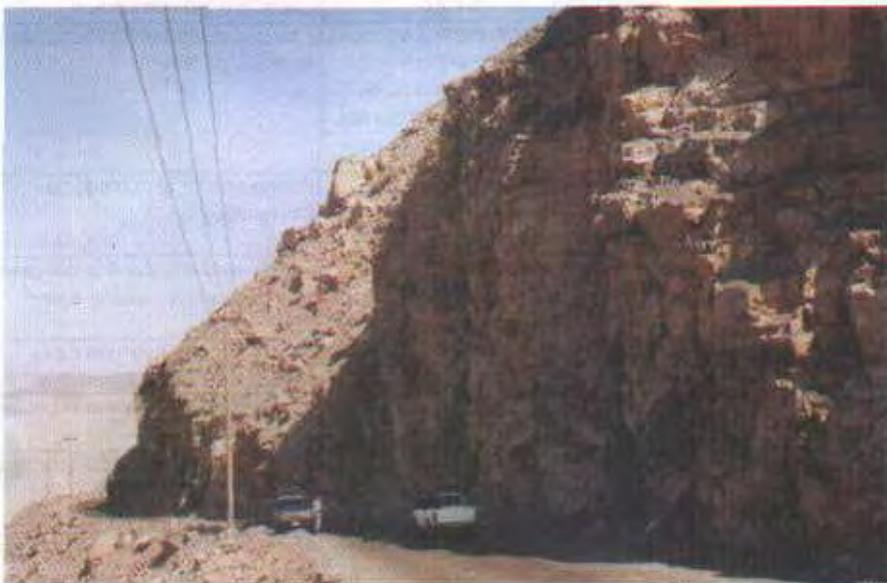
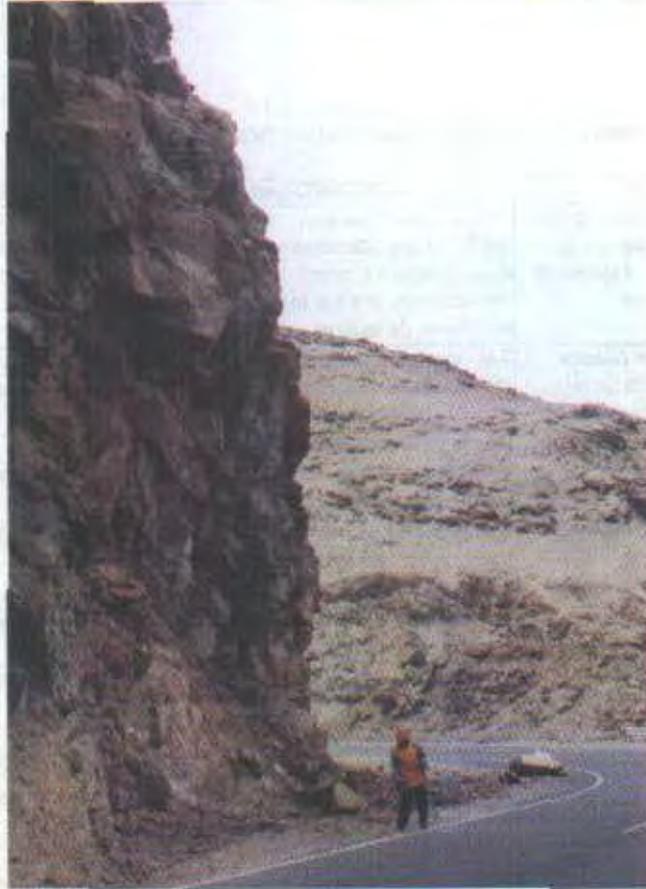


Foto N° 19 Zonas inestables por derrumbes en cortes de carretera en el sector de la Panamericana Sur entre Ocoña y La Planchada, en rocas metamórficas (vista superior) y en el sector entre Corire y Aplao, en rocas sedimentarias (vista inferior); en ambos casos las rocas están muy fracturadas.

Cuadro N° 7.1
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR CAÍDAS DE ROCAS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS POTENCIALES
Valle del río Chill: sectores del volcán Misti, Quishuarani, la Chillina, Cerro Jayo, Mollebaya Grande y Variante de Uchumayo.	Rocas volcánicas muy fracturadas y alteradas que dejan bloques sueltos, inestables; y una fuerte pendiente de laderas; sismos.	Daños a la C.H. de Charcani, represamiento del río Chill, terrenos de cultivo, tránsito carretero, vía de ferrocarril y algunas viviendas rurales.
Carretera binacional (Sector Moquegua-Torata-Peaje Cuellar)	Taludes de corte inestables y/o inadecuados en carretera.	Afecta tramo carretero por sectores. Zona inestable con sismos fuertes
Km 11 y km 22 de la carretera Omate- Puquina	Rocas sedimentarias (Grupo Yura) muy fracturadas con buzamiento fuerte.	Afecta tráfico en tramo carretero. Zonas inestables por sectores.
Sector Puente El Fiscal	Rocas intrusivas muy fracturadas; taludes inestables en cortes de carretera.	Afecta tramo de la Carretera Panamericana Sur.
Sector Paso de Los Vientos	Lavas en bloques muy fracturadas; sismos.	Afecta tramo de carretera Tacna-Mazo Cruz-llave.
Sector La Virgen y entre Playa Las Cuevas - San Marino	Secuencias de la Formación Camaná con restos de conchas, semicompactas, fracturadas.	Afecta trocha carrozable Camaná - Quilca.
Sector El Túnel	Esquistosidad paralela al talud de fuerte pendiente y fracturamiento en rocas metamórficas.	Afecta tramo de la carretera San Gregorio - Los Molles.
Km 40 carretera desvío a Matarani.	Rocas metamórficas con fracturamiento en cuña.	Afecta varios sectores de este tramo; peligro con sismos.
Sector La Capilla y entre La Cosayo y La Ophelia (valle de Vitor)	Fracturamiento intenso en rocas sedimentarias de la Formación Moquegua; inconsistencia de rocas conglomerádicas; sismos.	Afecta a viviendas rurales ubicadas en el pie de laderas.
Sector Lucila (valle Sigua)		
Sector de Cuchumbaya (C° Quequezane)	Frentes de lavas escarpadas, muy fracturadas. Fuertes sismos.	Podría afectar al poblado de Cuchumbaya.
Cerro Buena Vista (Sector Chufuahuayo - frente a Puquina)	Rocas piroclásticas muy fracturadas, escarpas sub verticales; vibraciones sísmicas.	Podría afectar viviendas del caserío de Chufuahuayo; afectar tramo carretero.
Sector de Pizacoma	Grandes bloques sueltos	Podría afectar viviendas de la localidad de Pizacoma.
Cerros Carón, Jatasata, San Francisco, Huaco		Afecta trocha de acceso al poblado de Choleta
Sector Pomata (cerro Calvario)	Rocas volcánicas lávicas fracturadas con escarpas sub verticales.	Caída de bloques afecta sectores del poblado de Pomata.
C° Bartolomé (Juli)	Inadecuado corte en talud con rocas muy fracturadas y fuerte pendiente.	Afecta trocha de acceso a torres de radio y TV.

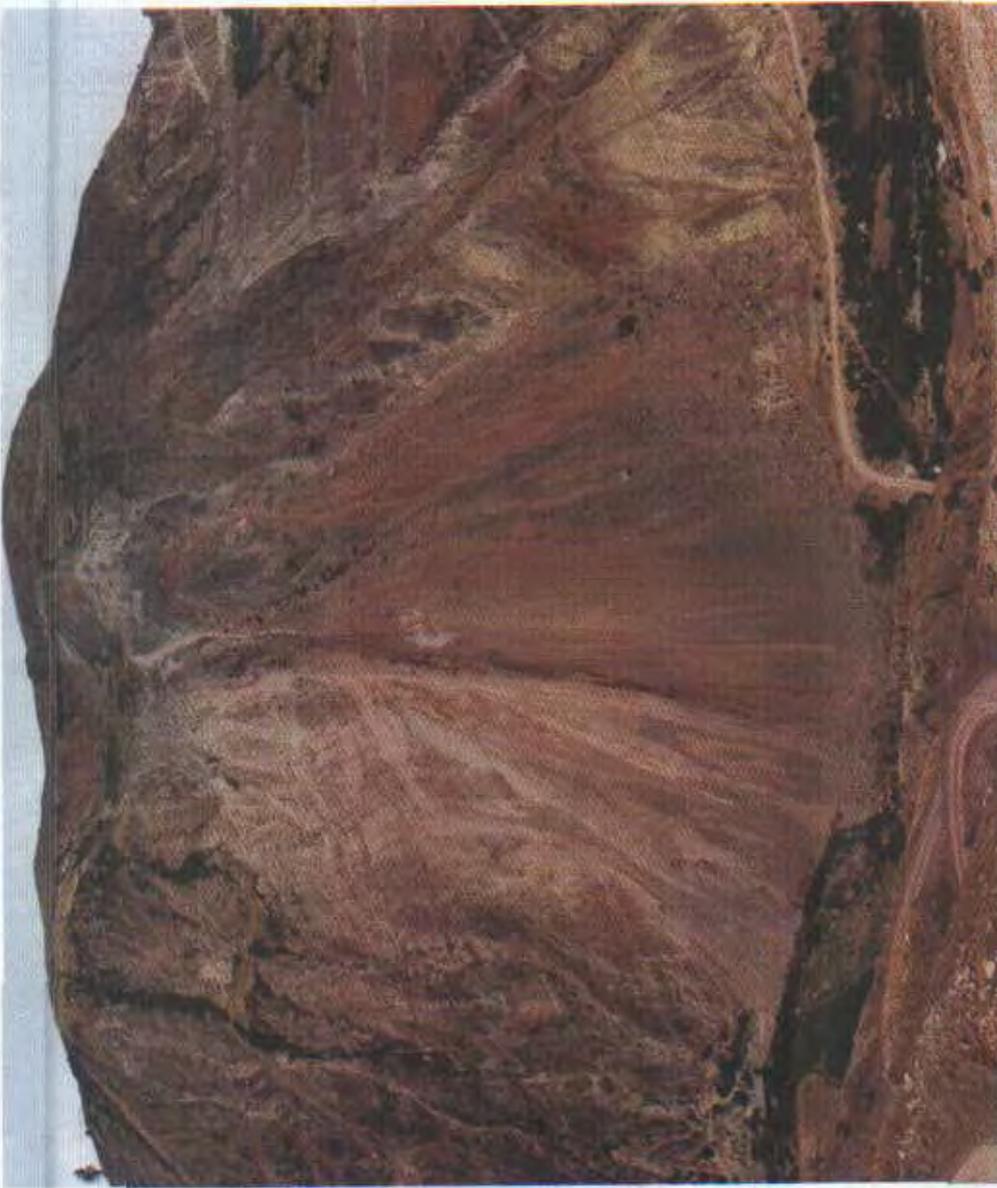


Foto N° 20 Vista del derrumbe del pie de San Basilio, que afectan un tramo de la carretera Huanca-Lluta, puente País Vasco; nótese las filtraciones de agua existentes, la naturaleza de las rocas sedimentarias muy fracturadas y alteradas (Grupo Yura) en ladera de fuerte pendiente. Zona crítica.

Cuadro N° 7.2
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR DERRUMBES

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS OCASIONADOS
EN TALUDES INESTABLES DE CORTES DE CARRETERA		
Km 756+700 al 764+500; Km 701-705; Km 770-774; (entre Ocofia - La Planchada - Atico)	Fuerte fracturamiento en rocas metamórficas; taludes inestables con fracturas en cuña y planares. Zona crítica.	Afecta por sectores la Panamericana Sur.
Cerro de Arena	Depósitos eólicos inconsolidados; fuerte pendiente de talud.	Afecta Panam. Sur (Tramos: 730-731 y 732+500- 734+000)
Derrumbe al pie de San Basilio	Intenso fracturamiento en rocas del Grupo Yura; filtraciones de agua; fuerte pendiente de ladera. Zona con potencial de derrumbe.	Afecta tramo de carretera Huanca-Liuta, puente Pais Vasco.
Km 28 Omate - Quinistaquillas	Taludes inestables con lluvias, compuestos por depósitos proluviales; fuerte pendiente.	Afecta tramo de carretera afirmada.
Km 22 Omate - Puquina	Taludes de corte inadecuados en rocas lutáceas con niveles carbonosos (Grupo Yura); fuerte pendiente; lluvias; sismos. Fracturamientos planares y en cuña.	Afecta tramo de carretera en período de lluvias.
Entre Lloque y Lucco		
Entre Ubinas y Tonohoya; Km 5+200, 14, 15 y 16 desvío a Ubinas.	Depósitos de lahares y flujos piroclásticos poco consolidados con taludes inadecuados, saturación con aguas de lluvia.	Afecta la trocha carrozable por sectores en los tramos indicados.
Cerca de Pampata, Naspas, frente a C° Soto, Paloán, cerca de Palo Parado y entre Torán y Sahuani (Valle Camaná).	Rocas metamórficas e intrusivas del Complejo Basal con fuerte fracturamiento en cuña, esquis- toicidad planar; fuerte talud; zona crítica con sismos.	Afecta la trocha carrozable de Camaná-San Gregorio-Los Molles; puede comprometer terrenos de cultivo
Toco (Valle superior del río Curibaya)	Taludes inestables e inadecuados en rocas volcánicas y depósitos coluviales.	Afecta trocha carrozable entre Toco Chico y Toco Grande
Entre el Km 112-112+500 y 116-117+000 de la carretera Tacha - Mazo Cruz - llave.	Corte cerrado en depósitos coluviales y flujos de lavas muy fracturadas; sismos; lluvias.	Afecta la carretera por sectores.
Torrini	Rocas volcánicas muy alteradas y fracturadas a favor del talud; taludes de 70°.	El 15-02-98 destruyó un tractor que efectuaba limpieza.
Patapatani (cerca de Candarave)	Filtraciones por aguas de regadío; rocas muy fracturadas.	Afecta tramo de carretera Candarave-binacional.
INESTABILIDAD DE LASERAS DE VALLES		
Valle del río Chill	Intenso fracturamiento en rocas intrusivas (planares y en cuña); fuerte pendiente. Zona crítica con sismos.	Podría represar río Chill; afectar trocha La Joya-Pozo Blanco-Quehuarani, ventana de túnel de conducción de canal La Joya, terrenos de cultivo
Aguas arriba de Charcani	Rocas volcánicas muy fracturadas; sismos.	Podría represar el río Chill.

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
Mollebaya Grande y Mollebaya Chico	Tobas muy fracturadas en ambos márgenes del río Chill.	Puede afectar viviendas rurales y terrenos de cultivo.
Recodo Cerro y entre Pitis y Pedregal (valle Majes).	Fracturamiento en rocas de la Formación Moquegua (conglomerados, areniscas y niveles de tobas); taludes subverticales.	Afecta trocha carrozable, entre Pitis-Pedregal y Huancarqui.
Pueblo Nuevo-Vitor, Valencia Grande, Sector Mococho, La Cano, La Capilla, La Ophela y cerca de Puente Siguan		Afecta trocha carrozable, terrenos de cultivo, granjas y algunas viviendas de asentamiento humano, y Km 917+500 de la Panam. Sur.
Ilabaya (Margen izquierda del río Locumba)		Taludes verticales; ha afectado terrenos de cultivo.
Mamas, Querulpa Grande, frente a Santo Domingo y El Dique, entre Morro y Punta Colorada	Areniscas, cuarcitas, lutitas carbonosas muy fracturadas (Grupo Yura); buzamiento a favor del talud.	Afecta carretera Aplao-Corire, algunas viviendas rústicas, terrenos de cultivo.
Sector Sotillo (valle de Vitor)	Conglomerados aluviales sobre limolitas rojas fracturadas de la Fm. Sotillo; incentivación sísmica.	Puede afectar viviendas del sector Sotillo.
Sector hacienda El Medio	Capas sedimentarias de la Fm. Camaná, poco litificadas, fuerte pendiente; peligro con sismos.	Compromete viviendas de los PP.JJ. de Camaná pegados a los cerros.
Puerto Matarani	Suelos proluvio-aluviales fracturados sobre de substrato metamórfico fracturado hacia el talud.	Compromete muelle artesanal de pescadores de Matarani y carretera de acceso.
Km 17 Matarani-Mollendo-Mejía	Taludes subverticales; fracturas paralelas al talud; suelos gravo-arenosos pleistocénicos con sales y caliche; filtraciones de irrigación de la parte superior.	Línea de costa antigua; afecta terrenos de cultivo de la pampa superior.
SOCAVAMIENTO Y EROSIÓN FLUVIAL		
Yojo (río Carumas)	Erosión de la base de ladera en depósitos proluviales. Peligro potencial.	Afecta el caserío de Yojo y terrenos de cultivo.
Sector Caraquen (río Tambo)	Terrazas aluviales socavadas en su base; aumento de caudal del río Tambo en avenidas.	Afecta terrenos de cultivo en margen izquierda.
Tonohoya	Erosión del río Ubina en terrazas compuestas por antiguos lahares	Puede comprometer en un futuro pueblo de Tonohoya.
Tassa	Erosión del pie del talud y filtraciones de aguas de riego indiscriminado; lluvias estacionales.	Compromete terrenos de cultivo, trocha Tassa-Yunga y viviendas del sector Tassa.
Frente a Tonohoya	Erosión fluvial en el pie y erosión de laderas.	Afecta terrenos de cultivo; podría represar río Ubina.
Frente a La Ophela (valle de Vitor)	Socavamiento en la margen izquierda del río Vitor; secuencias de la Fm. Moquegua fracturadas.	Puede represar río Vitor y desviar aguas a margen derecha afectando cultivos.
Sector El Alto y Punta El Chural	Fracturamiento de rocas paralelo al talud y socavamiento de la base de acantilados costeros.	Afecta trocha Camaná-Quilca; anteriormente fue destruido parte del túnel, por sismo fuerte.

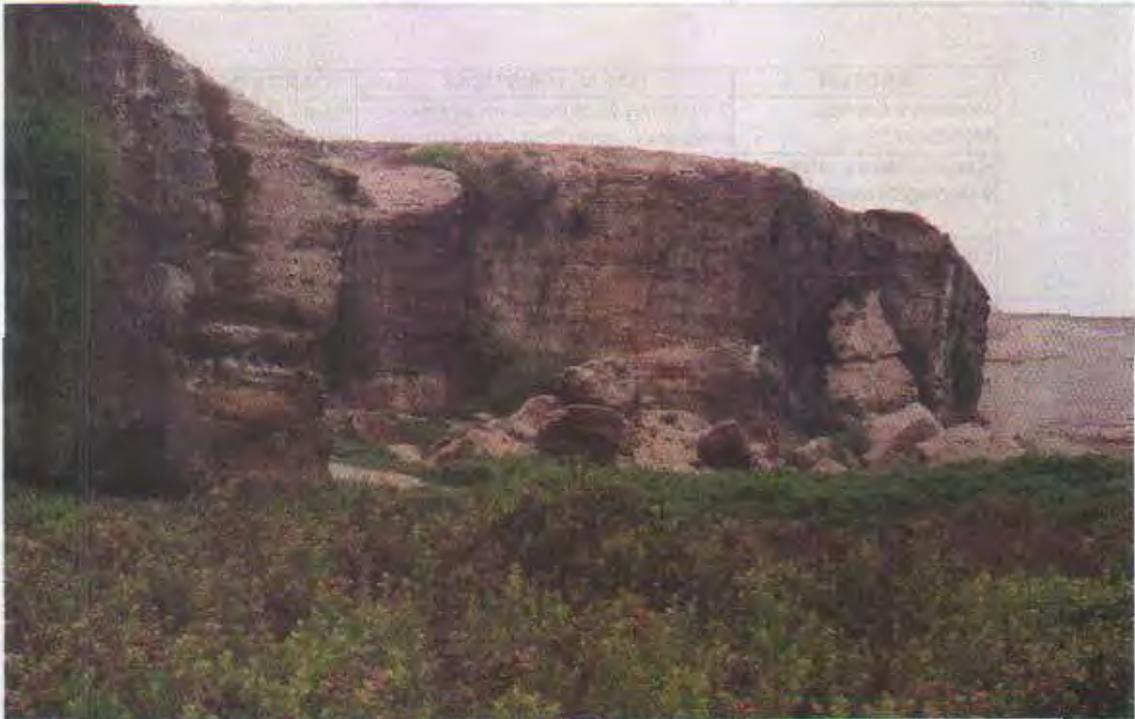


Foto N° 21 Ejemplo de un derrumbe en depósitos no consolidados, acelerado por la irrigación de terrenos en la parte superior; sector entre Mollendo y Mejía.



Foto N° 22 Sector de Yojo, valle de Carumas, asentado sobre terrenos de la avalancha de escombros del Ticsani antiguo, que está siendo afectada por derrumbes comprometiendo terrenos de cultivo y al poblado mismo.



Foto N° 23 Vista de una zona de derrumbes que afectan el tramo de la carretera Ubinas-San Miguel-Huarina, comprometen materiales piroclásticos del Ubinas; saturación por filtraciones de aguas de riego y de lluvias. Zona inestable.

**Cuadro N° 7.3
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR VUELCO**

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS ORIGINADOS
Cerca de El Fiscal	Talud de carretera con 72° de pendiente (contra el talud) en rocas intrusivas fracturadas en la misma dirección e inclinación.	Afecta tramo de carretera El Fiscal-Chucarapi-Cocachacra.
Km 43+000 al 49+500 carretera Tacna - Palca.	Rocas intrusivas fracturadas en forma planar y en cuña. Vuelco de bloques.	Afecta tramo de carretera
2 Km aguas abajo de quebrada Chilcane.	Calizas fracturadas (planar y en cuña) que forman bloques sueltos y estratos plegados buzando contra el talud.	Afecta tramo de carretera Yura-Huanca.
Margen derecha del río Curibaya	Fracturamiento en rocas volcánicas.	Afecta terrenos de cultivo y vía campezable a Curibaya.

Algunos se han originado por inestabilidades de laderas de valles, creadas al modificar los taludes naturales en diferentes tipos de substrato rocoso (volcánicos, sedimentarios) y de depósitos inconsolidados superficiales, al construir cortes de carreteras y/o también por mal uso de aguas de riego, reactivando algunos antiguos deslizamientos o creando nuevas zonas inestables.

De acuerdo a la clasificación de VARNES, dentro del área de estudio, se han encontrado 51 deslizamientos: 08 rotacionales, 39 traslacionales y 03 pandeos. Las características de los principales deslizamientos se resumen en el Cuadro N° 7.4, y ejemplos de ellos en las Fotos N° 27, 28, 29, 30.

7.2.5 Flujos

En el análisis de los peligros por flujos se han tomado en cuenta, de acuerdo a su ocurrencia en el área, los siguientes procesos: flujos de lodo (mud flows), huaycos (debrice flow) y reptación de suelos (soil creep)

a) Peligros por flujos de lodo

Su ocurrencia dentro del área no es frecuente y sólo se han encontrado dos áreas con presencia de flujos de lodo a modo de chorreras confinados a pequeñas quebradas (Fotos N° 31 y 32) con pendientes pronunciadas, que afectan el paso vehicular en período de lluvias (Cuadro N° 7.5).



Foto N° 24 Derrumbes provocados por socavamiento en terrazas aluviales (sector Caraquén - La Pascana; margen izquierda del río Tambo), que afectan terrenos de cultivo.



Foto N° 25 Derrumbes en el sector de El Alto (entre Camaná y Quilca), provocado por socavamiento marino en rocas sedimentarias fracturadas de la Fm. Camaná.

Cuadro N° 7.4
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR DESLIZAMIENTOS

SECTOR	CAUSAS	EFFECTOS
OCASIONADOS POR LAS GRANDES IRRIGACIONES		
San Juan de Sigwas	Filtraciones de las irrigaciones de El Alto y Alto Sigwas; Deslizamiento rotacional con escarpa de 300 m de largo en la corona principal y material removido son saltos y agrietamientos en la masa caída; agrietamientos en la terraza inferior. Zona crítica.	Afectó trocha carrozable La Ramada-Alto Sigwas, una vivienda y terrenos de cultivo en la parte inferior.
Las Tinajeras (frente a Pachaqui)	Posibles filtraciones por rotura del canal de Santa Rita de Sigwas; capas diferenciales de la Fm. Moquegua con presencia de niveles tobáceos. Deslizamiento traslacional.	Puede afectar áreas de cultivo y represar el río Sigwas.
INESTABILIDAD EN LADERAS DE VALLES		
San Basilio (Huanca)	Ladera compuesta por materiales aluvio-proluviales afectados por mal uso de aguas de riego; filtraciones. Tipo traslacional.	Reactivaciones afectan terrenos de cultivo.
Felda del cerro Lluramoco (Lluta)	Fuerte pendiente del terreno; rocas fracturadas y material de cobertura coluvial; agrietamientos. Deslizamiento traslacional.	Afecta terrenos de cultivo y una vivienda rural y carretera Huanca-Lluta; puede represar quebrada.
Deslizamientos frente a Hembra y frente a Caimán y Tohata (valle de Puquina).	Pendiente de laderas; ausencia de vegetación; suelos superficiales de baja cohesión; precipitaciones pluviales y posibles filtraciones de canal en la parte superior. Deslizamientos traslacionales; varias escarpas.	Afecta terrenos de cultivo y caminos de herradura.
Sector Huiturca y aguas arriba de quebrada Hualgayoc (valle del río Lluta)	Lluvias excepcionales (Niño 1982-83); filtraciones de aguas de riego; suelos coluviales en ladera de fuerte pendiente; erosión en el pie del talud. Agrietamientos y asentamientos de terreno. Deslizamientos tipo traslacionales.	Afectó terrenos de cultivo y caminos de herradura. El sector de Huiturca reactivado en cuerpo de deslizamiento antiguo de mayor magnitud.
Amayana (Valle del río Carumas)	Suelos coluviales no cohesivos saturados por lluvias copiosas y/o filtraciones de aguas de riego; laderas estructurales de fuerte pendiente. Deslizamiento traslacional.	Afectó terrenos de cultivo, canal de riego y una vivienda en mayo del 2000. Represó río Carumas.
Cotapampa (Valle del río Carumas)	Filtraciones de reservorio y aguas de riego; socavamiento de la base de suelos coluvio-proluviales. Agrietamientos y escarpas; tipo traslacional.	Afectan principalmente a terrenos de cultivo.
Tintilaca y Cuallani (valle del río Carumas)	Pendiente de ladera; depósitos coluviales; filtraciones de aguas de riego. Tipo traslacional.	
Anascapa (valle del río Ubina)	Saturación de suelos gravosílicos proluviales y poco cohesivos; filtraciones por mal uso de aguas de riego; pendiente pronunciada; varias escarpas.	Reactivación de deslizamiento traslacional que afecta terrenos de cultivo.
Tonohoya (Valle del río Ubina)	Depósitos de lahares poco cohesivos; filtraciones y fuertes lluvias; erosión de laderas de fuerte pendiente. Se observan dos escarpas mayores.	Afectó terrenos de cultivo. Actualmente estable.

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
Sector Incahuichi Ucho y Huasapampa (margen izquierda quebrada Yunga)	Depósitos coluvio-proluviales poco cohesivos saturados por aguas de lluvias y filtraciones; cuerpo de deslizamiento antiguo reactivado con escarpas y asentamientos tipo traslacionales.	Afecta terrenos de cultivo en andenería inca, camino inca y puente colgante.
C° Cahuara (río Tambo)	Reactivación de deslizamiento traslacional por mal uso de aguas de regadío; suelo coluvial y substrato rocoso sedimentario en ladera con fuerte pendiente (Gpo.Yura).	Afecta tramo de carretera Tassa - Yunga y terrenos de cultivo en margen derecha del río Tambo.
Ollinto (río Coralaque)	Erosión en pie de ladera compuesta por suelos coluvio-deluviales; desembalse gradual de laguna Coralaque y pérdida de cohesión por presión de poros.	Afecta terrenos de cultivo.
Patapatani (río Callazas)	Filtraciones de aguas de riego en depósitos coluviales; ladera con pendiente pronunciada	Afecta terrenos de cultivo.
EN CORTES DE CARRETERA		
Deslizamientos de Cruz del Siglo y de Torata (carretera binacional)	Inestabilidad por corte de carretera de fuerte pendiente; filtraciones de aguas de regadío; cuerpo de deslizamiento antiguo reactivado; varias escarpas. Tipo traslacionales.	Afecta tramo de la carretera binacional cerca de Torata km 123 al 124, canal de regadío; podría afectar algunas viviendas en la parte inferior.
Sector Santa Rosa (carretera binacional)	Filtraciones de agua en depósitos coluviales y flujos piroclásticos, falta de estructuras de drenaje; escarpas semi circulares.	Afectó carretera Ilo-Desaguadero (mayo 2000); en agosto del 2000 se han construido drenes y rehabilitado la pista.
PANDEOS (DESLIZAMIENTOS PLANARES)		
Frente a Sonay (valle de Camaná)	Esquistosidad en rocas metamórficas paralelo al talud de fuerte pendiente; fracturamiento opuesto; deslizamiento en lozas o planar.	Afecta 800 metros de tramo de trocha carrozable San Gregorio - Socso
Carretera Huacullani-Pomata	Capas de areniscas con buzamiento de 45°-50° a favor del talud; deslizamiento planar.	Afecta tramo pequeño de carretera afirmada.

**Cuadro N° 7.5
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR FLUJOS DE LODO**

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
Km 22 a 23 de la carretera Omate-Puquina	Chorreras de corto recorrido en laderas de fuerte pendiente, con aporte de material fino plástico.	Interrumpen tráfico carretero en período de lluvias.
Paso de Los Vientos	Chorreras producto de deshielos y lluvias estacionales que arrastran material fino.	Interrumpen tránsito en km 103+900 al 108+200 carretera Tacna- Collpa.

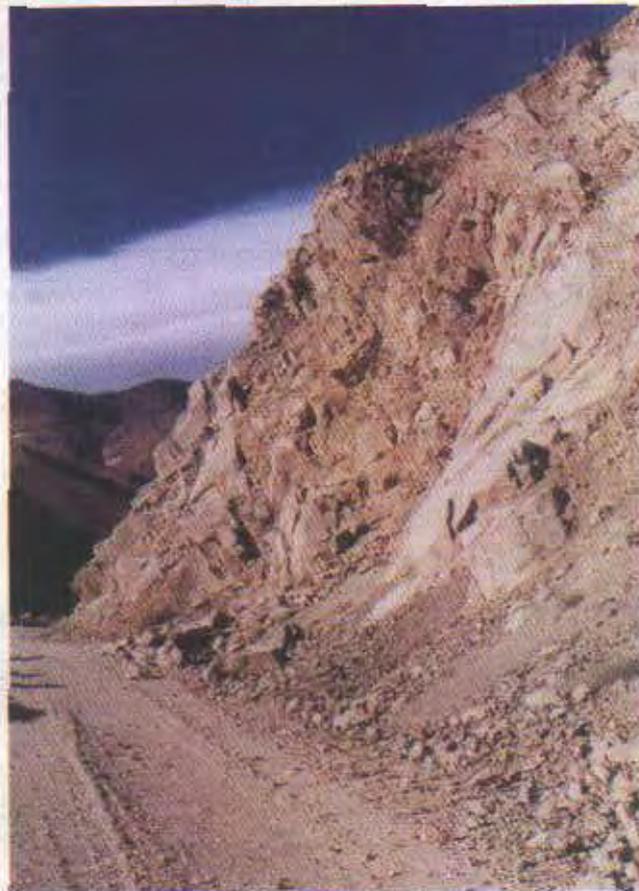


Foto N° 26 Dos áreas en taludes de corte de carretera con típico peligro por vuelcos. En la vista superior, tramo de carretera El Fiscal - Chucarapi, y en la vista inferior en el km 43 al 49 carretera Tacna - Palca.



Foto N° 27 Dos vistas del deslizamiento de Amayane (valle de Carumas) de tipo traslacional, en forma de "chullo" tomadas en mayo (arriba) y agosto (abajo) del año 2000, donde se observan cambios en el terreno y escarpas nuevas, indicando que el movimiento está latente y la zona se sigue deslizando progresivamente. Ha afectado terrenos de cultivo, canal de regadío y recientemente en abril/mayo de este año una vivienda; también represó parcialmente el río Carumas.

b) Peligro por huaycos

A diferencia de los flujos de lodo, su ocurrencia es muy frecuente habiéndose inventariado 158 sectores con ocurrencia de huaycos.

Ocurren tanto en quebradas confinadas en laderas de valles intramontanos, de moderada a fuerte pendiente que presentan lluvias estacionales a excepcionales, quebradas secas con pendientes moderadas a suaves que cortan pampas costaneras con lluvias excepcionales, los cuales afectan áreas de cultivo, carreteras y asentamientos poblacionales.

De acuerdo a la frecuencia de ocurrencia se han clasificado los huaycos en: periódicos (17), ocasionales (76) y excepcionales (65), describiéndose a continuación los más importantes (Cuadro N° 7.6).

Los huaycos periódicos son los que ocurren y repiten con mayor frecuencia y causan daños continuos, los huaycos ocasionales pueden o no generarse con lluvias estacionales y su frecuencia es menor, mientras que los excepcionales tienen un período de retorno mayor y están relacionados a variaciones climáticas importantes (Niños excepcionales) causando daños severos. Su ocurrencia es independientemente de la altitud, presentándose tanto en la costa como en el sector alto andino (Fotos N° 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41 y 42).

c) Peligro por reptación de suelos

Son desplazamientos muy lentos que involucran zonas superficiales del suelo y detritos finos, originados por cambios de volumen de los materiales por variación de la temperatura o humedad, etc. y donde interviene la gravedad.

Sucedan en terrenos de áreas altoandinas, donde predominan oconales o zonas de filtraciones de aguas, generalmente por encima de los 3 600 msnm, en laderas con pendientes desde suaves, moderadas a fuertes.

Se ha identificado su ocurrencia, dentro del área en varios sectores, principalmente en terrenos eriazos, despoblados o sin cultivar no implicando peligro o daño alguno, así como también, en menor proporción, en laderas naturales donde afectan carreteras y terrenos de cultivo (Foto N° 42).

En el Cuadro N° 7.7 se presentan las principales zonas con reptación de suelos.



Foto N° 28 Deslizamiento frente a Caimán (valle de Puquina), de tipo traslacional que afectó terrenos, caminos de herradura, canal en ladera con moderada pendiente; su reactivación podría represar el río Puquina.



Foto N° 29 Deslizamiento Las Tinajeras frente a Pachaqui (valle del río Sigwas), provocado por filtraciones de aguas del canal de irrigación Santa Rita de Sigwas. La evolución del proceso podría generar movimientos complejos (deslizamiento traslacional y flujo a la vez), represando el río y afectando terrenos de cultivo.

Cuadro N° 7.6
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR HUAYCOS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
HUAYCOS PERIODICOS		
Yanahuara y Totorani (frente a Ichuña)	Lluvias estacionales y periódicas en cabecera de moderada pendiente; erosión de laderas que provee materiales.	Afectó poblados de Yanahuara, Totorani y Totoral en diciembre de 1994 (04 viviendas), canales de regadío tramo de carretera de acceso de estos pueblos a Ichuña y plantaciones de cebada.
Río Queñamichi (puente Chilligua), quebrada del cerro Janco Collo, quebrada Oruma y sector Curucuruni.	Lluvias estacionales del verano arrastran material proveniente de erosión de laderas.	Afecta tramo de carretera llave-Mazo Cruz y puente Chilligua.
Río Sacuaya o Volcanmayo, río Ubina, río Para y quebrada Chuza.	Lluvias estacionales y periódicas, que erosionan laderas y arrastran material disponible en cabeceras; fuerte pendiente, varios tributarios que confluyen aguas abajo; amplia cuenca de recepción.	Afectan trocha de acceso a Ubina, trocha Ubina-Tonohoya-San Miguel-Huarina en varios sectores.
Quebrada Lisera (Taya)	Lluvias estacionales en cuenca de recepción amplia con material disponible.	Afecta tramo carretera de acceso al caserío de Taya.
Quebrada Pincu Huayco (cerca a Coralque)	Desvía aguas de río Coralque hacia margen derecha.	Provoca erosión en margen derecha de río Coralque.
Exchage	Lluvias estacionales y periódicas activan quebrada con gran área de captación y fuerte pendiente.	Se han construido defensas en la parte inferior que protegen poblado de Exchage.
Quebrada Opon	Cauce amplio de quebrada con abundante material disponible de arrastre; lluvias estacionales y periódicas.	Compromete carretera recién construida a Chojata y represa río Coralque afectando puente Coralque.
HUAYCOS OCASIONALES		
Torrenteras de Paucarpata, Melgar, Miraflores, San Lázaro, Zamácola, El Peral, Independencia (Arequipa).	Lluvias estacionales a excepcionales.	Afectan áreas urbanas de la ciudad de Arequipa, ubicadas en cauce de las torrenteras o quebradas.
Carretera entre Anascapa - Matalaque - Tomaque.	Quebradas pequeñas que se activan con fuertes lluvias estacionales.	Afectan por sectores tramos de la carretera Anascapa-Matalaque.
Entre Ichuña y Antahagua.	Varias quebradas en margen izquierda del río Tambo que se activan con lluvias estacionales fuertes.	Afecta tramo de carretera y terrenos de cultivo en los sectores de Palca, Miraflores y Santa Cruz de Oyo Oyo.
Carretera entre Omate - Quinistaquillas.	Tres quebradas que se activan con fuertes lluvias estacionales.	Afecta tramos de 60 m, 80 m y 50 m respectivamente en km 24, 25 y 31.
Sector Coalaque.	Quebradas Coalaque, Aguada Buena y Cintura de Mono.	Dos puentes destruidos, varios kilómetros de carretera afectados y 20 ha de cultivo enterrados.
Sector El Juncal.	Confluencia de los ríos Kelly y Yuramayo; gran cuenca de recepción y material disponible.	Se observa restos de antiguo puente destruido, recién rehabilitado; podría afectar poblado de Juncal, si se rompe aguas arriba y desborda en margen izquierda.
Río Tacacorane y otra quebrada menor.	Dos huaycos con lodo y piedras que se activan en quebradas de fuerte pendiente.	Afecta trocha carrozable entre Juncal y Mina Esquilache.
HUAYCOS EXCEPCIONALES		
Socso (quebrada Los Molles).	Abundante material en quebradas de cauce amplio y pendiente suave, que se activan con lluvias excepcionales (valle de Camaná-Majes).	Afecta terrenos de cultivo, canal de irrigación, trocha carrozable y parte del poblado de Socso.
Pedregal (quebrada Sicera).		Afecta parte del poblado de Pedregal, terrenos de cultivo, establos y trocha carrozable a Sicera y a Huancargui.
Cosos (quebrada de Cosos).		Baden insuficiente; afecta carretera asfaltada Aplao-Chuquibamba y Cotahuasi.
Caracharma (valle de Sigwas).	Quebrada de pendiente suave que se activa con lluvias excepcionales.	Puede afectar el acueducto del canal de conducción de la C.H. de Quilcapampa.
Torata.	Fuentes lluvias en Niño excepcional de 1997-98.	Afectó viviendas en margen izquierda y terrenos de cultivo aguas abajo.
Paralake.		Afectó terrenos de cultivo y algunas viviendas (4 familias) aguas abajo. Se ha efectuado limpieza de cauce de quebrada.
Ancocirca (margen derecha del río Curibaya).	Lluvias excepcionales Niño 1998.	Afectó al pueblo de Ancocirca e instalaciones de la CC. HH. Aricota N° 2.
Quebrada Colocaya.		Destruyó 12 viviendas, animales y hubo un muerto; muro de defensa fue destruido.

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS OCASIONADOS
Mirave.	Lluvias excepcionales en 1995.	Afectó terrenos de cultivo y trocha carrozable; muerte de ganado.
Entre Alico y Cerro de Arena (quebradas: Toro, Los Chamas, etc).	Lluvias excepcionales activaron quebradas de corto recorrido y fuerte pendiente; abundante material en su cauce.	20 huaycos grandes y 8 menores bloquearon Panamericana Sur km 705+000 a 725+000.
Quebrada Molle (Lluta)	Lluvias excepcionales en 1995.	25 familias damnificadas.
Quebrada Huaylla Viejo y Chilcane.	Lluvias excepcionales; gran cuenca de recepción con varios tributarios; erosión de laderas.	Se observa que anteriormente ya afectó a la carretera Yura-Huanca, erosionando en margen derecha.
Cuesta de Pachas y quebrada Jaguay Grande.	Lluvias excepcionales, arrastran gran material de laderas desprovistas de vegetación (margen izquierda del río Tambo).	Afecta tramo de carretera Moquegua-Omate.
Quebrada de Pachas		Puede represar el río Tambo.
Carretera Mollendo - Ilo (Sector Amequinto, Qda, Yaraona y Del Medio y otras).	Varias quebradas que se activan con lluvias excepcionales.	Afectan tramos de carretera en construcción donde se están construyendo alcantarillas.
Bajada cerro Gallinazos.	Dos a tres quebradas que confluyen en este sector; erosión de laderas en sus cabeceras.	Afectan km 45+500 a 53+000 carretera alterna a Curibaya y Aricota.
Cerro Alto Poquera (margen derecha del río Curibaya).	Desprendimientos de rocas que alimentan cauce de quebrada que se activa con lluvias excepcionales.	Afectó terrenos de cultivo; se observan grandes bloques en cauce del río Curibaya.
Quebrada Pescadores.	Lluvias excepcionales; quebradas anchas de suave pendiente.	Se ha construido badén para paso de huayco.
Puente Jaguay.		Necesita encauzar quebrada Jaguay aguas arriba del puente.
Km 20+500 Alto Sigvas - Huambo.	Lluvias excepcionales; cuenca de recepción amplia en quebradas Jaguay y Huaccan.	Badén, construido, insuficiente para paso de huayco; puede afectar carretera.
Km 29+300 Alto Sigvas-Huambo.		Afecta terraplén de carretera en margen izquierda de quebrada Huaccan.

Cuadro N° 7.7
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR REPTACIÓN DE SUELOS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS OCASIONADOS
Jatunmoco	Filtraciones de aguas de laguna Cochapata; naturaleza de depósitos coluviales; pendiente suave de ladera.	Afecta tramo de carretera Tico-Matazo-Tassa-Yunga.
Pati	Filtraciones de aguas en depósitos rediduales y deluviales; ladera de moderada pendiente.	Puede afectar en un futuro la carretera Arequipa-Puno.
Chacuaya (Qda. Chuquichiquero); valle del río Carumas.	Filtraciones de aguas en suelos coluvio-deluviales; ladera de moderada a fuerte pendiente.	Afecta terrenos de cultivo y pastizales en un área de 200 x 200 m.



Foto N° 30 Vista del deslizamiento de Cruz del Siglo, que afecta un tramo de la carretera Binacional, frente al poblado de Torata. Obsérvese dos escarpas principales, con movimientos traslacionales, en el cuerpo de un deslizamiento antiguo, reactivado por la construcción de la carretera en taludes de corte mal diseñados. Filtraciones de agua comprometen 250 metros de carretera, terrenos de cultivo y algunas viviendas ubicadas en el pie.

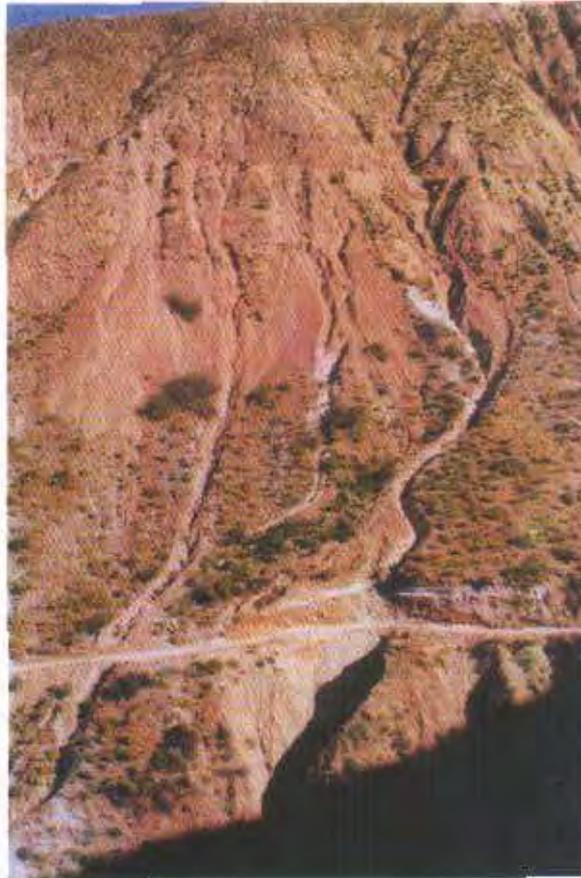


Foto N° 31 Flujos de lodo que interrumpen el tramo de la carretera Omate-Puquina (km 22 a 23), con lluvias estacionales.



Foto N° 32 Flujos de lodo en el sector Paso de Los Vientos, que interrumpe un tramo de la carretera Tacna-Collpa



Foto N° 33 Huayco que ocurrió de la confluencia de los ríos Ubinas y Para, afecta periódicamente el tramo de trocha carrozable Ubinas-Huarina, en época de lluvias, aislando el sector Huarina.



Foto N° 34 Huayco de Yanahuara, que afecta el poblado del mismo nombre, erosionando en sus márgenes viviendas e infraestructura; en período de lluvias el poblado queda incomunicado con Ichuña, ubicada al frente (valle del río Tambo).



Foto N° 35 Dos vistas de las torrenteras de Arequipa. En la vista izquierda la quebrada Paucarpata, aguas abajo de la Av. Jesús y en la foto derecha la quebrada San Lázaro aguas arriba del puente La Chaveña, ambas con peligro de huaycos ocasionales.



Foto N° 36 Otras dos vistas de torrenteras de Arequipa que comprometen áreas urbanas; quebrada Guayaquil (distrito de Melgar), vista aguas arriba y aguas abajo de la Av. Simón Bolívar. Nótese la construcción de viviendas (pasaje La Oroya), en el mismo cauce de la quebrada.



Foto N° 37 Dos ejemplos de huaycos ocasionales que en ambos casos afectan tramos carreteros: en la vista superior el sector km 24 carretera Omate-Moquegua, y en la vista inferior el sector de la trocha entre Huanuara e Ilabaya (C° Alto Chintari). Flujos de moderada pendiente con lluvias estacionales.



Foto N° 38 Huayco que cruza la carretera costanera Mollendo-Ilo, la cual necesita la construcción de un baden o alcantarilla para paso de flujo excepcional.



Foto N° 39 Zona de la quebrada Caracharma, por donde cruza el canal de irrigación Majes, que trae huaycos cuando ocurren lluvias excepcionales.



Foto N° 40 Huayco excepcional en la quebrada Paquiña (valle de Curibaya) que afectó el tramo de carretera, viviendas y terrenos de cultivo.



Foto N° 41 Huayco producido a raíz de las lluvias excepcionales en la quebrada Colocaya (valle del río Ilabaya), el 25-01-98, arrasó 12 casas, animales y la muerte de un poblador; el muro de defensa fue destruido.



Foto N° 42 Dos vistas de áreas afectadas por reptación de suelos. En la vista inferior el sector de Chacuaya (valle de Carumas), que afecta terrenos de cultivo, y en la vista superior el sector Pati (quebrada Angostura) en área despoblada que podría comprometer en un futuro la carretera Arequipa-Puno.

7.2.6 Movimientos Complejos

En el área de estudio los movimientos complejos reconocidos, son el resultado de la combinación de dos tipos de peligro comunes, y generalmente representan los tipos de peligro de mayor influencia reconocidos en la Franja N° 1.

Para su ocurrencia se incluye, principalmente, en la mayoría de ellos, la actividad antrópica (grandes irrigaciones, cortes de carretera), la cual actúa como factor desencadenante.

Las combinaciones encontradas son:

- 16 caída de detritos - flujo de detritos (rock fall-debris flow)
- 05 deslizamientos rotacionales-traslacionales
- 05 deslizamientos - flujo de detritos (slump-debris flow)
- 01 deslizamiento traslacional - derrumbe.

En el Cuadro N° 7.8 se describen los principales movimientos complejos encontrados en el área, y asimismo se muestran ejemplos de ellos en las Fotos N° 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50.

7.2.7 Arenamientos

Los procesos de arenamiento encontrados en el área, están asociados preferentemente a zonas de morfología plana (pampas costaneras en su gran mayoría y pampas altoandinas; asimismo acumulaciones en laderas o colinas bajas de las estribaciones occidentales de los Andes).

Su presencia depende de la dinámica eólica existente, de la dirección y velocidad del viento y de la geomorfología de un área; se presentan como acumulaciones de mantos de arenas en forma de lomas, dunas y barcanas.

Su presencia influye principalmente en la obstrucción del tráfico o tránsito en las carreteras y trochas, siendo el riesgo generalmente bajo (Fotos N° 51 y 52).

En el Cuadro N° 7.9 se presentan las principales áreas afectadas por arenamiento.



Foto N° 43 Vista de un movimiento complejo (deslizamiento rotacional-traslacional), sector entre La Cano y Tacar (margen izquierda del río Vitor), originado por filtraciones de la Irrigación La Cano, en secuencias incompetentes de la Fm. Moquegua; las reactivaciones pueden represar el río Vitor originando fuertes daños a la agricultura y viviendas aledañas. En 1994 obstruyó el cauce del río Vitor y afectó los fundos de La Florida y San Pedro.

Cuadro N° 7.8

PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR MOVIMIENTOS COMPLEJOS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
DESIZAMIENTOS - FLUJOS DE DETRITOS		
El Tambo - pie de la cuesta (valle de Vitor)	Secuencias de areniscas, lodolitas (Fm. Moquegua) muy fracturados y depósitos aluviales sobre éstas; saturación de terrenos por filtraciones del canal de irrigación La Cano y La Joya.	Destruyó trocha al Socavón, terrenos de cultivo. Actualmente se observan filtraciones, aparentemente se sigue moviendo desde hace 27 años.
Entre La Ramada y Pachaqui (valle de Siguas)	Filtraciones de las irrigaciones de las pampas de Alto Siguas y El Alto, en materiales inconsistentes de la Fm. Moquegua. Gran escarpa y agrietamientos; filtraciones en el cuerpo del deslizamiento.	Recientemente ha afectado la trocha a La Ramada, terrenos de cultivo en el valle, 6 viviendas del sector han sido reubicadas
Deslizamiento de Lloque Sur (valle del río tambo)	Reactivación del deslizamiento antiguo en el sector sur de Lloque por sobresaturación de suelos coluvio-deluviales por fuertes lluvias y filtraciones de aguas de riego. Escarpa mayor con salto de 8-10 m de altura.	En 1985 afectó 40 ha de cultivos; represó el río Tambo formando un dique de 200 m de longitud por 5 m de alto; cuando se rompió afectó aguas abajo el caserío de Torata; actualmente existen filtraciones de aguas de riego.
Laguna Aricota	Deslizamiento de gran magnitud en substrato rocoso volcánico muy fracturado, por sismo de gran magnitud.	Deslizamiento antiguo que originó el represamiento de río formando la actual laguna de Aricota.
Huilatagua (laguna Coralaque)	Saturación de suelos coluviales superficiales por filtraciones y fuertes lluvias que involucró el substrato rocoso volcánico muy fracturado; fuerte pendiente de ladera.	Represó del río Coralaque formando laguna de Coralaque, la cual se está desaguando en forma natural; desembalse gradual de la laguna provocó deslizamientos en laderas; afectó además terrenos en andenería Inca.
DERRUMBE-FLUJO DE DETRITOS		
Frente a Huachipa y frente a La Berenguela	Filtraciones de la irrigación La Cano y San Isidro en secuencias incompetentes y fracturadas de la Fm. Moquegua en la margen izquierda del río Vitor.	Puede represar el río Vitor y afectar terrenos de cultivo; filtraciones abundantes en el sector de La Berenguela.
La Cossio		Puede represar el río Vitor destruyendo gran cantidad de terrenos de cultivo. Filtraciones han originado nuevos derrumbes hacia el sector norte (aguas arriba)
DESIZAMIENTOS ROTACIONALES-TRASLACIONALES		
Entre La Cano y Tacar (valle de Vitor)	Fracturamiento en las rocas de la Fm. Moquegua, de resistencia diferencial (areniscas, conglomerados, lutitas y niveles tobáceos); filtraciones de agua de irrigación de La Cano. Zona crítica.	Ha originado grandes daños a terrenos de cultivo y viviendas aledañas en 1994, obstruyendo el cauce del río Vitor afectando los fundos La Florida y San Pedro.
Cerro El Rodado (Pallata)	Incentivación sísmica; filtraciones de aguas de regadío; involucra substrato rocoso volcánico muy fracturado; ladera de fuerte pendiente. Zona potencial de riesgo.	Fenómeno que ha ocurrido hace más de 60 años y sigue moviéndose, existiendo reacomodos en el cuerpo del deslizamiento. Daños a terrenos de cultivo, carretera (1975 y 1988); agrietamientos de viviendas del sector de Pallata reubicadas por Indeci en 1994.

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
Cochitayoc (Cerca de Sacohaya)	Rocas alteradas del Grupo Yura y depósitos coluvio-deluviales no cohesivos; fuerte pendiente de ladera; filtraciones de aguas de lluvia, deshielos y aguas de regadío. Zona crítica con fuertes lluvias y sismos.	Afecta terrenos de cultivo en la parte superior y tramo de trocha carrozable, aislando los pueblos de Sacohaya, Anascapa, Matalaque y Cacahuara.
Querapi (valle de Ubinas)	Filtraciones de aguas de lluvia y de riego de la parte superior; suelos incoherentes heterogéneos; pendiente moderada. Construcción de reservorio aceleró proceso en sector inferior.	Afectó tramo de 1 km de carretera a Ubinas, terrenos de cultivo, reservorio de agua y viviendas rurales. Han sido reubicados hacia la parte superior; deslizamiento activo.
Las Mercedes - Tilla (valle del río Puquina)	Suelos coluviales sobre el substrato rocoso con capas fracturadas de mala calidad (Grupo Yura); filtraciones de aguas de lluvia; fuerte pendiente de ladera; ausencia de vegetación.	Escarpas rectas de gran longitud; afectó terrenos de cultivo, canales de regadío y caminos de herradura.
CAÍDA DE ROCAS - FLUJO DE DETRITOS		
Cerro de Arena	Taludes en arenas eólicas pleistocénicas, inconsolidadas; pendiente de 45°-55°; aguas de lluvias estacionales y garúas.	Interrumpe tráfico importante en la Carretera Panamericana Sur.
Km 11+100 a 14+000 carretera a Pluca y sector Huantay; (valle de Ocoña)	Escomereras o canchales acumulados por caída de rocas, en talud con pendiente de 50°-60°; lluvias; sismos.	Podrían interrumpir tránsito en carretera por sectores; algunos muros de contención colocados ya han sido sobrepasados.
Sectores de Sonay y Pisques (valle de Camaná)	Laderas de fuerte pendiente en substrato metamórfico muy fracturado; caída de rocas y acumulación de canchales	Afecta trocha carrozable San Gregorio Socso.
Sectores Alto Colibaya y Angostura (valle del río Curibaya)	Acumulaciones de escombreras en laderas de 35°-50° de pendiente; caída de rocas de substrato fracturado; inestables con lluvias y sismos.	Puede afectar terrenos de cultivo, postes de línea eléctrica, trocha carrozable y canal de regadío.
Entre Toco y Cambaya (valle del río llabaya)	Rocas volcánicas muy fracturadas que acumulan canchales en sus laderas; pendiente de 45°-50°; lluvias fuertes y sismos.	Afecta trocha carrozable por sectores; algunas viviendas rurales; también terrenos de cultivo en andenería y canal de regadío.
DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL - DERRUMBÉ		
Camilaca	Filtraciones de precipitaciones pluviales y riego no controlado; suelos incoherentes y basamento rocoso volcánico.	Compromete viviendas e infraestructura básica de la localidad de Camilaca, carretera de acceso al pueblo canales y terrenos de cultivo. Lluvias producidas entre enero y marzo del presente año produjo reactivaciones con saltos o escarpas verticales entre 4 y 8 m de altura.

7.2.8 Erosión de Laderas

Se presentan dentro del área, desde procesos poco desarrollados (erosión laminar), erosión pronunciada (en surco y en cárcavas), hasta áreas con casos extremos («bad lands»).

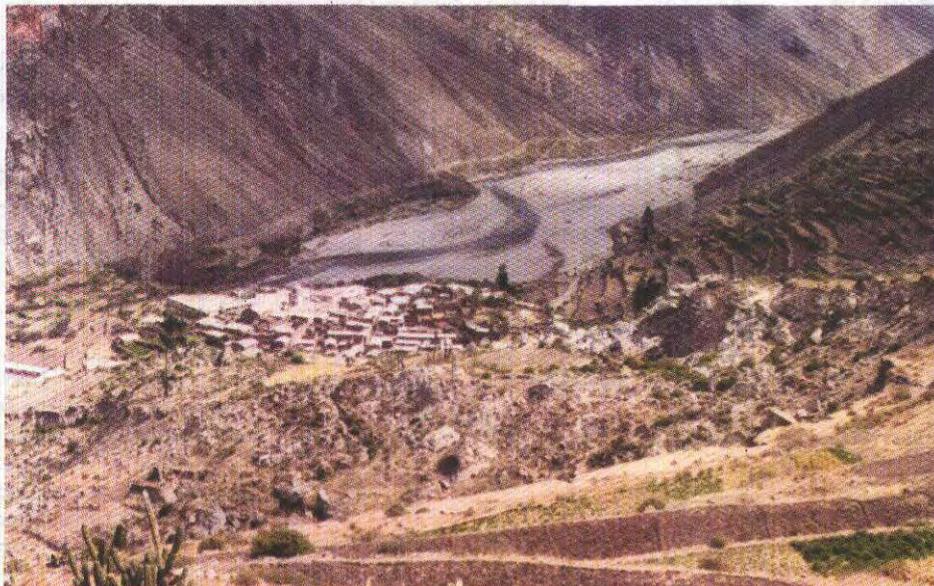
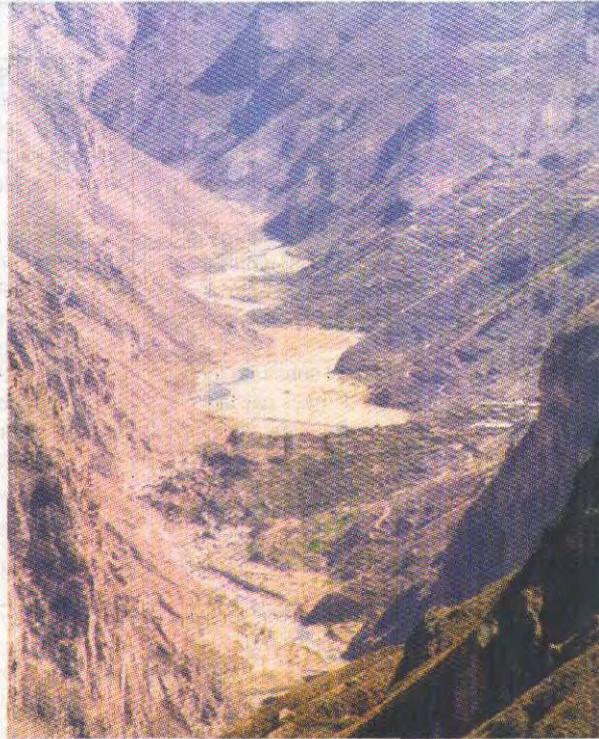


Foto N° 44 Dos vistas de un movimiento complejo en el valle del río Tambo (deslizamiento rotacional y flujo de detritos). El cuerpo del deslizamiento antiguo de Lloque (en la vista superior) de mayor magnitud que fluyó y represó el río Tambo, y en la vista inferior se observa la escarpa del deslizamiento de Lloque sector sur de menor magnitud ocurrido en 1986, que afectó 40 ha de cultivos, el camino de herradura, represó el río Tambo con un dique de aprox. 200 m de long. X 5 m de altura, cuya ruptura posterior afectó el caserío de Torata 3 km aguas abajo. Su avance podría comprometer al poblado de Lloque y la trocha en construcción Lloque-Chojata. Se observan filtraciones de aguas de riego.

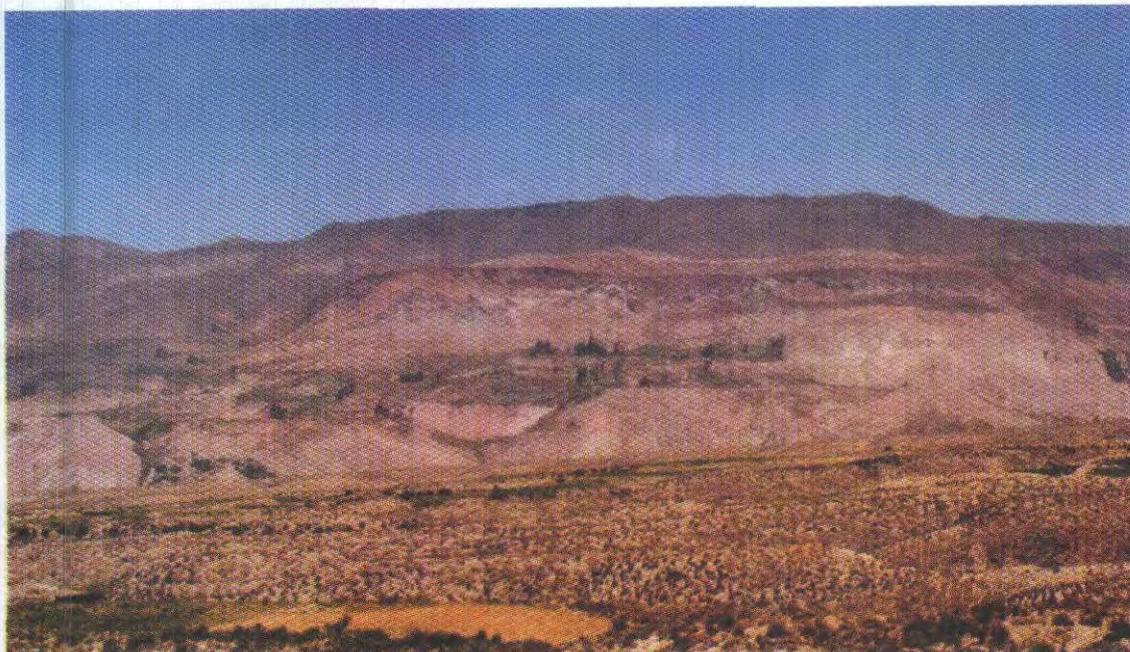


Foto N° 45 Vista panorámica, de todo el cuerpo, del movimiento complejo de tipo rotacional - traslacional denominado "deslizamiento de El Rodado-Pallata", margen derecha del río Callazas, en rocas volcánicas. Nótese la escarpa principal recta de gran longitud y diferentes saltos o escarpas progresivas en el cuerpo removido que afectan terrenos de cultivo y la carretera Tarata-Candarave. Movimiento activo, lento, progresivo, por más de 30 años.

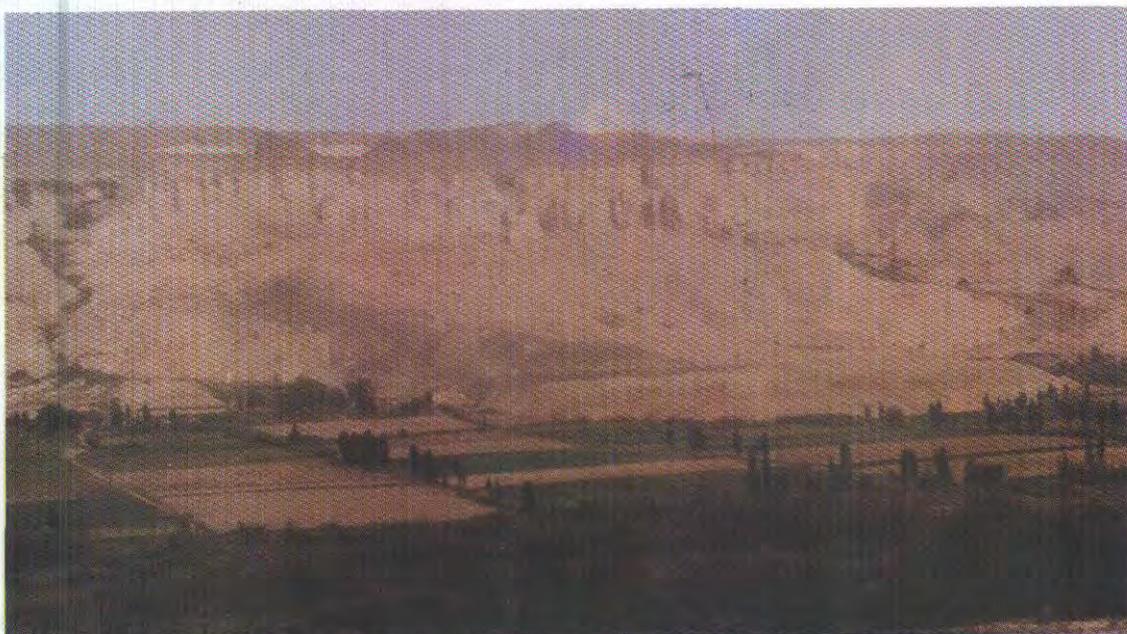


Foto N° 46 Vista del movimiento complejo (deslizamiento rotacional y flujo de detritos) ocurrido en el sector El Tambo - Pie de Cuesta, en la década del 70, en secuencias sedimentarias de la Fm. Moquegua, por filtraciones de la Irrigación de La Joya y ruptura de canal. Se nota claramente la escarpa principal y el cono de flujo generado, que afectó terrenos de cultivo.



Foto N° 47 Cuerpo de deslizamiento rotacional - traslacional en el sector Querapi (valle sur del volcán), en ladera de moderada pendiente; afecta terrenos de cultivo, viviendas rurales, reservorio de agua y carretera de acceso a los pueblos de Ubina, Tonohoya, San Miguel, Huatahua y Huarina. Las viviendas han sido reubicadas hacia la parte superior en área plana más o menos estable, porque el terreno sigue cediendo, y agrietándose hacia su cabecera.



Foto N° 48 Movimiento complejo en depósitos eólicos inconsolidados: caída y derrumbe de detritos, que afecta un tramo de la Carretera Panamericana Sur, sector Cerro de Arena (km 734 al 730).



Foto N° 49 Otro ejemplo de movimiento complejo: caída de rocas y flujo de detritos en el sector Huantay (valle de Ocoña), que afecta el tramo de la carretera Ocoña-San Juan de Churunga.

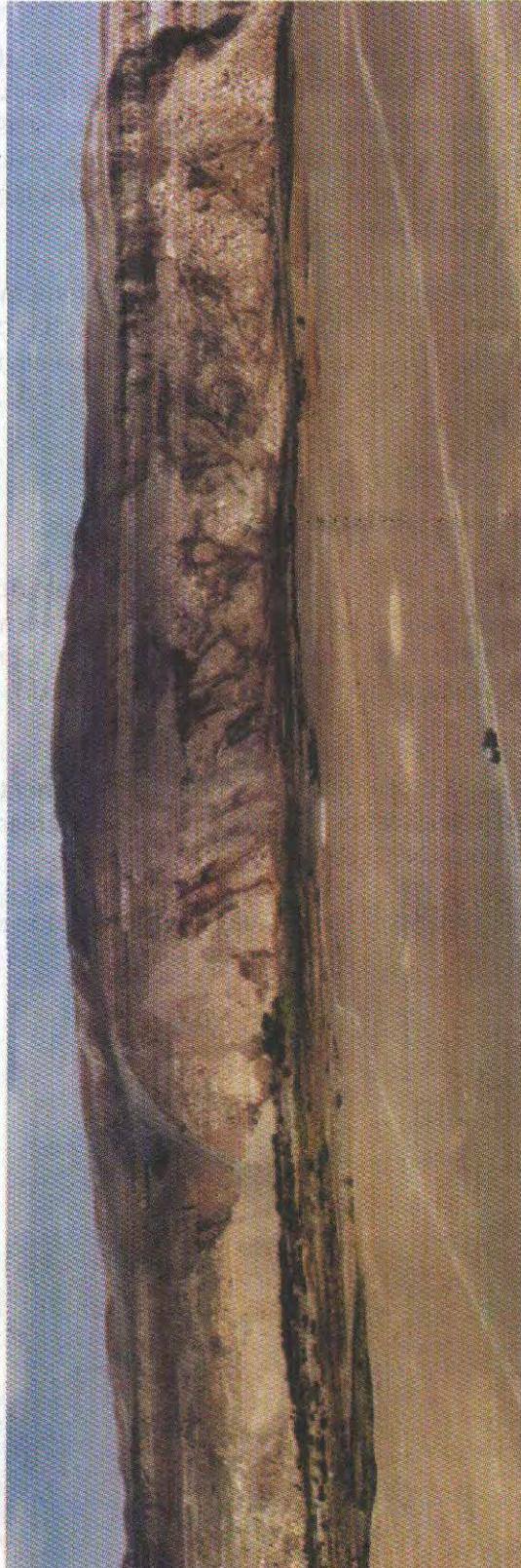


Foto N° 50 Derrumbe y flujo de detritos en el sector La Cossío (margen izquierda, del valle de Vítor), originado por filtraciones de las irrigaciones de La Cano y San Isidro. Nótese las abundantes filtraciones existentes; peligro latente que compromete áreas de cultivo, pudiendo represar también el río Vítor.

Su ocurrencia está íntimamente relacionada a la litología, de algunas formaciones rocosas, muy susceptibles a la erosión hídrica como suelos residuales y principalmente formaciones geológicas sedimentarias (conglomerados y areniscas de la Fm. Moquegua, Grupo Yura, Fm. Huanca, etc.) y formaciones volcánicas piroclásticas (ignimbritas o tobas poco consolidadas) y depósitos lacustrinos; interviniendo otros factores como fuertes lluvias, la topografía (pendiente de laderas).

Procesos avanzados de erosión en cárcavas causan problemas de pérdidas de áreas o suelos de cultivo y andenes, erosión de terraplenes en trochas de carreteras, así como también aceleran la ocurrencia de otros procesos de remoción en masa como derrumbes, deslizamientos y flujos (Cuadro N° 7.10 y Fotografías N° 53, 54, 55, 56 y 57).

7.2.9 Erosión de Riberas

La erosión de riberas se considera un peligro geo-hidrológico, pues intervienen en su proceso la morfología del valle fluvial, pendiente, ancho del cauce, naturaleza de los suelos o rocas en sus márgenes, etc., intervienen también los factores hidrológicos que afectan los regímenes de descargas o avenidas, en corto período, de los principales ríos del área.

Los daños ligados a la erosión fluvial ocurren generalmente en estructuras como puentes, terraplenes de carreteras y trochas, áreas de cultivo y áreas pobladas ubicadas en las márgenes de los ríos (Fotos N° 58, 59, 60, 61).

Un resumen de las principales áreas afectadas por erosión de ribera se muestra en el Cuadro N° 7.11.

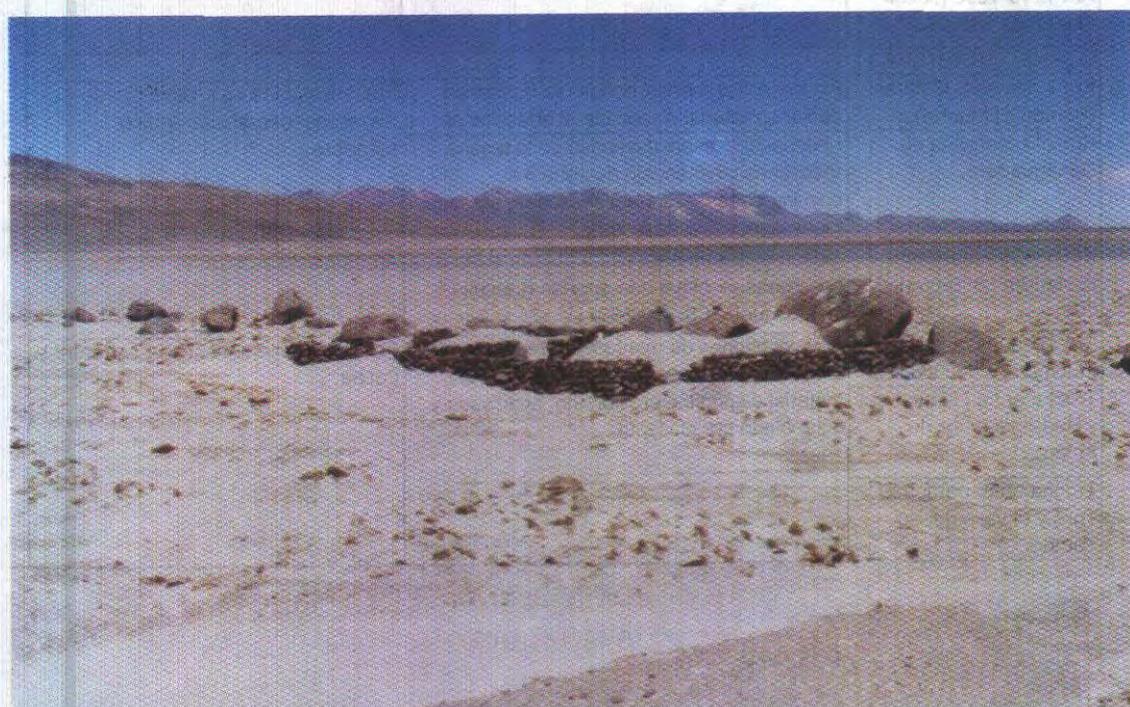


Foto N° 51 Vista de la zona afectada por arenamiento en la carretera binacional, sector de la laguna Vizcachas; obsérvese en la vista inferior que el espejo de la laguna ha disminuido considerablemente (por sobreexplotación de aguas subterráneas), dejando una área compuesta por depósitos no consolidados, expuesta a la erosión y acarreo eólico, con procesos de arenamiento moderado.

Cuadro N° 7.9
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR ARENAMIENTOS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS
CARRETERA PANAMERICANA SUR		
Km 920-966 (pampas de Siguas, Vitor y Repartición).	Acción eólica fuerte, en zona morfológica favorable de pampas costaneras, con acumulaciones de material de arenas que son acarreados por el viento.	Acumulación de dunas y barcanes cerca de la carretera; su migración interrumpe el tránsito carretero.
Km 975-980 (Pampa San José).		
Km. 980-1021(pampas de La Joya, Huagri; ruta a Cachendo).		
Km 1216-1230 (sector Quebrada Honda).		
OTRAS CARRETERAS		
Km 7 desvío a Matarani (Pampa El Muerto).	Acción eólica fuerte; morfología de pampa costera; material disponible acarreados por el	Fuertes vientos con migración de dunas, pueden afectar tráfico carretero.
Km 243 carretera Ilo-Desaguadero.	Material disponible lacustrino en la laguna Vizcachas cuyo espejo de agua ha disminuido por sobreexplotación de aguas; morfología plana de la zona.	
Km 58+200 (carretera costanera Ilo-Tacna).	Acción eólica en área plana abierta al litoral, con zonas de playa que aportan arenas; vientos fuertes SSO-NNE.	Arenamiento incipiente.
Km 17+000 carretera a Piuca (valle de Ocoña).	Acumulaciones de mantos de arena pegadas a las laderas; fuertes vientos en la zona; material disponible erosionado, acarreado y acumulado por el viento.	Falta de mantenimiento de carretera y trocha.
Trocha entre Huancarqui y Pedregal (valle de Aplao).		
Trocha entre pampa El Toro y el valle del río Tambo.		



Foto N° 52 Dos sectores afectados por arenamiento; sector Molle Chico en los 938-939 kms de la Panamericana Sur, pampa de Sigwas (vista superior) y en el sector Surita, carretera Ocoña-San Juan de Churunga (vista inferior).

Cuadro N° 7.10
PRINCIPALES ÁREAS AFECTADAS POR EROSIÓN DE LADERAS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DAÑOS OCASIONADOS
Quebrada El Cazador (represa El Frayle).	Materiales piroclásticos y lacustrinos de mala calidad, poco consolidados (tufos, areniscas tufáceas, lodolitas, gravillas interstratificados); filtraciones de agua de la represa.	Fuerte erosión en surcos, bad lands, asentamientos de terrenos; mala ubicación de la represa El Frayle, la cual no puede operar a su máxima capacidad; ruptura de presa auxiliar podría afectar aguas abajo la presa de Aguada Blanca y ciudad de Arequipa.
Ladera este del cerro Sombrero yoc (carretera Yura-Huanca).	Capas rojas conglomerádicas fácilmente erosionables por aguas de lluvias estacionales y excepcionales; laderas de pendiente moderada a fuerte (40°).	Produce erosión en surcos o cárcavas por sectores en tramo de 15 km de carretera Yura-Huanca; alcantarillas insuficientes en algunos casos para el paso de flujos de lodo.
Sector Huancanayoc (Huanca).	Suelos residuales y rocas que conforman el substrato (conglomerados y areniscas rojas de la Fm. Huanca); lluvias estacionales.	Afecta grandes áreas de terrenos de cultivo.
Margen derecha río Chujulay.	Suelos y rocas del substrato; ausencia de vegetación; lluvias estacionales a excepcionales.	Afecta zona intangible por presencia de terrazas prehispánicas; erosión en cárcavas moderada.
San Miguel de Coroise (frente a Chojata).	Socavamiento en surcos de quebrada Cancolaque con aguas de escorrentía en lluvias estacionales.	Está afectando el caserío de San Miguel de Coroise; quebrada cruza el pueblo.
Cacahuara (margen izquierda del río Tambo).	Material inconsolidado deluvial-proluvial; fuerte pendiente de laderas; socavamiento de quebradas.	Ha comprometido 6 viviendas cercanas al borde de quebradas. Poblado puede reubicarse en el sector de Sacahua, zona estable.
Sectores de Mullini, Torata y Pallata.	Depósitos piroclásticos poco consolidados susceptibles a la erosión.	Afecta en parte terrenos de cultivo, trocha carrozable y caminos de herradura.
Huaccan (cerro Gentilar).	Suelos residuales y substrato rocoso, susceptibles a la erosión hídrica; pendiente fuerte de laderas.	Compromete terrenos de cultivo frente a Huaccán.
Cerro Atorane (sector Jaguay Chico).	Escasa vegetación; materiales susceptibles a erosión hídrica (capas rojas).	Erosión avanzada (cárcavas y bad lands) en terrenos eriazos.

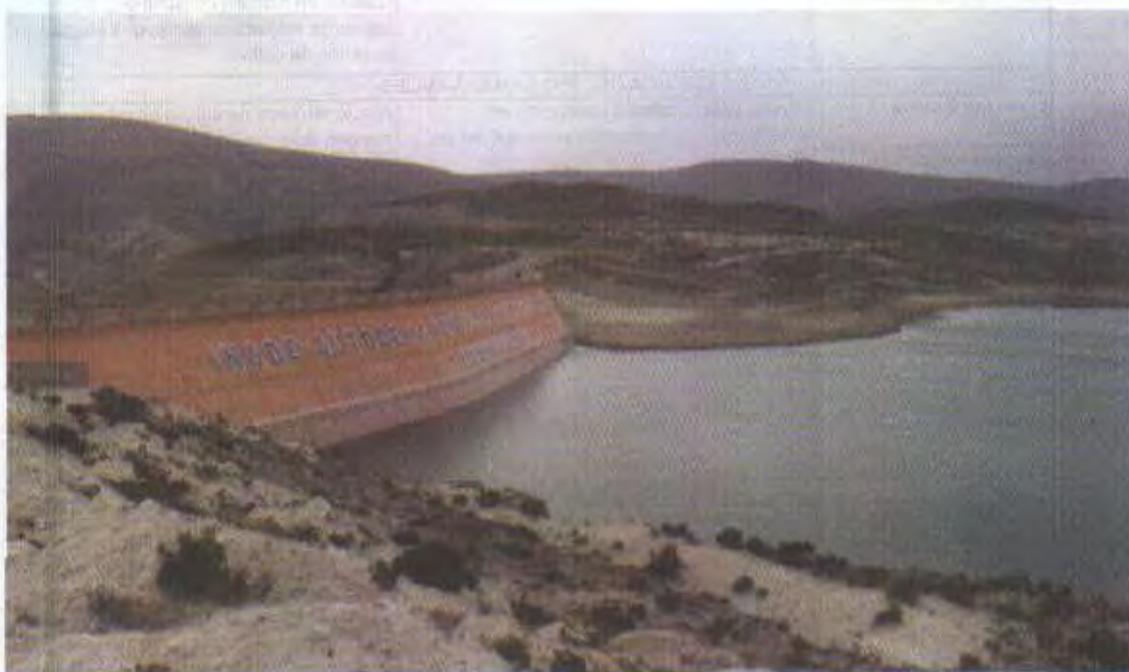


Foto N° 53 Dos vistas del área de la cabecera de la quebrada Cazador, afectada por erosión en surcos y badlands. Nótese en la vista superior los trabajos de estabilización efectuados en los terrenos compuestos por depósitos lacustrinos afectados por cárcavas; en la vista inferior parte de la presa El Frayle cuyas filtraciones (además de las naturales) ayudan a desestabilizar la zona que podría provocar un colapso por filtraciones con grado de alto riesgo.

Cuadro N° 7.11
ÁREAS PRINCIPALES AFECTADAS POR EROSIÓN DE RIBERAS

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
CUENCA DEL RÍO ATICO		
Km 9+800; km 10+000 al 12+000 (carretera Atico-Caraveli).	Lluvias excepcionales generan flujos de lodo y avenidas aumentando el poder erosivo del río; cauce amplio y pendiente suave.	Husco desvió aguas hacia margen izquierda afectando varios tramos de la carretera.
Km 25+700 al 27+300 (carretera Atico-Caraveli).		Afecta 1 600 m de carretera cuya rasante necesita ser levantada y colocar defensas.
CUENCA DEL RÍO OCONA		
Puente Ocofia.	Lluvias estacionales y periódicas, en su cuenca alta, generan gran caudal; falta de defensas de ribera y/o mejora de defensas en algunos casos.	Afecta viviendas en la margen izquierda en 1 km aguas arriba del puente; en la margen derecha afecta terrenos de cultivo. Actualmente se está levantando rasante con material de enrocado y armado en la margen izquierda.
Pararcana.		Afecta terrenos de cultivo en margen izquierda.
Surfa.		Erosión en ambas márgenes afecta terrenos de cultivo.
Jahuiche.		Afecta terrenos de cultivo en margen izquierda; podría afectar también tramo de carretera.
Urasqui y La Atiqueña.		Erosión en margen derecha e izquierda respectivamente, que afecta terrenos de cultivo.
CUENCA DEL RÍO CAMANA-MAJES		
Querulpa Grande.	Lluvias estacionales a excepcionales incrementan bruscamente el caudal del río Majes.	Afectó terrenos de cultivo en la margen derecha en 1994.
Puente Huancarqui.		Erosión en estribo derecho; afectó terrenos de cultivo en 1994.
AA. HH. Sonay frente a Qda. Putuvías.		Podría afectar viviendas cercanas a la ribera en margen izquierda; aguas arriba afecta terrenos de cultivo
CUENCA DEL RÍO QUILCA-SIGUAS-VITOR		
Frente a Cuján.	Incremento de caudal del río en período de avenidas entre diciembre a marzo.	Afecta terrenos de cultivo en margen izquierda del río Siguas.
Mocoro		Afecta terrenos de cultivo en ambas márgenes del río Vitor.
Puente Abetardo Quilfones (río Chill).		Erosión de los cimientos en estribo izquierdo en 1986.
CUENCA DEL RÍO TAMBO		
Exchange y 500 m aguas arriba de Exchange (río Tambo).	Incremento de caudal del río en período de avenidas entre diciembre a marzo; falta de defensas ribereñas.	Afecta en margen izquierda 150-200 metros de trocha carrozable Yunga-Exchange; compromete pueblo de Exchange donde se han colocado muros de mampostería de piedra, que en parte han colapsado.
Yunga (río Tambo).		Erosión en margen izquierda afecta terrenos de cultivo en andenería de antiguos proluviales de la quebrada Yunga.
500 m aguas abajo de La Pampilla (río Tambo).		Afecta terrenos de cultivo.

SECTOR	CARACTERÍSTICAS	DANOS OCASIONADOS
Torata.	Incremento de caudal del río en período de avenidas entre diciembre a marzo; falta de defensas ribereñas.	Desembalse del dique formado por el deslizamiento de Lloque, afectó terrenos de cultivo en margen derecha.
Km 3 y 4 trocha Yalagua-Lloque (río Tambo).		Afecta trocha en período de avenidas aislando a Lloque y Lucco.
Entre Huatalaque Quebaya y Yojo (río Cuchumbaya).		Afecta terrenos de cultivo y compromete partes bajas de Quebaya; erosión en ambas márgenes.
Cerca de Caracullo (río de Curo).		Afecta trocha carrozable Titire-Chojata; margen izquierda.
1 km aguas arriba de Quelgua Chica (río Tambo).		Afecta trocha carrozable Quelgua-Uchas en período de avenidas
Uchas (río Tambo).		Erosión en margen izquierda; hacia aguas abajo se ha colocado enrocado que protege terrenos de cultivo.
1 km aguas abajo de El Fiscal (río Tambo).		Afecta terrenos de cultivo; podría comprometer carretera a Chucarapi, toma y canal de regadío.
Pampa Blanca (río Tambo).		Afecta puente de acceso a la Hda. Chucarapi.
CUENCA DEL RÍO ILAVE-HUENQUE		
Entre Mazo Cruz y caserío Humalso, carretera Mazo Cruz-Tacna (río Llista: sectores Crucero, Calacollo, Tequetequene; Huailatín, Pte. Calalequeña.	Ríos de pendiente suave, divagante, amplio cauce; lluvias estacionales a excepcionales.	Afecta, por sectores, terraplén de carretera, estribos de varios puentes
Pte. Chilisaya, sectores Churuma y Sipeaque (carretera Mazo Cruz-Ilave).		Afectó tramo de carretera en margen derecha de río Huenque y estribo izquierdo de puente Chilisaya. Ha afectado pueblo de Conduriri
Puente Conduriri (río Conduriri).		Afectó anteriormente pueblo de Conduriri, donde recientemente se han colocado defensas en margen izquierda; falta defensas en margen derecha para proteger estribo derecho del puente.
Comboya (río Ilave).		Afecta terrenos de cultivo.
CUENCA DEL RÍO LOCUMBA		
La Pachana (río Locumba).	Aumento del caudal en avenidas por lluvias estacionales a excepcionales.	Erosión en margen derecha afectó carretera carrozable y terrenos de cultivo.
Entre Chululune y Toco Chico (río Ilabaya).		Afecta terrenos de cultivo y algunas viviendas cerca de la ribera.
Chejaya.		Daños a trocha carrozable de acceso a Chejaya.



Foto N° 54 Vista de una extensa área compuesta por rocas volcánicas afectadas por erosión en cárcavas, sector Torata (Moquegua); en la vista destaca el cerro Baúl, y al fondo la Formación Moquegua muy erosionada.



Foto N° 55 Vista de un área con procesos de erosión avanzada de laderas en cárcavas, en áreas con ausencia de vegetación. Secuencias rojas de la Formación Moquegua, sector Jaguay Chico, carretera Moquegua - Omate.



Foto N° 56 Erosión de laderas (cárcavas) en el sector de Huancanayoc (Huanca), que afecta terrenos de cultivo. Secuencias de capas rojas de la Fm. Huanca y depósitos residuales fácilmente erosionables.

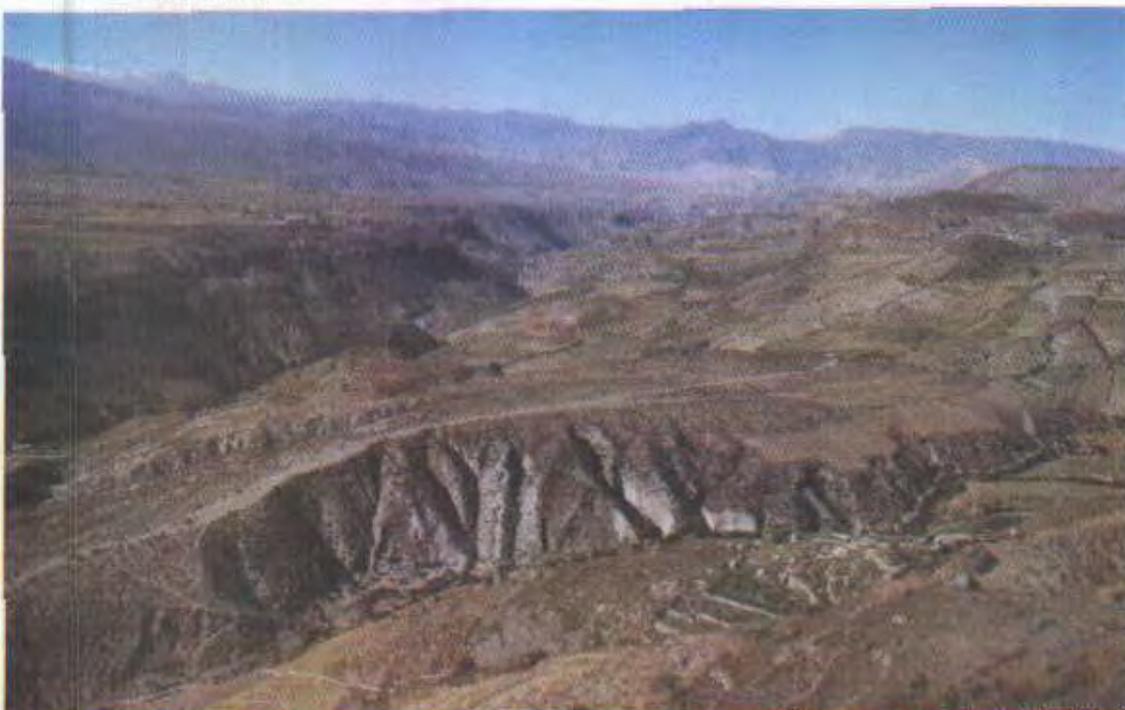


Foto N° 57 Erosión de laderas en terrenos de moderada a suave pendiente, margen izquierda del río Cañazas; terrenos compuestos por flujos piroclásticos tobáceos del volcán Yucamane. Afecta terrenos de cultivo y trochas carrozables.



Foto N° 58 Dos áreas amenazadas por erosión de ribera, margen izquierda del río Ocoña; en la vista superior el sector del Puente Ocoña, que compromete viviendas y terrenos de cultivos, y en la vista inferior el sector Surita, que afecta principalmente terrenos de cultivo.



Foto N° 59 Dos áreas amenazadas por erosión de ribera en el río Tambo; en la vista superior el sector del puente Pampa Blanca (cuenca baja) el cual fue afectado por avenidas extraordinarias y actualmente se está construyendo uno nuevo; en la vista inferior en el sector aguas arriba de Exchange (cuenca alta), que afectó la carretera de acceso a este poblado.



Foto N° 60 Erosión de ribera en la margen derecha del río Huenque (sector Churuma), que afecta el terraplén en el tramo de la carretera llave-Mazo Cruz.

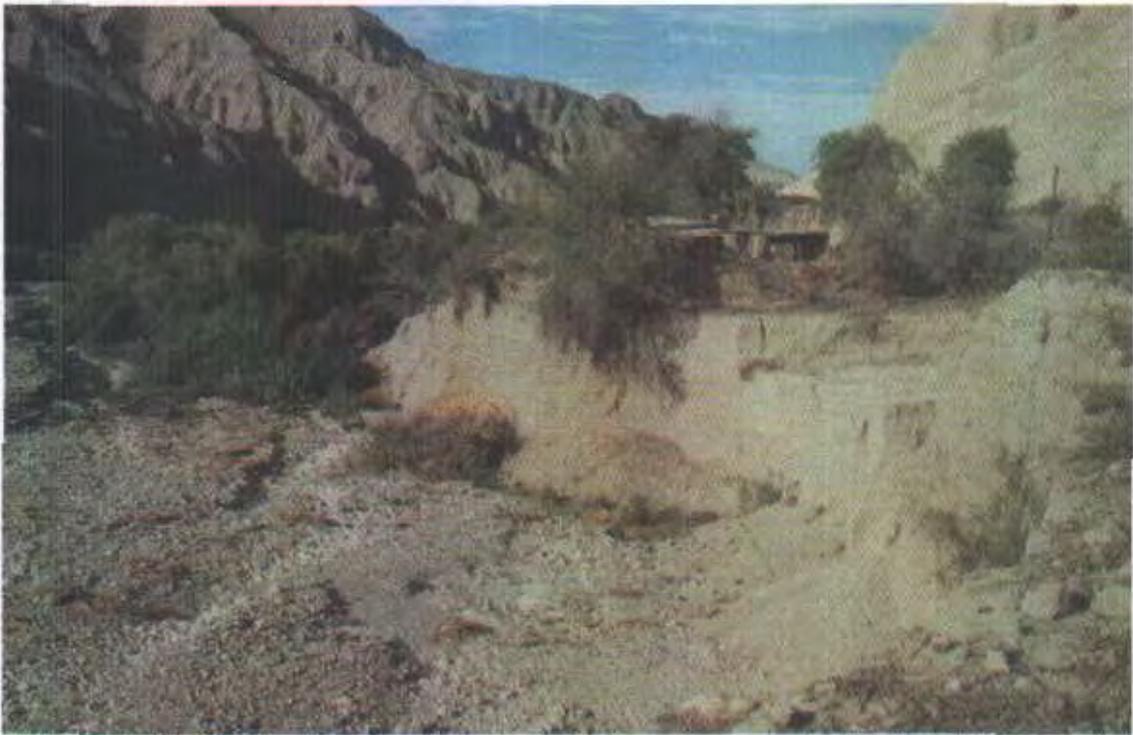


Foto N° 61 Erosión de ribera en el sector La Pachana, margen izquierda del río Locumba, afectando la trocha carrozable y terrenos de cultivo.

Capítulo VIII

PELIGROS VOLCÁNICOS

8.0 GENERALIDADES

A veinte años de la erupción del St. Helens en los Estados Unidos, se produjo un cambio importante en la vigilancia y prevención de erupciones volcánicas, tratando de conocer los mecanismos de erupción, y de establecer modelos de estos mecanismos para determinar el estado de reposo de cualquier área volcánica considerada activa.

En nuestro país, principalmente en los últimos años, el tema de peligros volcánicos y vulcanología tomó mucho interés dentro del quehacer geológico, habiéndose desarrollado en la última década en el sur del país, numerosos estudios e investigaciones de diferentes científicos, tanto del país como del extranjero, como consecuencia de la actividad del volcán Sabancaya (1986) y la reactivación del volcán Ubinas (1995-96), ubicados al noroeste y noreste respectivamente, de la ciudad de Arequipa.

8.1 EVALUACIÓN DEL PELIGRO VOLCÁNICO EN LA FRANJA N° 1

8.1.1 Historia Eruptiva del Área

La evaluación de la probabilidad de que un volcán pueda erupcionar o entrar en actividad en un tiempo específico, debe estar basada, además del conocimiento estratigráfico de sus productos volcánicos anteriores, morfología y tipo de volcán, extensión y volumen, principalmente de la información histórica (y prehistórica) con que se cuenta de éste, y su comparación con otros semejantes en el mundo. Así es posible determinar la frecuencia de futuras erupciones; vale decir la historia de los últimos 10 mil años (Holoceno o reciente) es importante en el diagnóstico de su comportamiento futuro.

Denominamos en el presente estudio "actividad volcánica histórica", a aquella relacionada a erupciones reportadas desde la llegada de los españoles, registradas en documentos o crónicas a partir del año 1530, como también reportes de diarios existentes en épocas modernas. También se incluye (Cuadro N° 8.1), algunos valores de erupciones datadas con Carbono 14 de investigaciones recientes efectuadas en el sur del Perú

(THOURET, J. C., 1999); se incluye también en este cuadro la actividad del volcán Sabancaya, que sin encontrarse ubicado dentro de la franja estudiada, una reactivación pronunciada podría generar flujos o lahares comprometiendo áreas de las localidades ubicadas en la parte noroeste de la Franja N° 1 (en los distritos de Huanca y Lluta principalmente), así como volcanes del vecino país de Chile que al activarse podrían influenciar en sectores del área de estudio.

8.1.2 Evolución Volcánica y Mecanismos Eruptivos

Para determinar los mecanismos eruptivos de un volcán, es necesario conocer su evolución geológica, principalmente su estratigrafía (descripción de los productos volcánicos) y geoquímica (de los productos para conocer la evolución del sistema magmático o cámara magmática).

En el Cuadro N° 8.2 se resumen estas principales características estratigráficas, geoquímicas (contenido de sílice y álcalis), mecanismos, fases eruptivas y los productos volcánicos resultantes.

Cuadro N° 8.1
RESUMEN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA HISTÓRICA

AÑO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA
VOLCÁN MISTI	
1292-1412 d.C.	Datada con C14 (THOURET, J. C., 1999).
1440-1470 d.C.	Capa negra y escoriácea de ceniza ? 10 cm de grosor, andesítica (ubicada debajo de la ceniza blanca del Huaynaputina) es testigo de la última erupción del Misti, la que provocó daños en la ciudad incaica de Cayma (sector occidental de la localidad de Arequipa. SIMKIN & SIEBERT (1994) indican una actividad en el año 1454, de tipo central, explosiva, con un I.E.V. de 3?, que ocasionó daños. Murúa (1925, en SUNI, J.A., 1999) la describe como "grandes llamaradas de fuego y una nube oscurísima"
1542?	SIMKIN & SIEBERT (1994) indican una actividad en ese año, explosiva (?) con un I.E.V. = 2.
1577	Según León Pinelo, el volcán Misti hizo amago de ceniza en los tiempos de los Reyes Incas, antes de la llegada de los españoles.
1582	El 22-01-1582, como a las 11:30 (BARRIGA, 1951 en "Los Terremotos de Arequipa" así como los relatos del Párroco de Cayma Dr. J. Flores en la publicación de BALLÓN (1900)), dice que acaeció tremendo terremoto que arruinó la ciudad de Arequipa, y no quedaron más templos que los de San Francisco y La Merced; fue tal estrago que produjo que los huanacos, vicuñas, venados y zorros bajaron despavoridos a la ciudad; las acequias se derramaron sobre toda el agua que contenían, mojaron y destrozaron todo el suelo y centro de las calles. Sobrevinieron las tinieblas y juzgaron que el volcán hubiese vomitado algún río que los ahogase. Se hallaron sepultados 30 personas y otras tantas heridas.
1599?	SIMKIN & SIEBERT (1994) mencionan una actividad en ese año con un I.E.V. de 2; esta puede haber sido confundida con la actividad del volcán Ubinas, descrita por Tauro del Pino y Polo, la cual no ha sido reportada en el catálogo "Volcanoes of the world".

ANO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA
1677	Evento explosivo freático (?) y sísmico moderado, con I.E.V.=2 ocurrido el 02-05-1677 (SIMKIN & SIEBERT (1994), THOURET et al., (1999)). BALLÓN (1900) refiere que después de la tragedia de 1582 se vió salir del volcán gran cantidad de humo que alarmó a la población. BARRIGA (1952) relata que acaeció el 28-03-1677.
1784	Evento freático del 09-07, señalado por SIMKIN & SIEBERT con I.E.V. igual a 2.
1787	Evento freático ocurrido el 28-07-1787 (BARRIGA, 1951), describiendo un grande humo aliginoso y denso poniendo en consternación a la ciudad. En octubre de ese año tras una expedición que fue a realizar un levantamiento topográfico del volcán, continuando el relato dice: "...por espacio de 6 horas que en el centro de ella salía impelido un gran trozo de vapor grueso de más o menos 9 cuadras, unas veces en forma de pirámide, y otras en la de nube, siempre prolongada, y continuando, sin embargo de forma hacia arriba en su dilatación diversas figuras y promontorios globosos, según el impulso de la expulsión, de la gravedad y la dirección del aire...". Más adelante indica: "...la columna de vapor no obstante de ser de tan grande corpulencia, no llenaba toda la oquedad de la expresada boca, y que salían unas veces por un lado, y otras por otro tomando diversas direcciones...". SIMKIN & SIEBERT (1994) mencionan una actividad explosiva, con un I.E.V. = 2.
1830? 1831?	SIMKIN & SIEBERT (1994), refieren una actividad del Misti en agosto de 1830? o 1831?, de tipo central con I.E.V. = 2.
1869? 1870?	SIMKIN & SIEBERT (1994), indican una actividad explosiva (?) del Misti en setiembre y marzo de esos años, I.E.V. = 2.
1878	BALLÓN (1900) manifiesta que el 31-01-1878 una expedición que ascendió a la cima del Misti, vio salir humo o vapor blanco del cráter y de varias fisuras que hay cerca del portillo.
1948	Erupción explosiva con I.E.V. = 2; alarma en la ciudad de Arequipa por cenizas emitidas.
1985	Ultima actividad registrada en el siglo XX; testigos dan cuenta de columnas altas de 1 km que contenían cenizas finas. Aparentemente el domo dentro de la entrada al cráter fue modificada (SUNI, J.A., 1999).
VOLCÁN UBINAS	
1550	Erupción histórica más antigua (SIMKIN & SIEBERT, 1994) tipo central y explosiva (I.E.V. = 2)
1599	7 al 9 de febrero con intermitentes estruendos; gran oscuridad empezó el 9 de febrero. Por 15 días cayeron cenizas en los contornos, amenazando aún la ciudad de Arequipa (TAURO DEL PINO, 1967; POLO, 1899).
1662	Gran erupción durante la cual las cenizas llegaron hasta Moquegua, pampas de Sama y Locumba a 280 km al SO del volcán (TAURO DEL PINO, 1967). Emitió flujos de escorias y cenizas tipo St. Vicent, los que actualmente se encuentran en el flanco NO del volcán. Se supone que es la erupción más grande que tuvo el Ubinas desde el siglo XVI (RIVERA, M.A., 1998). SIMKIN Y SIEBERT (1994) en el catálogo "Volcanoes of the world", indican un I.E.V. = 3, sin embargo se desconoce los daños ocasionados en poblados aledaños.
1667 y 1678	Corresponden a erupciones centrales y explosivas (SIMKIN Y SIEBERT, 1994), con I.E.V.= 3, desconociéndose el alcance que tuvieron sus depósitos.
1784	Según SIMKIN & SIEBERT, esta erupción de tipo central y explosiva tuvo un I.E.V.= 2.
1826 1830 1862	Erupciones de tipo central, explosiva con índices de explosividad volcánica igual a 2 (SIMKIN & SIEBERT, 1994).

AÑO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA
1865	Erupción reportada inicialmente por Raymond; posteriormente PARODI & HANTKE (1966) así como SIMKIN & SIEBERT (1994) indican una erupción tipo central, explosiva con I.E.V. = 2.
1867	24 y 28 de mayo y catalogada de tipo central explosiva (I.E.V. = 2)
1869	Erupción de tipo central, explosiva con I.E.V. = 2, ocurrida en octubre de 1869.
1906	Erupción de tipo central, explosiva con I.E.V.= 2, ocurrida en octubre de 1906
1907	Erupción de tipo central, explosiva con I.E.V. = 2.
1912-1913?	Erupción que duró de 3 a 4 años; perjudicó sembríos y mató ganado; motivó que muchas familias trataran de establecerse en Arequipa. El volcán emitió cenizas negras cayendo inicialmente sobre el pueblo de Ubinas (al SE), girando luego al NE llegando a los pueblos de Chojata y Yalagua (BENAVENTE, 1997; diario El Pueblo, 1936); fue acompañada de movimientos sísmicos.
1923-1925?	Este evento duró casi tres años con niveles de actividad eruptiva variable. Cayeron cenizas grises que alcanzaron los caseríos de Para y Yalagua (NE del volcán; se asociaron sismos de baja intensidad. Flujos de barro y/o lahares en los flancos S y SE del volcán.
1936	Actividad fumarólica y emisión de cenizas grises, acompañado de movimientos sísmicos intermitentes de baja intensidad. Las cenizas cubrieron sembríos malogrando totalmente cosechas con una espesa capa; pánico en los pobladores exigiendo traslado del pueblo de Ubinas y anexos, a La Joya u otro lugar aparente (Diario El Pueblo, Arequipa, 11-01-36). Las características de sus depósitos hacen inferir un I.E.V.= 2 (RIVERA, M.A., 1998).
1937	08-05-37. Calda de cenizas que afectaron sembríos, así como gases sulfurosos afectaron matando ganado. Pueblo pide nuevamente reubicación en la irrigación La Según SIMKIN Y SIEBERT (1994), esta erupción tuvo un I.E.V. =2.
1951	Nubes de humo negro y ceniza cubrieron los campos, sembríos y mataron el ganado, asimismo manteniendo en zozobra constante a los vecinos de Ubinas y alrededores. Hubieron días enteros que las cenizas nublaron el cielo y tornaron el ambiente con fuerte olor sulfuroso. El 08-05-51 a las 6 de la tarde después de un ruido subterráneo, cantidad de humo negro y columnas de cientos de metros nublaron el cielo (diario El Pueblo, Arequipa). SIMKIN & SIEBERT (1994) indican una actividad del volcán el 23-07 de tipo central, explosiva con un I.E.V. = 2.
1956	PARODI & HANTKE (1966) y SIMKIN & SIEBERT (1994) indican que duró entre mayo y octubre del mismo año con emisión de cenizas (escorias finas), causando daños en los terrenos agrícolas del valle de Ubinas. I.E.V. = 2.
1969	Se inició el 16-05-69, caracterizándose por emisión de cenizas grises y alta actividad fumarólica, acompañada de gases. Provocó estragos en la agricultura y ganadería, ocasionando la muerte de cientos de cabezas de ganado vacuno y ovino por la contaminación de aguas de riego por las cenizas caídas. Provocó además hemorragias nasales y obstrucción de los oídos en muchos pobladores, causando 5 muertes. SIMKIN & SIEBERT indican un I.E.V.= 2.
1995-1996	Alta actividad fumarólica reportada desde diciembre de 1995 hasta mayo de 1996 en forma permanente, y hasta mediados de 1997 en forma discontinua (THOURET & RIVERA, 1996, RIVERA, 1998). Se caracterizó por "bocanadas" de gases o fumarolas (gases sulfurosos y vapor de agua), que se desplazaban por las mañanas y noches alcanzando alturas de 300-700 m por encima del volcán, con dirección NE.

ANO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA
VOLCÁN HUAYNAPUTINA	
1600	<p>Gran erupción pliniana e ignimbrítica ocasionó la muerte de más de 1500 personas (NAVARRO, 1994); repetidas caídas de tefras sepultaron 10 poblados (Quinistaquillas, Quinistacas, Omate, Coporaque, Moilón, Santa Cruz, Calicanto, San Juan de Dios, Gentilpata y Coalaque) con 1 m de grosor de la capa (DÁVILA J. & THOURET, J.C., 1999).</p> <p>Se trastornó la vida y el paisaje en un área elíptica de $\pm 90 \times 60$ km, en la región de Arequipa y Moquegua, donde el hambre, las epidemias y la miseria afectaron a todo el sur del Perú.</p> <p>Durante 28 horas flujos piroclásticos represaron el río Tambo formando dos lagos temporales de 16 y 28 km de largo (BARRIGA, 1951), cuya apertura posterior provocó lahares de gran volumen que arrasaron el valle medio e inferior del Tambo a lo largo de 120 km llegando al océano Pacífico; algunos de estos lahares fueron probablemente calientes (VÁSQUEZ DE ESPINOZA, 1942). Fuertes sismos entre el 18-02 y el 06-03 de 1600 d.C.</p> <p>Esta erupción indujo probablemente efectos climáticos globales (BRIFFA (1998) y DE SILVA y ZIELINSKY (1998), indican una disminución de $0,8^\circ$ en la temperatura del verano en el hemisferio norte). THOURET et al., (1999) y SIMKIN & SIEBERT (obtiene un I.E.V = 6).</p>
1667	Actividad explosiva con I.E.V= 2?, indicada por SIMKIN & SIEBERT (1994); sin embargo no se han encontrado evidencias en el campo.
VOLCÁN TUTUPACA	
1780	Acaecida en febrero, cuyas cenizas llegaron hasta Arequipa y Tacna. SIMKIN & SIEBERT (1994) indican una actividad de tipo explosiva, con un I.E.V. = 3.
1802	El 20 de marzo reventó el Tutupaca, que por cinco meses dejó cenizas en el aire, obscureciendo la atmósfera en Locumba, Tacna y Arica al SO del volcán, y varios días anduvieron a oscuras. SIMKIN & SIEBERT (1994) indican I.E.V. = 3, de naturaleza explosiva.
1862	SIMKIN & SIEBERT (1994), reportan una actividad explosiva acaecida entre abril y mayo de 1862, con un I.E.V. de 2.
1902	Última actividad histórica de tipo explosiva, registrada del volcán entre junio y noviembre de 1902 con I.E.V. = 2 (SIMKIN & SIEBERT, 1994).
VOLCÁN YUCAMANE	
1780?	Reventó en parte en 1787 (DEAN VALDIVIA, Arequipa, 1874). J.D. ZAMACOLA Y JÁUREGUI (1804) describen una erupción con una explosión formidable, que sus cenizas y ruido alcanzaron a más de cien leguas.
1787?	
1789?	
1790?	
OTROS VOLCANES	
(CON INFLUENCIA EN EL ÁREA DE ESTUDIO)	
Sabancaya ($15^\circ 47' S$; $71^\circ 51' O$)	
Actividad fumarólica muy notoria en 1986, 1988 y 1990 (hasta la fecha), que fue en aumento hasta llegar a una fase explosiva el 28-05-90, emisión de abundante ceniza, en el cual las frecuentes y violentas explosiones alcanzaron 4 km de altura por encima del cráter; la actividad fue disminuyendo paulatinamente hasta la actualidad.	
Tacora (norte de Chile): $17^\circ 43' S$; $69^\circ 46' O$	
Actividad fumarólica en 1930? y 1937?; caídas de piroclásticos finos que llegan a territorio peruano.	
Guallatire (norte de Chile): $18^\circ 25' S$; $69^\circ 10' O$	
Estrato volcán complejo con actividad explosiva en 1825, 1908?, 1913, 1959, 1960, 1985 y 1996, tipo central, con I.E.V: = 1 - 2 (SIMKIN & SIEBERT, 1994); en julio de 1996 se dieron emisiones de vapor blanco de la cumbre y flanco sur (Fidel, L. y otros, 1997).	

**MECANISMOS ERUPTIVOS Y PRODUCTOS VOLCÁNICOS DE LOS VOLCANES UBINAS,
TUTUPACA, MISTI, YUCAMANE Y HUAYNAPUTINA**

ESTRATIGRAFIA	GEOQUÍMICA		MECANISMOS O FASES ERUPTIVAS	PRODUCTOS VOLCÁNICOS
	SiO ₂ (%)	(Na ₂ O+K ₂ O) (%)		
VOLCÁN UBINAS				
Ignimbritas Pre-Ubinas: riolitas y traquiandesitas.	58,9 a 70,3	6,8 a 7,7	Efusiva y explosiva	Ignimbritas
Ubinas Antiguo: Lavas andesíticas	61,3 a 59,4	6,7 a 6,6	1. Efusiva 2. Extrusiva y explosiva 3. Explosiva	- Flujos y coladas de lava. - Extrusión de domos y colapso con emplazamiento - Flujos de cenizas y pómez.
Ubinas moderno:	57,46 a 64,7	5,7 a 7,8	1. Efusiva	- Flujos y coladas de lavas.
1) Lavas del cono de la cumbre: andesitas y dacitas. 2) Tefras de la caldera de la cumbre: lapille pómez y cenizas.	60,1 a 69,2	6,1 a 8,9	2. Explosiva tipo vulcaniana y pliniana freática y freato-magmática)	- Caída de tefras con emisión de cenizas y alta actividad fumarólica holocénica e histórica.
VOLCÁN TUTUPACA				
Secuencias TU-1 al TU-4 (Estrato-cono este)	57,6 a 61,2	5,8 a 7,2	- Efusiva.	- Coladas de lava y domo-lavas
Secuencias TU-5 al TU-10.	57 a 61,1	5,3 a 8,2	- Efusiva - Extrusiva	- Coladas de lavas. - Domos alineados.
Secuencias TU-11 al TU-13 (Estrato-cono este).	57,6 a 62,8	6 a 8,1	- Efusiva - Explosiva	- Flujos y coladas de lava - Flujos piroclásticos de bloques y cenizas. Flujos de pómez. Explosión lateral dirigida (Blast). Fumarolas actualmente.
VOLCÁN MISTI				
Ignimbritas Pre-Misti.	58	6,06	Explosiva	
Estrato-volcán Viejo Misti.	59 a 62	6 a 7	- Efusiva - Explosiva	- Flujos de lavas. - Avalancha de escombros y colapso de flanco.
Primer estrato-cono Misti Moderno.	56 a 63	5,5 a 7,5	- Efusiva - Extrusiva y explosiva	- Flujos de lavas - Depósito de avalancha por colapso de domo. Destrucción del 1er. estrato-cono.
Segundo estrato-cono del Misti Moderno.			- Efusiva - Explosiva	- Coladas de lava - Caída detefras y flujos piroclásticos rico en escorias; caída de escorias
Cono de la cumbre.			- Explosiva y fumarólica	- Caída de cenizas.

ESTRATIGRAFÍA	GEOQUÍMICA		MECANISMOS O FASES ERUPTIVAS	PRODUCTOS VOLCÁNICOS
	SiO ₂ (%)	(Na ₂ O+K ₂ O) (%)		
VOLCÁN YUCAMANE				
Fase I (Yucamane Chico)	58,5 a 64,5	4,9 a 6,8	- Efusiva	- Tres secuencias de flujos de lava
Fase II (Calientes?).			- Explosiva paroxismal	- Flujos piroclásticos de brechas y lapillis.
Fase III (C° Calientes).	56,2 a 65	5,3 a 7,4	- Efusiva - Explosiva - Extrusiva	- Cinco secuencias de coladas y flujos lávivos. - Flujos piroclásticos y caídas de ceniza. - Extrusión de lavas.
Fase IV: Yucamane.	53,1 a 66,2	4,3 a 6,8	- Efusiva y explosiva - Explosiva	- Flujos de lava del estratovolcán Yucamane. Volcán parásito en C° Mal Paso. - Caídas de ceniza Actualmente fumarolas.
VOLCÁN HUAYNAPUTINA				
Huaynaputina Antiguo.			- Efusiva y explosiva	- Lavas y depósitos del Cretáceo al Pleistoceno (Matalaque, Tacaza y Barroso)
Depósitos anteriores a 1600 d.C.			- Explosiva	- Avalancha de escombros. - Flujo de bloques y cenizas.
Depósitos de 1 600 d.C.	62 a 66	6,56 a 7,21	- Explosiva (pliniana e ignimbrítica)	- Caída de tefras - Flujos piroclásticos. - Oleadas piroclásticas y brechas.

El análisis geoquímico de elementos mayores en los productos volcánicos (lavas y piroclastos) muestra un volcanismo calco-alcalino rico en potasio, y su distribución lineal en los diagramas de Harker, son interpretados como una evolución del magma debido a un proceso de cristalización fraccionada (J. DÁVILA & J.C. THOURTET, 2000; M. A. RIVERA, 2000).

8.2 ESTADO DE LOS VOLCANES EN LA FRANJA N° 1

Según su actividad DE SILVA & FRANCIS (1991), diferencian los volcanes en cinco categorías de potencialmente activos: activos, fumarólicos, latentes, dormidos e inactivos.

Los **activos** son aquellos que muestran o han mostrado actividad magmática o freato-magmática en los últimos cien años;

Los **fumarólicos** muestran una persistente actividad fumarólica en el presente;

Los **latentes**: con evidencias morfológicas de una actividad reciente o con registros históricos de actividad.

Los **dormidos**: sin registros de actividad, sin evidencias morfológicas de reciente actividad; pero con evidencias de actividad en el Holoceno.

Los **inactivos o extintos**: cuya última actividad es reportada en el Mio-plioceno o pre-Mioceno.

En este contexto los volcanes potencialmente activos en la Franja N° 1 (y/o con influencia en el área en mención) son los que se indican en el Cuadro N° 8.3.

Cuadro N° 8.3
VOLCANES ACTIVOS Y POTENCIALMENTE ACTIVOS

CATEGORIA	VOLCANES
ACTIVO	Ubinas, Misti, Tutupaca, Sabancaya* y Guallatiri**.
FUMARÓLICO	Yucamane y Tacora**.
LATENTE	Huaynaputina, Ticsani, Casiri-Paucarani y Coropuna*.
DORMIDO	Chachani y Parinacota**.
EXTINTO	Muchas estructuras volcánicas

(*) Con influencia en el área de estudio.

(**) Volcanes chilenos

8.2.1 Volcanes Latentes y/o Dormidos con Actividad Volcánica en el Holoceno o Reciente

Algunos sistemas volcánicos no muestran o reportan actividad histórica, sin embargo muestran morfologías volcánicas tanto de depósito como de erosión asociadas a actividad reciente freatomagmática y lávica (Cuadro N° 8.4).

La más espectacular es la avalancha de escombros que generó el Ticsani Antiguo, el mismo que forma una gran escarpa, cuyo flujo es observado desde Quinistaquillas (río Tambo) hacia aguas arriba en el valle de los ríos Carumas, Putina y Cuchumbaya, y asimismo acumulaciones de tefras, de pómez y cenizas asociadas al emplazamiento de domos, que se observan hacia el lado SE del volcán.

Otras manifestaciones holocénicas de carácter lávico se han deducido por interpretación en imágenes satélites y han sido comprobadas en la reciente actualización de la Carta Geológica a escala 1:50 000, por encontrarse sobre depósitos morrénicos; como ejemplos se tienen las coladas de lavas fisurales del volcán Paucarani, volcán Nazaparco y volcán Vizcachas.

Cuadro N° 8.4
VOLCANES LATENTES Y/O DORMIDOS CON EVIDENCIA MORFOLÓGICA
Y/O ACTIVIDAD EN EL HOLOCENO

VOLCÁN	CARACTERÍSTICAS
Huaynaputina	Pequeño estrato-volcán erosionado con un anfiteatro en forma de herradura (2,5 x 1,5 km abierto hacia el este, río Tambo). Estratigrafía: 1) Secuencias volcánico-sedimentarias de la Fm. Matalaque del Cretáceo; 2) Flujos de lavas y depósitos piroclásticos (grupos Tacaza y Barroso); 3) Depósitos piroclásticos pre-1600 d.C.; 4) Depósitos piroclásticos de la erupción pliniana e ignimbritica de 1600 d.C.
Ticsani	Avalancha de escombros, en el sector norte del sistema Ticsani (Ticsani antiguo), donde se observa una gran escarpa en forma de media luna en los cerros Chiaraque y Señorame, cuyos depósitos de escombros fluyeron hasta el valle del río Tambo (aguas arriba de Quinistaquillas), donde se asientan los poblados de San Cristóbal, Calacoa, Cuchumbaya y Yojo) recorriendo cerca de 30 km; MARIÑO J. Y THORURET J.C. (2000) lo describen hacia aguas abajo con facies de lahar a lo largo del río Tambo. El Ticsani moderno destaca con la presencia de tres domos dacíticos. En su historia eruptiva moderna (MARIÑO J. Y THOURRET J. C., 2000) señalan la presencia de lavas en bloques, flujos piroclásticos de bloques y cenizas y presencia de tefras de pómez y cenizas recientes asociadas al emplazamiento de domos: 1) caída de lapillis de pómez encontrándose a 39 km al este del volcán en una secuencia de turba reciente sugiriendo una edad holocena; 2) caída de ceniza gris reconocida a 3,5 km al NO del último cráter, debajo de la ceniza del volcán Huaynaputina del año 1 600; 3) caída de pómez dispersos sobre las cenizas del Huaynaputina, indicando una erupción producida hace menos de 400 años. Fuentes termales en sus alrededores (río Putina-Calacoa principalmente, y otras menores (Soquezane, Cuchumbaya).
Nazaparco	Colada de lava oscura fisural, dentro de un cono antiguo, de la misma edad que secuencia lávica del Yucamane.
Nevados de Casiri y Paucarani	Estrato-volcán complejo con domos ríofíticos y flujo de lavas oscuras; azufreras y fuentes termales.
Chachani	Sistema compuesto por tres conos: cerros Nocarane y Los Peñones (más antiguos) y el Chachani (más joven) al centro; extrusión pasiva de un domo que presenta dos salidas diferentes podrían ser la última fase de la actividad volcánica. Se reportan fuertes ruidos en épocas de La Colonia (?); actividad hidrotermal en Yura, Socosani, Quiscos y cerca de Cañahuas.
Volcán Nevado Coropuna * (15°31' S ; 72°39' O)	Volcán complejo con actividad holocénica; flujos de lavas recientes de tipo fisural A (NUÑEZ, S, Y VALENZUELA, O., 2000), alcanzando distancias en un radio de 8.5 Km, y también bombas volcánicas en un radio de influencia que alcanzan los 7 km, en la misma dirección del flujo de lava. Es catalogado como latente (FIDEL L., MORCHE W. Y NUÑEZ S., 1997) con algunas fuentes termales, (temperatura entre 18 °C a 51 °C) distribuidas en su entorno; posee una gran área de cobertura glaciar; eventos volcanológicos podrían ocasionar un derretimiento de la capa de hielo que generarían lahares por quebradas que bajan hasta el río Majes, afectando poblados ribereños.
Parinacota (Chile/Bolivia): 18°10' S ; 69° 09' O	Estrato volcán con capa de nieve/hielo, cuya última erupción paroxismal se estima aproximadamente hace 13000 años (DE SILVA Y FRANCIS, 1991).

* Volcán con influencia en el área de estudio

8.3 ÁREAS AFECTADAS POR AMENAZAS VOLCÁNICAS

En los acápite anteriores del capítulo se han descrito las principales características de los volcanes considerados activos y latentes o dormidos, tanto en su historia eruptiva histórica, sus mecanismos de erupción y los productos que generan.

De acuerdo a esto los principales tipos de productos, en términos de amenaza volcánica, que se pueden dar y/o han ocurrido dentro de la Franja N° 1, se muestran en la Lámina N° 5, para los volcanes considerados potencialmente activos, siendo estas:

- Caída de tefras
- Flujos piroclásticos
- Avalancha de escombros
- Flujos de lavas
- Lahares
- Explosiones laterales dirigidas (blast)

Otros tipos de amenazas volcánicas se refieren a:

- **Sismos volcánicos:** Podrían acelerar algunos deslizamientos como los existentes en Querapi, Cochitayoc y Anascapa (volcán Ubinas) y también flujos de detritos; deslizamientos de Pallata y El Rodado y otros en el valle del río Callazas, deslizamientos y derrumbes de Camilaca (Tutupaca/Yucamane); el flanco NO del volcán Misti, y flanco SE del volcán Ubinas.

Los sismos ocurridos entre el 18-02 y 06-03 de 1600 d.C. por la erupción del Huaynaputina, produjo el colapso de catedrales y casas en el área de Arequipa.

- **Emisión de gases:** Al igual que otros estrato-volcanes en el mundo, es probable que el volcán Ubinas emita gases similares, produciendo molestia a la vista y sistema respiratorio de las personas y animales. Acumulación de gases venenosos (SO_2 y CO), en las depresiones topográficas de los flancos S y SE provocarían muerte por asfixia e intoxicación, en personas y animales de los caseríos de Querapi y Sacohaya.
- **Ondas de Choque:** La fuerza destructiva que generen dependerá del tipo de erupción y de la cercanía al cono activo y de las barreras topográficas que existan. Pueden afectar áreas pobladas (rotura de vidrios, lanzamiento brusco de personas) y áreas agrícolas (caída de árboles).

Las principales amenazas reconocidas se describen en los Cuadros N° 8.5 y 8.6

Cuadro N° 8.5

AMENAZAS POR CAÍDA DE TEFRAS, FLUJOS PIROCLÁSTICOS Y AVALANCHA DE ESCOMBROS

VOLCÁN	POR CAÍDA DE TEFRAS	POR FLUJOS PIROCLÁSTICOS	POR AVALANCHA DE ESCOMBROS
Ubinas	Basado en los depósitos holocénicos y las erupciones históricas, RIVERA, M.A., (1998), define: 1) Un área circular en un radio de 3,2 Km alrededor del volcán con caída de cenizas, lapilli y bloques balísticos (Amenaza Alta); 2) Acumulación de cenizas y lapilli entre los 3,2 y 14 km, afectando viviendas de caseríos y poblados, tierras de cultivo, pastizales, ganado (Amenaza Media) y 3) Tefras del tamaño de cenizas en un radio aproximado de 4,5 km alrededor del cráter (Amenaza Baja)	Una erupción pliniana o subpliniana podría canalizar flujos de cenizas, y/o de pómez por las quebradas que bajan a los ríos Ubinas y Para, afectando tierras de cultivo y caseríos. Basado en los flujos de cenizas que afloran en la quebrada Infemilillo y del sector de Tomohoya, San Miguel y Huatagua, estos podrían recorrer distancias superiores a los 8 km del cráter. La presencia de coladas de escorias en el flanco O, NO, NE y N del volcán presumen su producción en caso de una erupción vulcaniana en un radio de 3,5 km alrededor del cráter.	Flanco SE inestable, subvertical, fracturado (fracturas N30°-35°O) y compuesto por rocas muy alteradas; en caso de ocurrir un sismo > 5 Mb de una erupción violenta o del colapso o derrumbe de la pared sur, generando avalanchas de escombros canalizadas por las quebradas Sacuaya, Volcanmayo Chiflón recorriendo una distancia ? 8 km, llegando hasta la parte baja del valle de Ubinas.
Misti	De acuerdo a la isótopa de la caída de cenizas del siglo XV y del análisis estadístico de vientos (SUNI, J.A., 1998) señala un eje mayor de dispersión hacia el N y NE en una columna de erupción superior a los 3 km. Estas podrían provocar asfixia por permanecer varios días suspendidas en la atmósfera y problemas cardiovasculares; probables incendios. Caída pliniana de lapilli de pómez hasta una distancia de 23 km alrededor del cráter (columnas de 15-20 km), sobre todo con direcciones de viento hacia el O y SO; según las caídas plinianas de los años 340 a.C. y 200 d. C. pudiendo llegar hasta 50 cm de grosor en la ciudad de Arequipa.	Por la geometría de los cráteres abiertos hacia el sur, se prevé flujos piroclásticos hacia el flanco empinado sur, confinados a los valles y quebradas hacia el N y NE de Arequipa. La destrucción de domos producirían flujos de bloques y cenizas con recorridos de 8 a 12 km, pudiendo alcanzar a los pueblos jóvenes ubicados al NE de Arequipa. Flujos pumílicos con 4 a 8 km más corriente abajo en áreas de Chiguata y Arequipa.	De ocurrir derrumbes a lo largo de fracturas en los flancos escarpados oeste y sur, subsecuentes avalanchas de escombros impactarían el valle del río Chili perjudicando las instalaciones de las cinco estaciones hidroeléctricas de Charcani, y extenderse aguas abajo.
Tupaca	Proyecciones balísticas y tefras llegando hasta 1 m de grosor, en un radio de 5 km (Amenaza Alta); hasta 40 km tefras entre 1 m y 15 cm (Amenaza Media) y tefra menor de 5 cm abierta con dirección SSE NNE (Amenaza Baja)	Con los depósitos encontrados se pueden inferir flujos de bloques, cenizas y pómez en todos los flancos del volcán, recorriendo por quebradas y ríos que nacen de él, llegando hasta el río Callazas al este, río Tacalaya al oeste, hacia el norte limitado por los cerros Ichocollo y hacia el sur en las pampas de Turun Turun y Oconchay.	Podrían ocurrir en las caras oeste y sur debido al intenso fracturamiento observado en estos flancos.
Yucamane	Proyecciones balísticas y tefras llegando hasta 1 m de grosor, en un radio de 5 km (Amenaza Alta); Hasta 15 km tefras al SSE, llegando hasta 15 cm de grosor (Amenaza Media), perjudicando viviendas en áreas pobladas de Candarave y caseríos menores, tierras de cultivo, pastizales y ganadería, canales de riego y entre 15 y 40 km tefra menor de 5 cm (Amenaza Baja).	Pueden afectar todos los flancos del volcán canalizándose por quebradas y ríos que nacen del volcán.	
Huaynaputna	Una erupción de gran magnitud similar a la ocurrida en 1800, generadora de caídas de tefras, flujos y oleadas piroclásticas, causarían enormes estragos en un área actualmente mayor poblada, donde habitan más de 25 000 personas (Arequipa y Moquegua), principalmente los poblados situados en el valle de Ormate (Quinistacas, Ormate, Coataque y poblados menores) y río Tambo (Quinistaquillas, Matalaque y anexos) y áreas agrícolas.		

Cuadro N° 8.6
AMENAZAS POR FLUJOS DE LAVA, DOMOS DE LAVAS, FLUJOS DE LODO (LAHARES)
Y EXPLOSIONES LATERALES DIRIGIDAS (BLAST)

VOLCÁN	POR FLUJOS DE LAVAS	POR DOMOS DE LAVAS	POR LAHARES	POR EXPLOSIONES LATERALES DIRIGIDAS (BLAST)
Ubinas	El volcán Ubinas ha emitido flujos de lava durante el Pleistoceno hasta inicios del Holoceno, actualmente es poco probable, debido a su semejanza en el contexto geo-volcánico con muchos volcanes de la zona volcánica de los Andes centrales (Sabancaya, Huaynaputina, Misti). De ocurrir una erupción efusiva, las lavas formadas tendrían que rellenar la caldera, para luego desplazarse por el flanco N NO y NE, en un radio de 5 km, generalmente en áreas deshabitadas.	Es más probable la formación de domo de lava, cuya mayor amenaza asociada, radica en los flujos piroclásticos producidos por explosiones o colapsos, como los flujos de bloques y cenizas encontrados en la parte baja del valle de Ubinas (Tonohoya y quebrada Infiernillo), siendo el peligro alto.	Recomendarían las quebradas de los flancos S y SE con dirección al río Ubinas y Tambo, hasta una distancia > 10 km, destruyendo todo lo que encuentre a su paso (terrenos agrícolas y poblados como Ubinas, Tonohoya, San Miguel y Huatahua, ubicadas en las márgenes de la quebrada Chillón y río Ubinas. Su ocurrencia es muy alta aún sin actividad eruptiva (RIVERA, M.A., 1998).	Los depósitos y estructuras volcánicas no indican que se hayan producido. Al ser un evento volcánico que se da mayormente en estrato-volcanes con flancos débiles, podría ocurrir en el flanco sur por el crecimiento de un domo en la parte interna del volcán.
Misti		Repetidos episodios de desarrollo y destrucción de domos han originado avalancha de domos y flujos de bloques y cenizas, incluyendo oleadas piroclásticas, debidas a fenómenos de colapso. Estos podrían repetirse.	Durante los últimos siglos los lahares y/o tormentas de lodo han afectado las quebradas radiales, llegando a recorrer hasta 12 km (ej. quebrada Huarangal), área donde actualmente se están expandiendo los PP. J.J. de Arequipa. Si se produjeran por fuertes lluvias o fusión de nieve el grosor de los depósitos sería de 3 a 5 m en el punto de cambio de pendiente del piedemonte.	
Tupiza	Los efectos de los flujos de lava no serían mayores debido a que no se encuentran áreas muy pobladas y tierras de cultivo (sobre los 4 000 msnm), salvo los anexos de Tacalaya, Turun Turun y Quillacá, tuberías de agua de la SPOC que atraviesan las quebradas de Zuripujo, Azufre Grande y Azufre Chico, así como la red vial existente en las cercanías.	Se han localizado agujas de lava en la cara sur del estrato-como oeste, que podrían ser apéndices de un domo tipo peleleano.	Por la presencia de pequeños glaciares y acumulaciones de nieve en el pico oeste, se podrían producir lahares que fluirían por el río Tacalaya afectando caseríos menores y pastizales.	La erupción histórica de 1802 (?) fue provocada probablemente por un blast, destruyendo la cara NE del estrato-quebrada Tapicirca al norte y noroeste como este, erosionando y rellenando la quebrada Tapicirca al norte y noroeste hasta unos 10 km del cráter FIDEL Y ZAVALA, 1999). Si volviera a suceder en el cono este afectaría una área deshabitada, sólo compromete carretera y tubería de SPOC.
Yucamaire	De acuerdo a la morfología actual afectarían las partes altas del volcán descendiendo por las quebradas Honda, Chalcapifa, Centricahua, los ríos Calientes y Callizas; hacia la parte norte sólo rellenarían depresiones. Sus efectos serían sobre áreas de cultivo sobre los 3 200 msnm, y los poblados de Palata, Yucamaire Pampa y Totora y caseríos menores. Podría represar el río Callizas y Calientes.		No se observan muchas evidencias de lahares en el pasado, observándose sólo en la quebrada Callizas; de ahí que de repetirse serían de poca magnitud.	
Huaynaputina		El domo de lava al borde norte de la caldera y los gruesos depósitos de bloques y cenizas, sugieren la formación de domos anteriores a la erupción de 1800 d.C., los cuales fueron destruidos durante esta erupción	Los dos represamientos del río Tambo ocurridos el 20-02-1600 (que se desembalsó probablemente después de 26 horas) y el del 27-02-1600, generaron lahares de gran volumen.	

8.4 VIGILANCIA Y MONITOREO DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Aunque es imposible detener una erupción volcánica, existen técnicas de vigilancia de volcanes que van desde la «observación visual», hasta métodos de control con instrumentación y equipos sofisticados en geofísica (sísmica, geoelectricidad, geomagnetismo y gravimetría, etc.), geodesia (deformación) y geoquímica (de fuentes termales y gases), que ayudan a predecir una reactivación.

En los últimos años se ha incrementado la vigilancia de los volcanes en el sur del país, habiéndose desarrollado los siguientes trabajos de monitoreo, principalmente en los volcanes Misti y Ubinas (Cuadro N° 8.7), como también en el Sabancaya; para los otros volcanes activos Tutupaca y Yucamane sólo se tiene conocimiento de estudios geoquímicos y geotermometría de las áreas termales de Tacalaya, Callazas, río de Calientes y Ancocollo, existentes en sus alrededores.

ESTUDIOS DE VIGILANCIA DE LA ACTIVIDAD VOLCÁNICA EFECTUADOS

VOLCÁN UBINAS
Vigilancia visual con observación de las fumarolas entre diciembre de 1995 y junio de 1996. Se distinguió vapor de agua y gases calientes que emanaban de 6 orificios ubicados en el cráter actual.
En ocasiones la altura promedio de las fumarolas alcanzaron de 1 a 1,5 km de altura.
En mayo de 1996 se instalaron 03 sismógrafos en los flancos del volcán (un analógico al oeste del cráter y dos digitales en los flancos N y SE respectivamente); se registraron alrededor de 70 sismos de tipo volcánico o de baja frecuencia y alrededor de 50 sismos volcano-tectónicos por día con magnitudes <1, y algunos tremores disarmónicos.
Medidas de deformación realizadas en julio de 1996 con GPS, ubicando puntos en los flancos SE, N y NO.
Muestreo de aguas de las fuentes termales de Ubinas (29 °C) y Huarina (37-39 °C), para análisis geoquímicos. Durante la crisis de diciembre de 1996-Junio de 1997, la temperatura del agua aumentó hasta 45 °C.
09 perfiles radiales con un total de 85 km de mediciones de potencial espontáneo cada 100 m, donde se reportan características similares a las observadas en otros volcanes activos de la región (GONZÁLES, K., MACEDO, O., FINIZOLA, A. & OTROS, 2000)
Medición del CO ₂ en los gases del suelo realizados en la cumbre sobre el piso de la caldera.
Cartografía térmica a infrarrojos del fondo del cráter (300 m de profundidad) muestra 6 zonas calientes por donde salen permanentemente gases volcánicos, en algunos casos con notable presión y altas temperaturas (una de las zonas alcanza 444 °C); coincidiendo con las direcciones de estructuras regionales (N 150°) sobre el piso de la caldera se ha obtenido algunos valores > 1 800 ppm de CO ₂ .
VOLCÁN MISTI
157 km de mediciones de potencial espontáneo (cada 100 m) en 10 perfiles distribuidos en forma radial, cubriendo todo el edificio volcánico, pusieron en evidencia una anomalía negativa en la parte inferior del estrato-cono, entre el potencial espontáneo y la elevación (por flujo descendente de agua infiltrada) y una correlación positiva en la parte superior del mismo cono (por flujo ascendente de fluidos hidrotermales). El límite que separa estas dos zonas (hidrogeológica e hidrotermal) situado entre 4 000-4 650, puede estar relacionado a una caldera antigua (RAMOS D., FINIZOLA A., MACEDO O. & OTROS, 2000).
Análisis de gases del suelo y fumarolas, encontrándose mayor concentración de CO ₂ fuera de la zona hidrotermal.
Estación sísmica telemetrada (IGP-Cayma) que funciona desde el 15-02-98; esta estación ha registrado eventos sísmicos de alta y baja frecuencia de período largo, los cuales no se encuentran relacionados al edificio volcánico. Para el procesamiento de datos se utiliza el programa SISAMALP.

Capítulo IX

PELIGRO SÍSMICO

9.1 SISMICIDAD

El territorio peruano está ubicado en una de las regiones de más alta actividad sísmica que existe en la tierra; por lo tanto, está expuesto a probables fenómenos sísmicos de gran magnitud, con la consecuencia de pérdidas de vidas humanas y materiales de consideración. Debido a esto es necesario efectuar estudios que nos permitan conocer el probable comportamiento de estos fenómenos, para así poder planificar y mitigar los grandes efectos que causan. Una de las formas, es mediante la evaluación del peligro sísmico en términos probabilísticos; es decir, predecir las posibles aceleraciones que podrían ocurrir en un lugar determinado.

El sur del Perú, por su ubicación en el borde occidental de Sudamérica, se encuentra en el área de influencia del proceso de convergencia de las placas de Nasca y Sudamericana, caracterizada por su alta sismicidad y la ocurrencia eventual de sismos destructivos.

La sismicidad puede ser dividida en dos grupos: el primero y más importante, está relacionado con la sismicidad, asociada al proceso de subducción de la placa de Nasca por debajo de la placa Continental; esta actividad libera aproximadamente el 90 % del total de la energía sísmica anual, siendo generalmente el más frecuente y de grandes magnitudes.

El segundo grupo, considera la sismicidad producida por deformaciones y está asociada a los fallamientos tectónicos activos existentes en el Perú; esta actividad sísmica es de menor frecuencia y de magnitudes moderadas.

En el presente capítulo, se efectúa una revisión de 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 puedan ocurrir en la región de la Franja N° 1, a fin de contribuir en la zonificación del peligro sísmico y consecuentemente a la prevención de daños.

El área de estudio comprende los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y parte del de Puno.

9.1.1 Historia Sísmica

El sur del Perú (departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y Puno), ha sido afectado por grandes sismos ocurridos en los años 1604, 1687, 1715, 1784, 1868 y 1877, el primero y los dos últimos originaron maremotos (tsunamis), que afectaron a toda la costa, los mismos que se detallan en el Cuadro N° 9.1. Se calcula que los sismos de los años 1868 (epicentro localizado cerca de Arica) y 1877 (epicentro localizado cerca de Iquique), tuvieron una magnitud de 8,5.

La Fig. N° 8 muestra las líneas isosistas del terremoto del 24 de noviembre de 1604.

En la Fig. N° 9, se muestran las curvas isosistas del sismo del 13 de agosto de 1868 (KAUSEL, 1981).

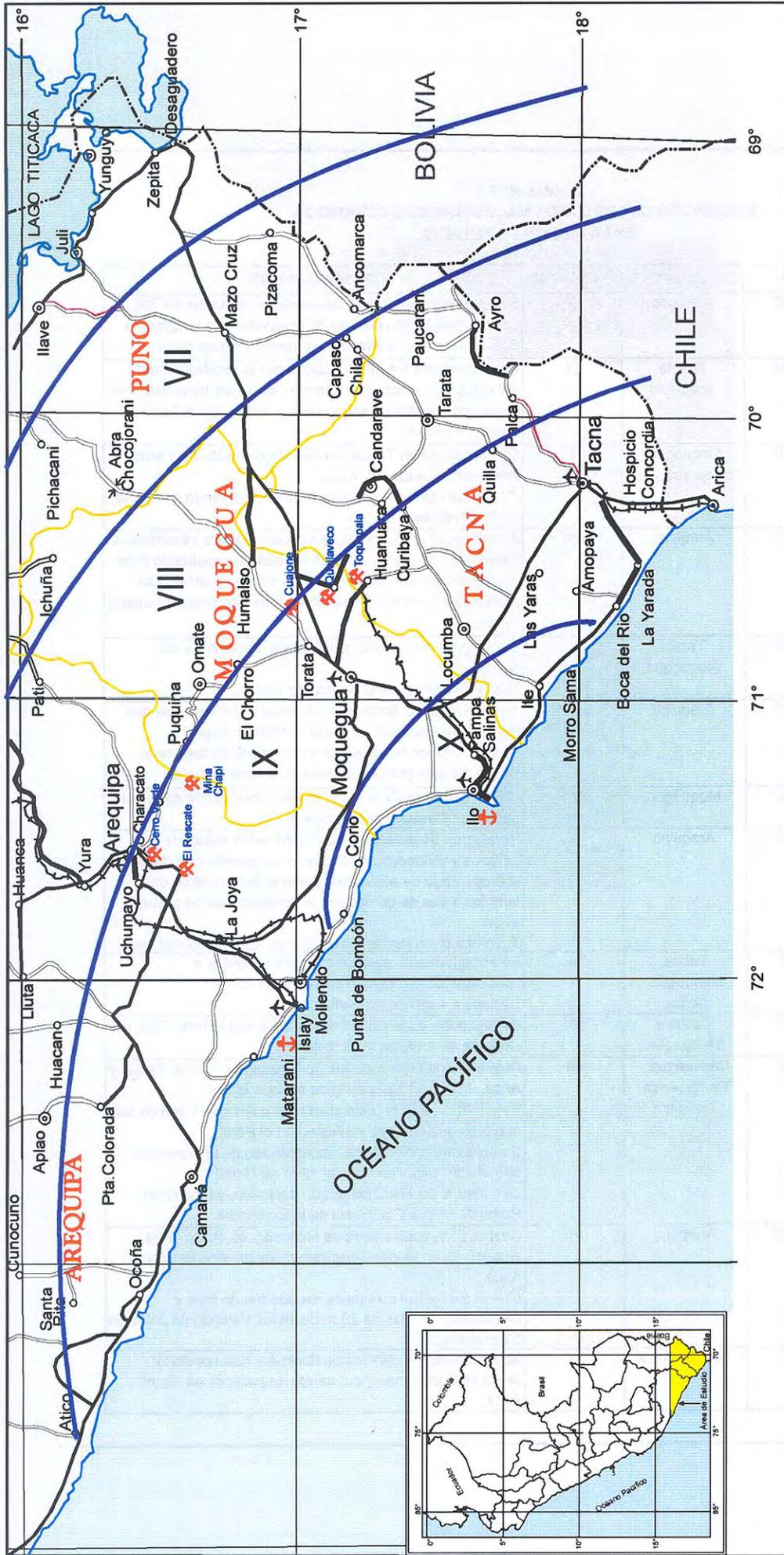
Desde el año 1868 hasta la fecha, no se han producido sismos de gran magnitud en esta zona del país, por ello se considera a este lapso de tiempo, como una zona de brecha, gap o silencio sísmico, la misma que se define como una zona geográfica sísmica, donde ha transcurrido un tiempo muy largo sin que se haya experimentado un sismo importante, por lo que en el futuro podría producirse un sismo de características similares a los ya ocurridos anteriormente.

Historia Sísmica de la Franja N° 1

La historia que se conoce con relación a acontecimientos sísmicos ocurridos en el Perú, según datos históricos disponibles, indican una intensa actividad sísmica en la Franja N° 1, ocurrida entre los siglos XVI y XX.

Los sismos históricos más significativos y algunos destructivos que han ocurrido en el área de influencia, se describen en el Cuadro N° 9.2. Este cuadro está basado principalmente en el trabajo de SILGADO E. (1978), que describe los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú entre 1582 y 1979, en la información proporcionada por el Instituto Geofísico del Perú (1998), así como en el catálogo de sismos del Centro Regional de Sismicidad e Ingeniería Sísmica - CERESIS.

En los últimos 400 años, la región sur del Perú ha sido afectada con variable severidad por más de 30 terremotos, es importante mencionar que la ciudad de Arequipa en los últimos 35 años ha soportado la violencia de terremotos en 1958, 1960 y 1979, las figuras N° 10 y 11 muestran las líneas isosistas de los terremotos del 15 de enero de 1958 y del 13 de enero de 1960 respectivamente, es decir que, se trata de una región cuyas condiciones naturales se caracteriza por un nivel de peligro sísmico destructivo, que es necesario evaluar en el tiempo y espacio.



LEYENDA

- Carretera principal
- Carretera secundaria
- +++++ Línea férrea
- Límite departamental
- Capital de departamento
- ⊙ Capital de provincia
- Ciudades importantes
- Puertos principales
- ✚ Ubicación de minas principales
- ✚ Aeropuertos

Mapa de Líneas Isosistas del sismo del 24 de noviembre de 1604

Fig. N° 8

Cuadro N° 1.1
DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS MACROSÍSMICOS OCURRIDOS
EN LA REGIÓN DE ESTUDIO

FECHA	HORA	LOCALIDADES	INTENSIDAD	OBSERVACIONES
1582-01-22	11:30'00"	Arequipa	X	Dejó en ruinas la ciudad, causando el derrumbe de 300 casas, pereciendo más de 35 personas. Los templos de San Francisco y La Merced, sufrieron severos daños.
1600-02-19	16:00'00"	Omate Arequipa	IX	Cuyo epicentro fue en Moquegua por la explosión fuerte del volcán Huaynaputina (Omate), en cuyas inmediaciones quedaron sepultados seis o siete pueblos. El río Tambo quedó represado.
1604-11-24	13:30'00"	Moquegua, Tacna Arequipa	X	Con epicentro en Tacna, arruinó las ciudades de Tacna, Arequipa, Moquegua y Arica. El mar se salió en el puerto de Arica, causando la muerte de 23 personas.
1715-08-22	19:00'00"	Arequipa	XII	Averió casas en Arequipa, quedando algunas inhabitables. Derrumbes de partes altas de los cerros, sepultando a los pequeños pueblos situados en las colinas y valles. Las réplicas se siguieron sintiendo en forma continua durante 2 meses.
1716-02-06	00:00'00"	Tarata Moquegua		Causó gran mortandad, salvándose únicamente una persona. Destruyó totalmente el pueblo de Tarata.
1725-01-08	8:00'00"	Arequipa	VII	Se estremeció la tierra, con tal estruendo y violencia que las personas apenas se podían sostener de pie. Destruyó varios templos y la mayor parte de las casas. Hubo una gran polvareda que cubrió toda la ciudad.
1725-03-27	13:00'00"	Moquegua	VII	Conmoción en toda la costa sur del Perú. Sufrió daños el pueblo de Camaná, saliéndose el mar.
1784-04-13	07:36'00"	Arequipa	X	Perecieron 54 personas. La ciudad sufrió ruinas de edificios y viviendas, cayó el arco del puente y se deterioró el empedrado de sus calles. Hubo el derrumbe de dos templos antes de que ocurra el terremoto, como previo aviso. Tuvo una duración de 4 a 5 minutos con varias réplicas.
1831-10-08	21:15'00"	Tacna, Moquegua, Arica	VII	En Arica hubieron muchos muertos y heridos a consecuencia del desplome de varias casas. Se llegó a sentir hasta Bolivia.
1833-09-18	05:45'00"	Tarata y Moquegua	VII	Redujo parte de la ciudad de Tacna a escombros. Dejó un saldo de 18 muertos y 25 heridos.
1868-08-13	16:45'00"	Moquegua, Tacna ,Arica, Arequipa	XI	Dejó en ruinas las ciudades de Moquegua, Tacna, Tarata y Arica. Murió 180 personas en todo el Sur. Según el Dr. J.Polo "este sismo pudo ser como uno de los mayores que se haya verificado en el Perú". Su epicentro fue en Arica, acompañado de un Tsunami que afectó Arica con olas de 12 m de altura. La Catedral de Arequipa quedó destruida, así como el Portal de Flores y la Iglesia de la Compañía.
1877-05-09	20:28'00"	Arequipa	VII	Destruyó las poblaciones de Mollendo, Ilo, Arica. Fue seguido de un tsunami que inundó los puertos de Ilo y Arica. Más al sur fueron arrasados los puertos de Pica y Mejillones, con olas de 20 m de altura, dejando un saldo de 33 muertos.
1908-05-16	12:50'00"	Tacna y Arica	VII	Sacudida de dos minutos de duración, que ocasionó desplomes de casas y cuarteado de paredes en Tacna y Arica.

FECHA	HORA	LOCALIDADES	INTENSIDAD	OBSERVACIONES
1913-07-28	01:40'00"	Chala y Mollendo	VIII	Violento sismo en la costa sur del Perú, entre los puertos de Chala y Mollendo. Ocasionó la rotura de tres cables submarinos, debido al deslizamiento del talud submarino, según Cía. Americana de Telégrafos.
1934-12-04	12:40'00"	Frontera Perú-Chile	VII	Fuerte movimiento sísmico en la frontera Perú-Chile. En la ciudad de Tacna ocasionó ligeros deterioros en muchas paredes de casas antiguas. Hubo indicios de una marejada en el puerto de Arica.
1948-05-11	03:56'00"	Arequipa, Moquegua, Tacna	VII	Dejando un saldo de 1 muerto y 66 heridos, los efectos destructores fueron dentro de un área aproximada de 3 500 km ² .
1958-01-15	14:14'00"	Arequipa	VIII	Causó 28 muertos y 133 heridos. Todas las casas construidas a base de sillar sufrieron averías, resistiendo los inmuebles construidos a partir de 1940 y los edificios modernos. Afectó a los distritos de Tiabaya, Sabandía, Miraflores y Yarabamba. Hubo gran polvareda, daños al ferrocarril y Carretera Panamericana Sur. Agrietamientos con eyección de aguas.
1958-07-26	12:38'00"	Arequipa		Fuerte sismo en la ciudad de Arequipa que causó alarma y roturas de la tubería matriz que conduce el agua potable del manantial de la Bedoya-Distrito de Chihuata.
1960-01-13	10:40'00"	Arequipa	IX	Pericieron 63 personas y quedaron centenares de heridos. La población de Chuquibamba quedó en escombros. Sufrieron destrucción las viviendas construidas a base de sillar. En Mollendo hubo caídas de cornisas. La carretera a Puno y a las diversas localidades del departamento, quedaron inutilizadas. Hubo polvareda oscura y densa en la ciudad.
1960-04-09	18:54'00"	Arequipa y áreas vecinas		Violenta réplica del terremoto del 13 de enero. Sacudió la ciudad de Arequipa y otras poblaciones vecinas. En la ciudad cayeron cornisas ya removidas. Sufrieron daños algunos interiores de viviendas. Rajaduras de paredes y techos en la zona antigua de Miraflores.
1964-01-26	04:09'00"	Arequipa	V - VI	En Arequipa hubieron 4 heridos y deterioro de varias casas ya afectadas por sismos anteriores. Derrumbes en la carretera Arequipa-Juliaca y en el km 20 de la carretera Vitor-Siguas.
1965-07-30	00:45'00"	Arequipa	IV-V	La población de la ciudad de Arequipa fue despertada por un fuerte sismo de larga duración que causó pánico.
1979-02-16	10:08'00"	Arequipa	VII	Se sintió con mayor intensidad (VI) en Mollendo, La Planchada, La Joya, Punta de Bombón, Sigwas, Uchumayo y Camaná, sufriendo daños en sus viviendas.

Fuente : E. Silgado (1978)

Catálogo de Intensidades Sísmicas CERESIS (1471 - 1981)

Intensidades

A partir de la información (macrosísmica), se han confeccionado los mapas de líneas Isosistas de algunos sismos destructores que han tenido incidencia sobre la Franja N° 1, donde se emplazan las ciudades importantes de Arequipa, Moquegua, Tacna y



LEYENDA

- Carretera principal
- Carretera secundaria
- +—+— Línea férrea
- Límite departamental
- ⊙ Capital de departamento
- ⊙ Capital de provincia
- Ciudades importantes
- ⊕ Puertos principales
- ✳ Ubicación de minas principales
- ✈ Aeropuertos

Mapa de Líneas Isosistas del Sismo del 13 de agosto de 1868



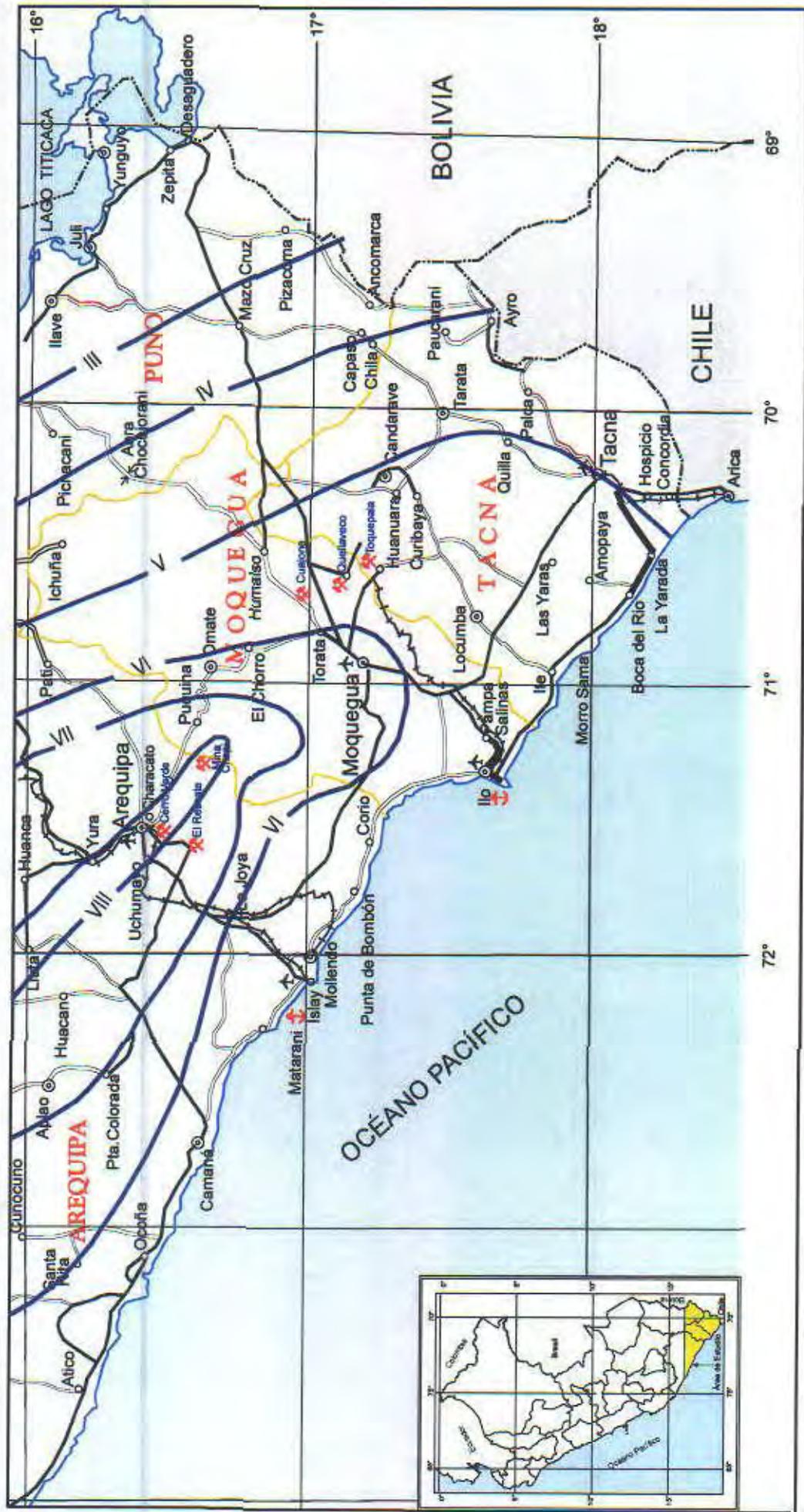
Fig. N° 9



LEYENDA

- Carretera principal
- Carretera secundaria
- +++++ Línea férrea
- Límite departamental
- ⊙ Capital de departamento
- ⊙ Capital de provincia
- Ciudades importantes
- ↕ Puertos principales
- ✳ Ubicación de minas principales
- ✈ Aeropuertos

Mapa de Líneas Isosistas del Sismo del 15 de enero de 1958



LEYENDA

- Carretera principal
- Carretera secundaria
- + + + + Línea férrea
- Límite departamental
- ⊙ Capital de departamento
- ⊙ Capital de provincia
- Ciudades importantes
- ⚓ Puertos principales
- ✡ Ubicación de minas principales
- ✈ Aeropuertos

Mapa de Líneas Isosistas del Sismo del 13 de enero de 1960

Fig. N° 11

parte de Puno. Estos mapas permiten ver la cuantificación de los daños producidos de acuerdo a las intensidades.

Cuadro N° 9.2

FECHA	HORA	COORDENADAS		MAGNITUD (MS)	INTENSIDAD (MM)	PROFUNDIDAD (Km)
		LATITUD	LONGITUD			
22-01-1582	11:30'	16°30'	73°30'	7,9	X	30
24-11-1604	13:30'	18°00'	71°50'	8,4	X	80
13-05-1784	07:36'	16°05'	72°00'	8	X	70
10-07-1821	13:00'	16°00'	73°00'	7,9	VII	90
13-08-1868	16:45'	18°05'	71°20'	8,6	X	---

De acuerdo a lo mostrado en el Cuadro N° 9.1 los sismos más importantes que afectaron la región y cuya historia se conoce, son los que se muestran en el Cuadro N° 9.2.

De la información del Cuadro N° 9.1, se ha determinado que la intensidad máxima en la Escala Modificada de Mercalli (E.M.M.), de los sismos que han ocurrido en la Franja N° 1, varía entre VII a y grados.

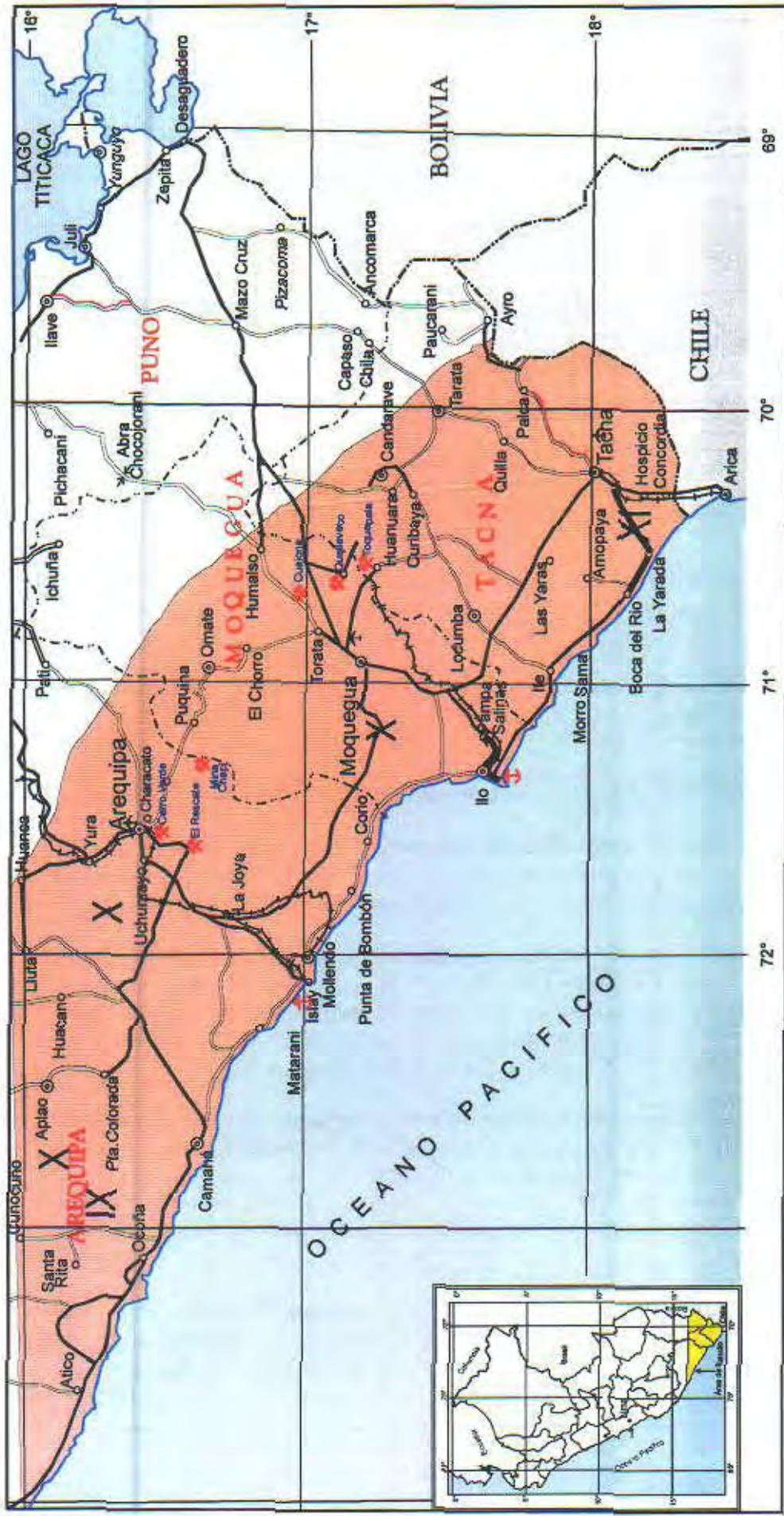
Esta información es congruente con la mostrada en los siguientes mapas:

Mapa de Distribución de los Sismos Destruidores 1555-1974, elaborado por SILGADO E. –1978, (Fig. N° 12), según esta referencia, podemos observar que el área de estudio ha sido afectada por terremotos con intensidades probables entre IX y X.

Mapa de Distribución de Máximas Intensidades, elaborado por HURTADO A. y LOGA M. Proyecto SISRA – CERESIS – 1984 (Fig. N° 13), según esta referencia, el área de la Franja N° 1, correspondería a una zona con intensidades máximas entre V y X, observándose una mayor extensión de aproximadamente 50% con valores de IX. Se mencionan valores extremos de carácter local cercanos a la ciudad de Arequipa.

Mapa de Zonificación Sísmica del Sur del Perú – Reglamento Nacional de Construcciones – 1982 (Fig. N° 14), según esta referencia la región sur del Perú se considera dividida en dos zonas de las tres clasificadas, de acuerdo a la sismicidad observada y la potencialidad sísmica de dichas zonas, se ha determinado a la Zona 1 de sismicidad alta. (Dptos. de Arequipa, Moquegua y Tacna) y la Zona 2 de sismicidad media (Dpto. de Puno).

Existe semejanza entre el Mapa de Distribución de Intensidades presentado y el Mapa de Zonificación Sísmica del Perú de las normas de diseño sismo-resistente en vigencia. La Zona 3 (sismicidad baja), coincide con la zona de intensidades menores de IV. La



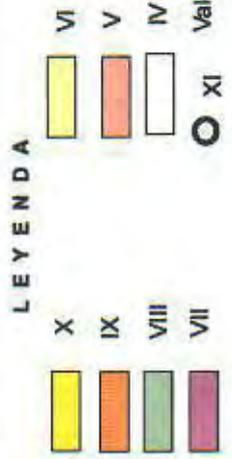
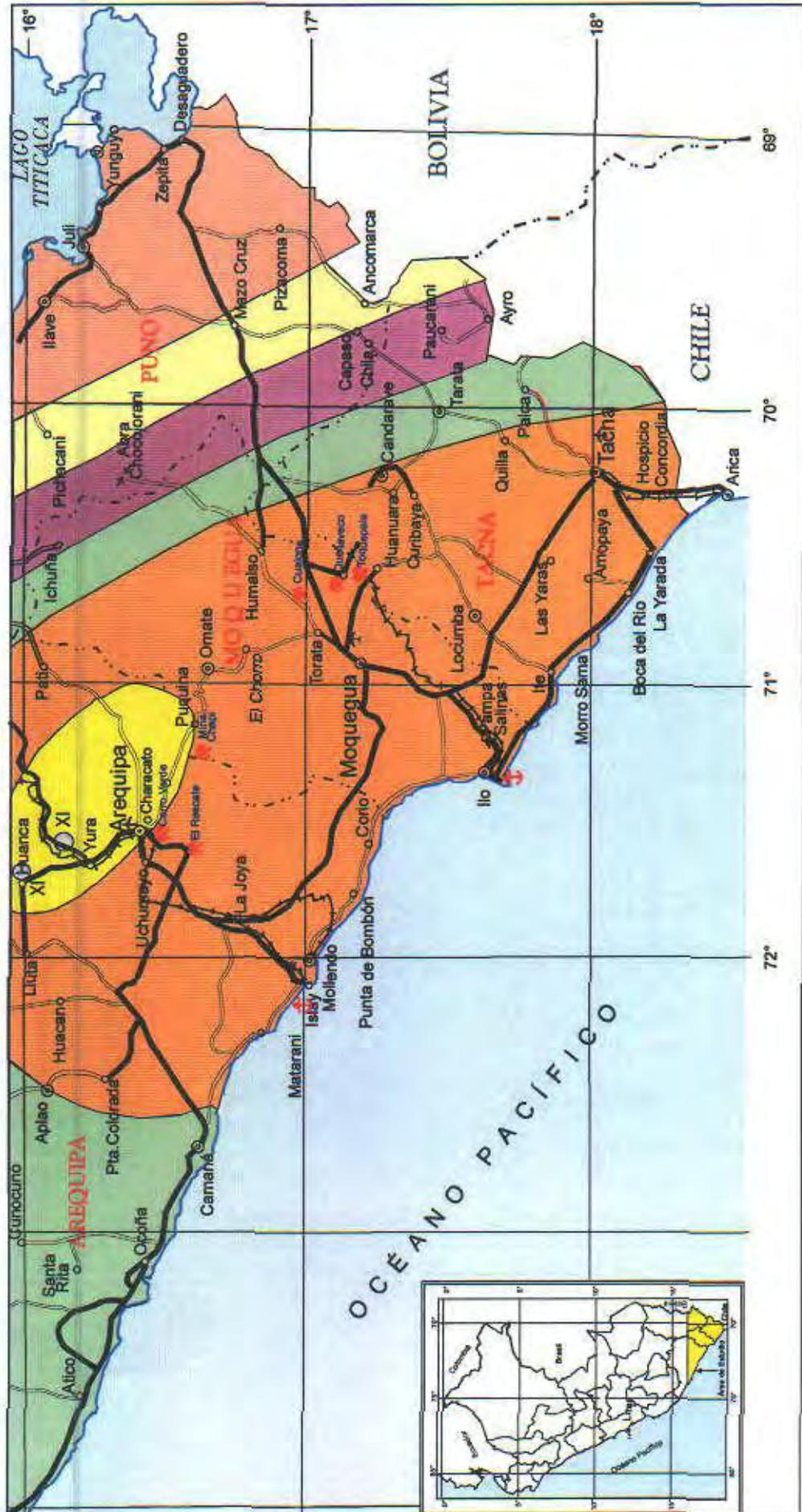
LEYENDA

- Carretera principal
- == Carretera secundaria
- ||||| Línea férrea
- - - Límite departamental
- ⊙ Capital de departamento
- ⊙ Capital de provincia
- Zonas y poblaciones afectadas por terremotos
- X - IX Intensidad probable (MM)

Mapa de Distribución de los Sismos Destruyentes 1555 - 1974



Fig. N° 12



Mapa de Intensidades Máximas escala modificada de Mercalli
 Ref: Jorge Alva H.



Fig. N° 13



LEYENDA

- Carretera principal
- Carretera secundaria
- Línea férrea
- - - Límite departamental
- ⊙ Capital de departamento
- ⊙ Capital de provincia
- Sismicidad alta
- Sismicidad media

Mapa de Zonificación Sísmica



Fig. N° 14

Zona 2 (sismicidad media), se asemeja a la zona de intensidad V. La Zona 1 (sismicidad alta), está representada en el presente mapa por zonas de intensidades mayores de VI.

9.1.2 Sismotectónica de la Región

Los rasgos tectónicos más importantes de la región sudamericana son: la Cordillera de los Andes y la Fosa Oceánica del Perú–Chile, relacionados a la generación de sismos en esta zona como consecuencia de la interacción de la placa de Nasca con la Sudamericana, cuya resultante más saltante precisamente es el proceso orogénico contemporáneo constituido por los Andes.

La placa Sudamericana crece de la cadena meso-oceánica del atlántico, avanzando hacia el noreste con una velocidad de 2 a 3 cm por año y se encuentra con la placa de Nasca en su extremo occidental, constituida por la costa sudamericana del Pacífico.

Por otro lado la placa de Nasca crece de la cadena meso-oceánica del Pacífico oriental y avanza hacia el este a una velocidad de 5 cm a 10 cm por año, subyaciendo a la placa Sudamericana con una velocidad de convergencia de 7 cm a 10 cm por año (BERROCAL, et al. 1975).

Como resultado del encuentro de la placa Sudamericana y con la placa de Nasca y la subducción de esta última han sido formadas la cadena andina y la fosa Perú– Chile, en diferentes épocas evolutivas y son responsables de la mayor actividad sísmica.

Las fuerzas destructivas locales en las zonas cercanas a las fallas inactivas pueden haber disminuido hace mucho tiempo y ciertos procesos químicos, incluyendo el movimiento del agua, pueden haber cicatrizado las fracturas especialmente en profundidad.

Estas fallas inactivas ya no son escenario de terremotos y quizás no lo sean nunca más.

Nuestro principal interés está centrado en las fallas activas, a lo largo de las cuales se esperan desplazamientos. De acuerdo al estudio sobre observaciones acerca de la Neotectónica del Perú (SEBREIR, et al., 1982) y la actualización del Mapa Neotectónico del Perú (MACHARÉ et al., 1991), se ha determinado la ubicación de una falla activa en el sur del Perú:

a) Falla de Chulibaya.- Se desplaza paralela a la costa y se prolonga al noroeste, pasa cerca de la ciudad de Moquegua y es la única falla activa en la zona costera, no solamente de la región sur, sino de todo el Perú y pertenece al gran sistema de fallas de Incapuquio que separa el antearco (cuenca Moquegua) de la Cordillera Occidental. Ella se encuentra al NO de Tacna entre Locumba e Ilabaya. Tiene un rumbo promedio paralela a la dirección de la Cordillera Occidental, pudiendo observarse a lo largo de 5 km, su

trazo superficial revela una geometría normal y desplaza la topografía actual con escarpe de hasta 2 m de altura, también se puede mencionar la falla de Challaviento, perteneciente al sistema de fallas de Incapuquio.

Existen 3 fallas activas que son Incalacu, Capillune y Quellaveco se encuentran paralelas a la falla Incapuquio y están separadas cada 10 km aproximadamente.

9.1.3 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:

- Antes de 1900: datos históricos descriptivos de sismos destructores.
- 1900 – 1963: datos instrumentales aproximados.
- 1963 – 1992: datos instrumentales más precisos.

Esta información se encuentra recopilada en el catálogo sísmico del proyecto SISRA (1985), actualizado hasta el año 1992 con datos publicados por ISC.

En la Figura N° 15 se presenta un mapa de distribución de epicentros de la región sur del Perú, en base al catálogo sísmico del proyecto SISRA (Sismicidad de la Región Andina) patrocinado por CERESIS. Dicho mapa presenta los sismos ocurridos entre 1963 y 1992, con magnitudes en función de las ondas de cuerpo, Mb.

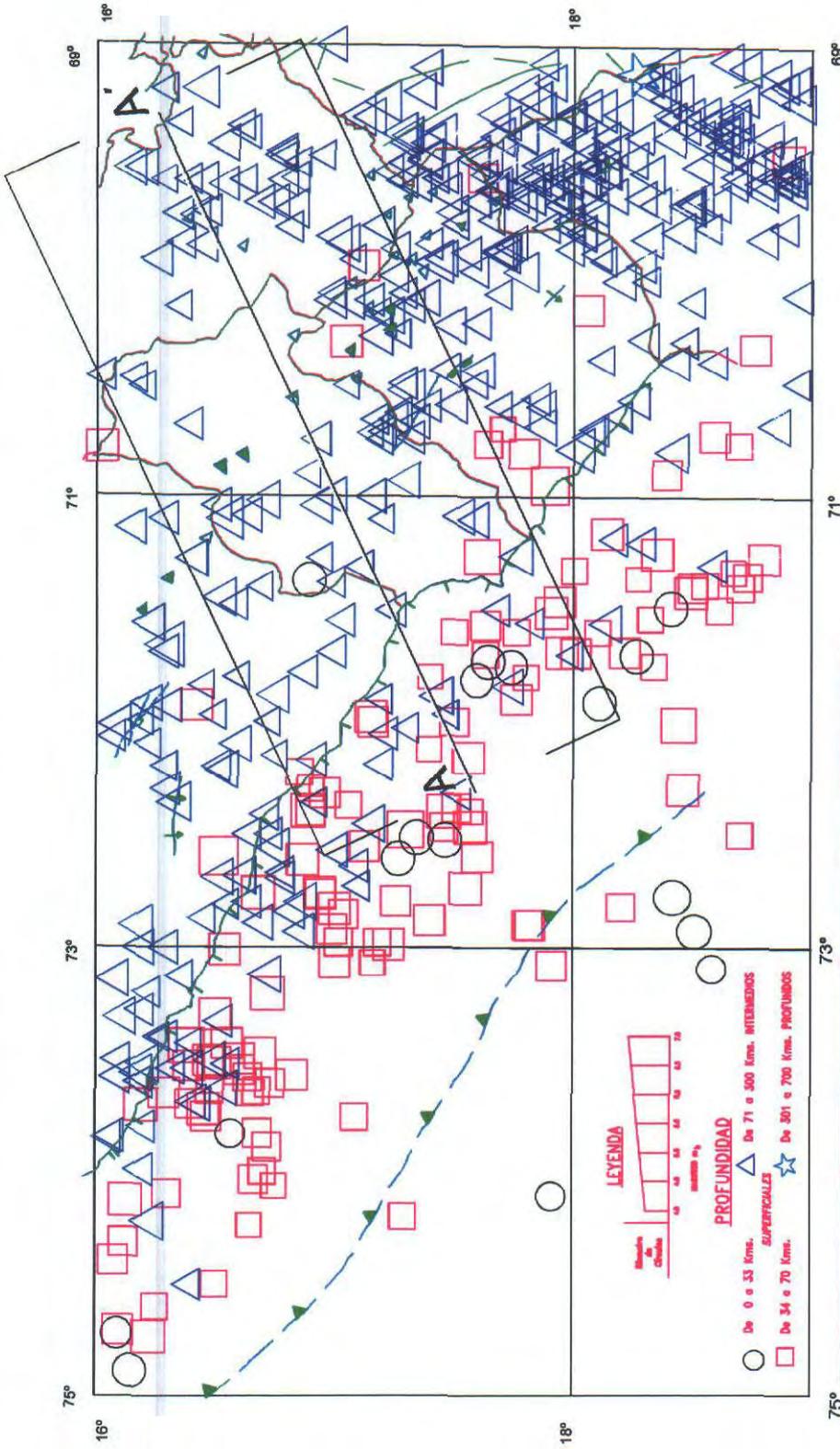
Además se han dibujado las diferentes profundidades focales de los sismos superficiales (0-70 km), sismos intermedios (71-300 km) y sismos profundos (301-700 km). En la Figura N° 16 se presenta la ubicación del perfil transversal perpendicular de la costa con un ancho de 150 km.

Los sismos en el área de influencia presentan el mismo patrón general de distribución espacial que 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 (Figura N° 15). También se producen sismos en el continente que son superficiales e intermedios y que están relacionados a fallas existentes.

En el continente se observa una ligera concentración de sismos superficiales en el área de Moquegua y Arequipa que estarían relacionados a un sistema de fallamiento.

9.1.4 Estudio Sísmico Probabilístico

El peligro sísmico puede evaluarse probabilísticamente con el método desarrollado por CORNELL (1968). La primera parte del método consiste en una revisión de la



Mapa de Distribución Espacial de Sismicidad

Fig. N° 15

FALLAMIENTO	ACTIVAS	CUATERNARIAS (en forma)	PLIEGAMIENTOS	MOVIMIENTOS VERTICALES	VULCANISMO
Falla Normal			Flexural	Subsistencia	Volcanes con actividad reciente
Falla Inversa			Antiflexural	Levantamiento	Volcanes con actividad "histórica"
Falla Transcurrente			Activa	En Líneas de Cuello	En Cuaternario
Falla con sentido de deslizamiento desconocido			Subsistencia	En Cuaternario	
Falla Normal Probable			Subsistencia	En Cuaternario	
Falla Inversa Probable			Subsistencia	En Cuaternario	
Falla Probable "en general"			Subsistencia	En Cuaternario	
Fallas conocidas por Métodos Indirectos	En superficie	Profundas	Activa	En Cuaternario	
			Activa	En Cuaternario	

Fuente: Mapa de Distribución de Epicentros. Catálogo SISRA (1963 - 1960).
 MAPA NEOTECTÓNICO IGP - CERESIS - 1981 (Macharé - Laureyro)

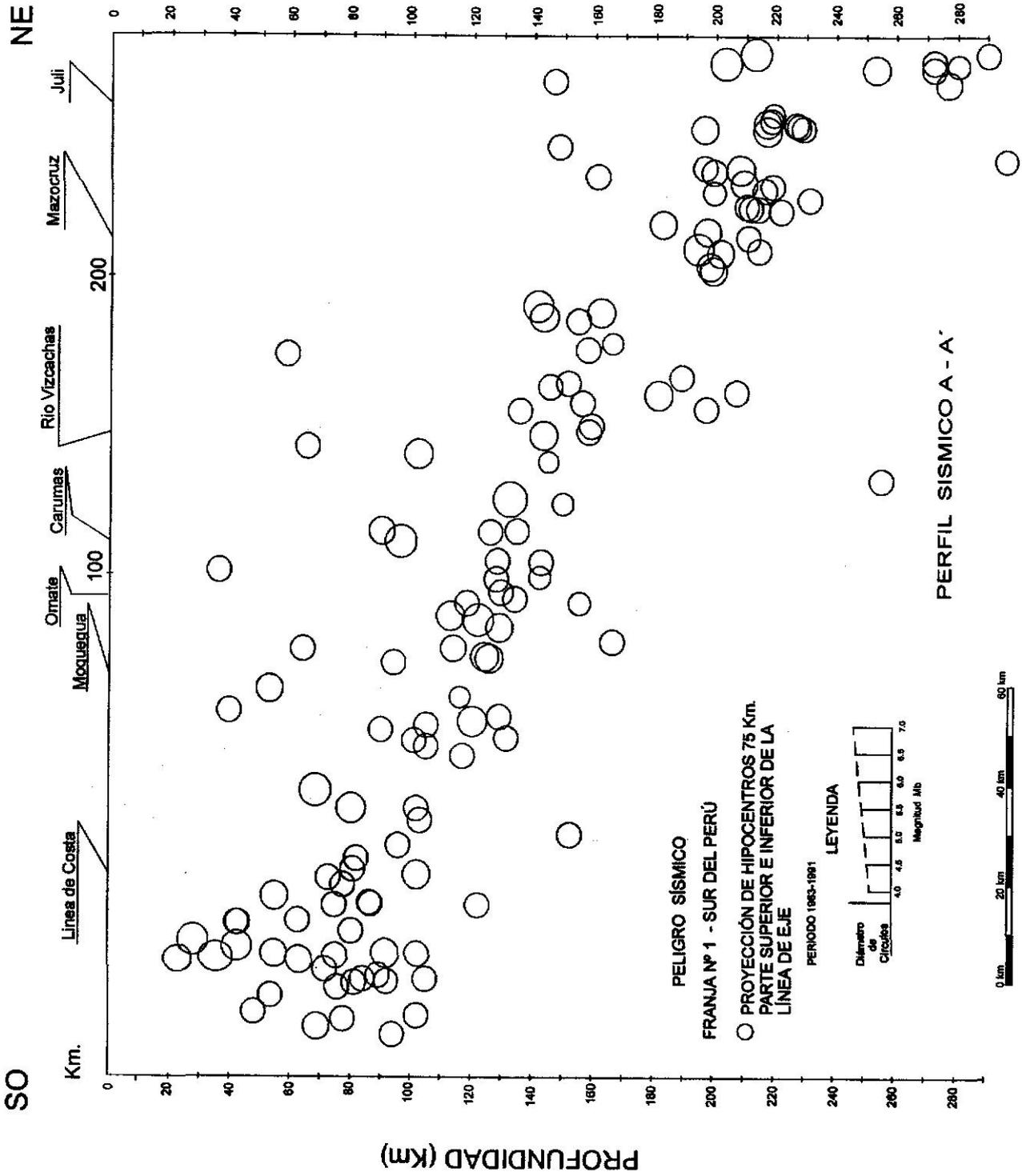


Fig. Nº 16

actividad sísmica del pasado, para determinar las fuentes sismogénicas considerando las características tectónicas de la región. Luego se determina la recurrencia de las zonas sismogénicas.

Se han utilizado las fuentes sismogénicas definidas por CASTILLO (1993). La determinación de estas fuentes está basada en el mapa de distribución de epicentros de nuestro país. Se ha 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, ya que no se cuenta con valores de magnitudes de onda de cuerpo Mb y profundidad focal. 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):

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

Donde:

N = número de sismos de magnitud M ó 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).

9.1.5 Determinación del Peligro Sísmico

Se ha determinado el peligro sísmico de 12 localidades y 12 puntos distribuidos, equidistantes en toda la franja sur del Perú, utilizando la metodología e información pertinente disponible en la literatura. Se ha empleado el programa RISK desarrollado por MC GUIRE (1976) con datos de la Ley de Atenuación de CASAVARDE Y VARGAS (1980) para los sismos de subducción y MC GUIRE (1974) para los sismos continentales.

Se han utilizado las fuentes sismogénicas y parámetros de recurrencia definidos por CASTILLO (1993).

El Cuadro N° 9.3 muestra los resultados de las aceleraciones sísmicas para las distintas localidades localizadas con sus coordenadas geográficas con períodos de retorno para 30, 50, 100, 200, 400, 475 y 1000 años.

Cuadro N° 9.3
ACELERACIONES MÁXIMAS ESPERADAS (% g)

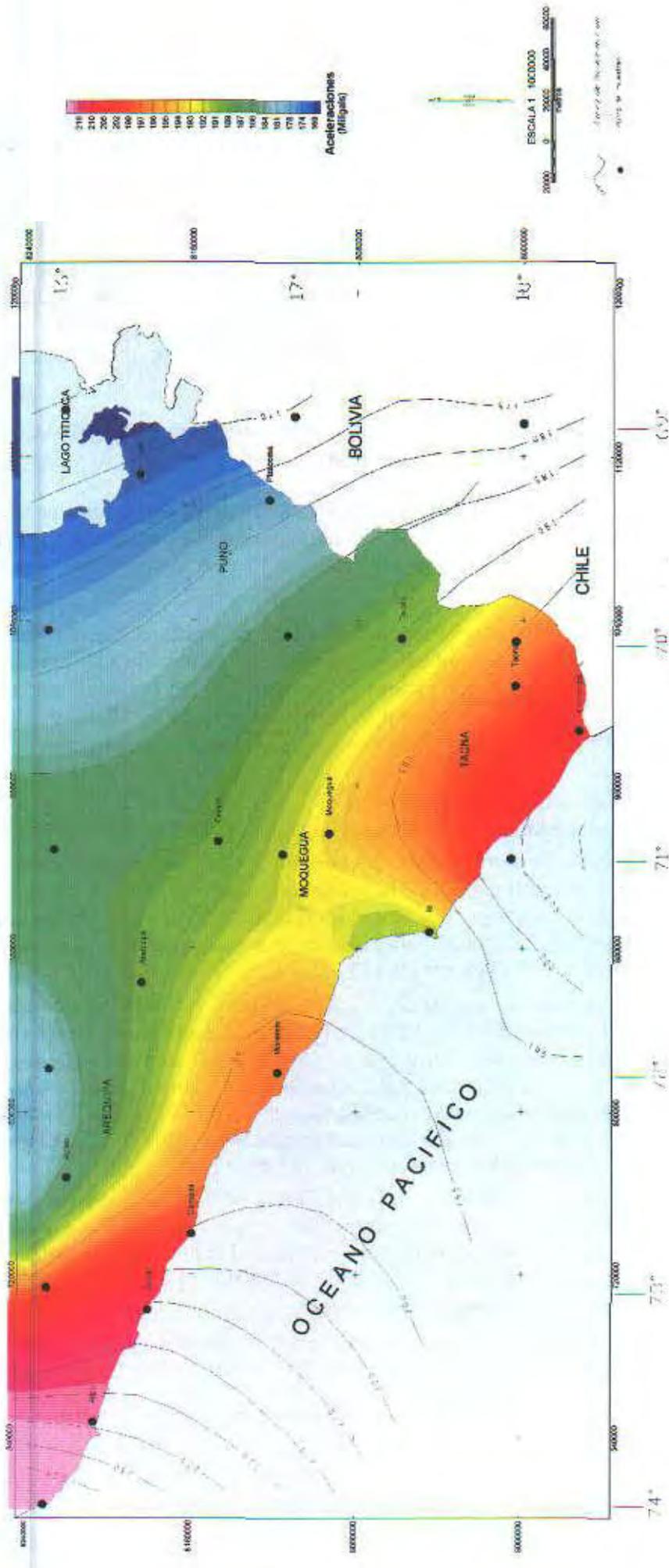
LUGAR	PERÍODO DE RETORNO (AÑOS)						
	30	50	100	200	400	475	1000
1.- Arequipa 71°36' - 16°24'	0,185	0,207	0,243	0,283	0,331	0,348	0,406
2.- Atico 73°37' - 16°13'	0,219	0,249	0,296	0,350	0,410	0,433	0,518
3.- Ocoña 73°06' - 16°27'	0,208	0,235	0,279	0,330	0,391	0,408	0,488
4.- Camaná 72°45' -16°38'	0,197	0,223	0,264	0,312	0,370	0,386	0,462
5.- Mollendo 72°00' - 17°01'	0,193	0,219	0,258	0,305	0,360	0,376	0,449
6.- Ilo 71°24'-17°39'	0,198	0,225	0,266	0,316	0,374	0,391	0,470
7.- Moquegua 70°54'-17°12')	0,189	0,212	0,249	0,292	0,342	0,360	0,422
8.- Omate 70°12' -18°01'	0,185	0,207	0,242	0,283	0,331	0,344	0,405
9.- Tacna 70°12' -18°01'	0,193	0,217	0,256	0,301	0,355	0,374	0,440
10.- Pizacoma 69°23'-16°54'	0,175	0,196	0,228	0,266	0,310	0,322	0,379
11.- Juli 69°17'-16°12'	0,167	0,187	0,218	0,254	0,295	0,307	0,360
12.- Tarata 70°02' -17°28'	0,185	0,208	0,243	0,285	0,333	0,346	0,409

9.1.6 Aceleración y Períodos de Retorno

En la Figura N° 17 se presentan los resultados de los estudios efectuados por HATTORI, S. cuyo procedimiento de obtención de resultados ha sido revisado, analizado y comparado con los mapas anteriores de intensidades, encontrándose congruencia en cuanto a la ubicación de las zonas más desfavorables, así como los valores máximos de intensidades.

En el Cuadro N° 9.3 se indican los valores de aceleraciones para los diferentes poblados, con lo que se puede hacer una relación entre las aceleraciones e intensidades máximas por zonas y para diferentes períodos de retorno.

Según esta referencia los puntos de observación del presente trabajo se encuentran entre las zonas 4 y 3 con una intensidad máxima de VIII (MM) para la 3 y VII (MM) para la 4; según el Cuadro N° 9.3, para la zona 3 y para un período de retorno de 100 años le corresponde una aceleración de 0,149 g y para la zona 4 para un período de retorno de 100 años le correspondería 0,106 g.



Mapa de aceleraciones (Miligals) - 30 años

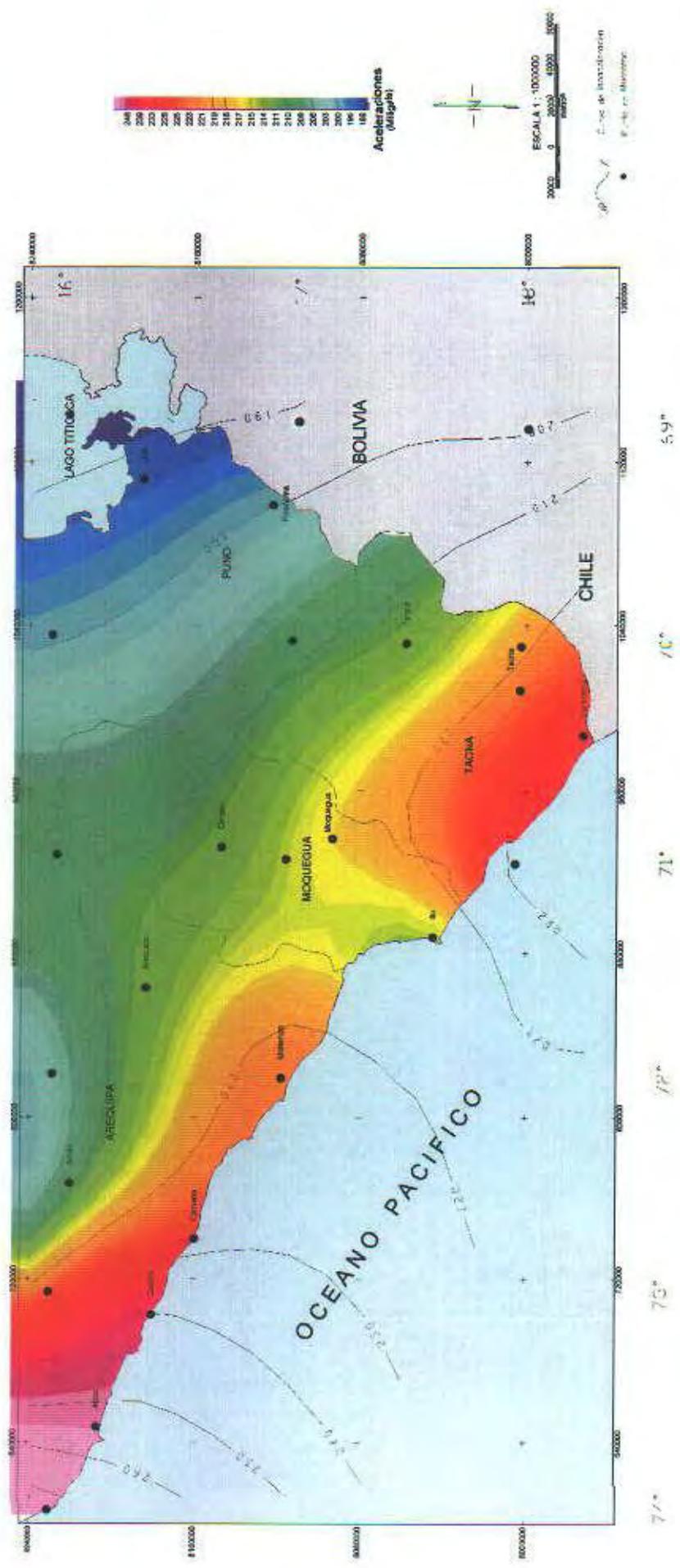
Fig. N° 17

Considerando que las máximas aceleraciones no coinciden plenamente con la deducida de los mapas de intensidades máximas anteriormente expuestas, en los cuales se ha generalizado las regiones de sismicidad similar, asumiremos los valores de la zona próxima más desfavorable, es decir de la zona N° 2. A esta zona le corresponde la intensidad de VIII–IX en la escala de Mercalli Modificada y una aceleración de 0,298 g, para un período de 100 años (Figura N° 19). Este valor es razonable dado el valor de *aceleración de los puntos de observación que varía de entre los 0,218 a 0,296 g para un período de retorno de 100 años.*

Los resultados de las aceleraciones máximas esperadas se muestran en el Cuadro N° 9.4 y puede ser muy bien comparados con los estudios de HATTORI, S.

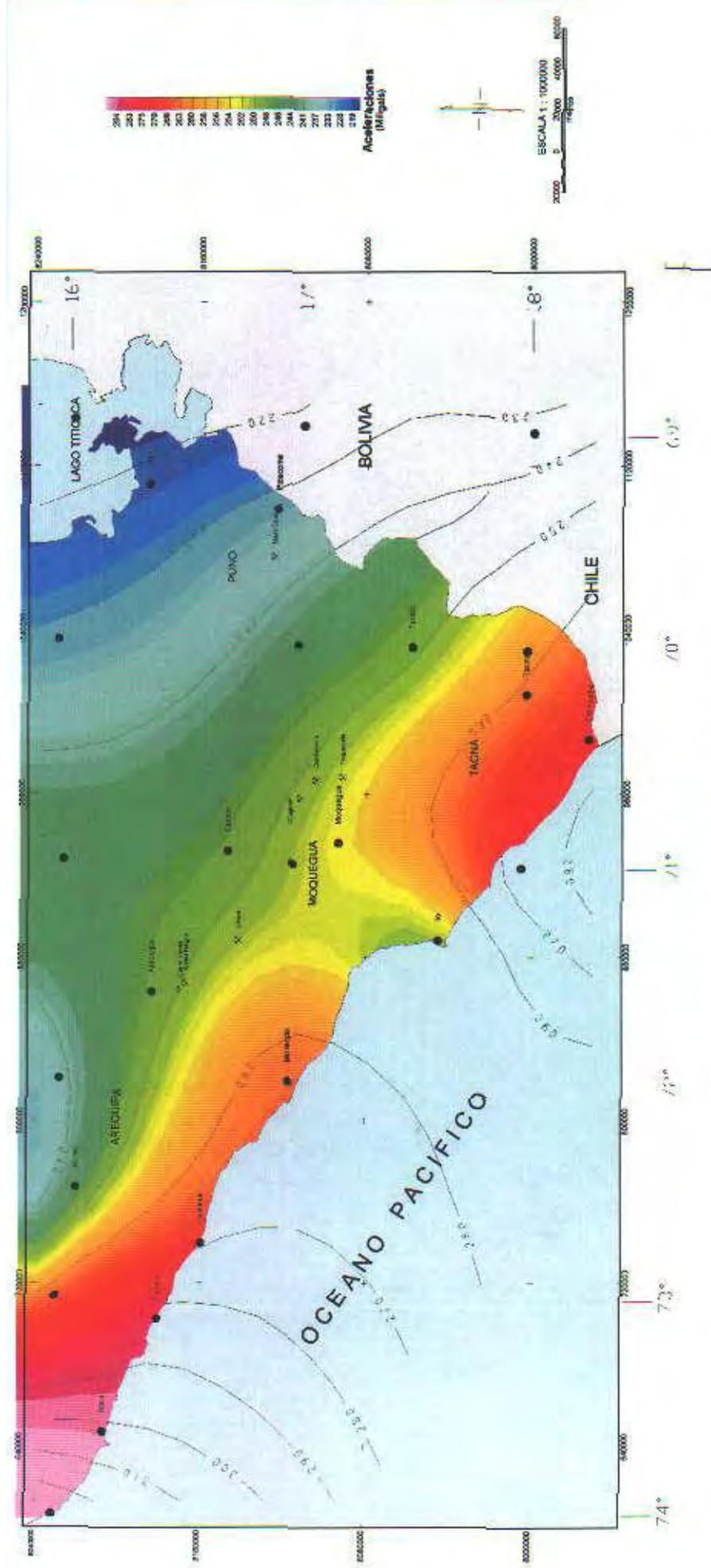
Para un período de retorno de 50 años (Figura N° 18) le corresponde a la zona 2 una intensidad de VII a VIII, con un valor de aceleración de 0,160 y para la región sur del Perú según los resultados obtenidos varían entre 0,187 a 235 g. Moderadamente superior al determinado por HATTORI, S.

- De acuerdo a las características de la sismicidad procesada se obtiene una zonificación de peligro regularmente alineado con dirección a la cadena volcánica y otros rasgos estructurales del sur del Perú. Se puede destacar dos distribuciones de altos valores en la región Frontera Perú–Chile, y la zona continental entre los 16° a 17° de latitud sur en la región de Arequipa (Figura N° 20).
- Los valores de aceleraciones máximas obtenidas para el sur del Perú, corresponden los departamentos de Moquegua, Tacna y la parte sur de Arequipa.
- Las aceleraciones máximas obtenidas para un período de retorno de 30 años (Figura N° 17) muestran para la ciudad de Arequipa un valor de 0,185 g, para la ciudad de Moquegua de 0,189 g, para la ciudad de Tacna 0,193 g, para el sector este (Puno), las aceleraciones disminuyen por lo que en Juli se ha determinado 0,167 g y en Pizacoma 0,175 g.
- Para un período de retorno de 50 años (Figura N° 18) los valores de isoaceleraciones varían entre 0,189 g a 0,248 g, las isocurvas también muestran la misma tendencia anterior con dos altas en la frontera Perú–Chile y otro en el sector de Atico y Ocoña y van decreciendo hacia el este. Las aceleraciones máximas obtenidas para un período de retorno de 50 años, muestran para la ciudad de Arequipa un valor de 0,207 g; para Moquegua con 0,212 g; para Tacna un valor de 0,217; para Juli con 0,187 g.
- Para un período de retorno de 100 años (Figura N° 19), las isocurvas de aceleraciones muestran la misma conformación anterior con valores que varían de 0,219 a 0,294 g. Se ha determinado para la ciudad de Arequipa un valor de 0,243 g, para Moquegua 0,296; para la ciudad de Tacna 0,279 g; para Juli 0,218 g; Pizacoma 0,228 g.
- En vista de que existen dos pronósticos de sismos potencialmente catastróficos de magnitudes mayores a 9,0 Mw para el norte de Chile (recurrencia del



Mapa de aceleraciones (Miligals) - 50 años

Fig. N° 18



Mapa de aceleraciones (MiliGals) - 100 años

Fig. N° 19

sismo de 1877: gap-sísmico Arica-Antofagasta) y sur del Perú (recurrencia sísmica del sismo de 1868: gap-sísmico de Tacna y Arica), se deben tomar todas las medidas de prevención y mitigación ante desastres potenciales.

- Un sismo como el de 1868 del sur del Perú con magnitud 9,2 Mw, sacudiría la costa con una severidad de 9 grados en la escala de intensidades macrosísmicas MKS ó MM; Moquegua, Arequipa, Chuquibamba con intensidades de 8 a 9 MSK ó MM y por el sector de Puno con 6-7 MSK ó MM. Según OCOLA, L. C. (2000).

Cuadro N° 9.4
ACELERACIONES ESPECTRALES E INTENSIDADES MÁXIMAS POR ZONAS
PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO

ZONA	PERÍODO DE RETORNO		
	50	100	200
1	404 IX	564 IX - X	564 IX - X
2	160 VII-VIII	298 VIII - IX	399 IX
3	106 VII	149 VII - VIII	192 VIII
4	53 VI	106 VII	149 VII - VIII
5	21 V	21 v	0.053 VI

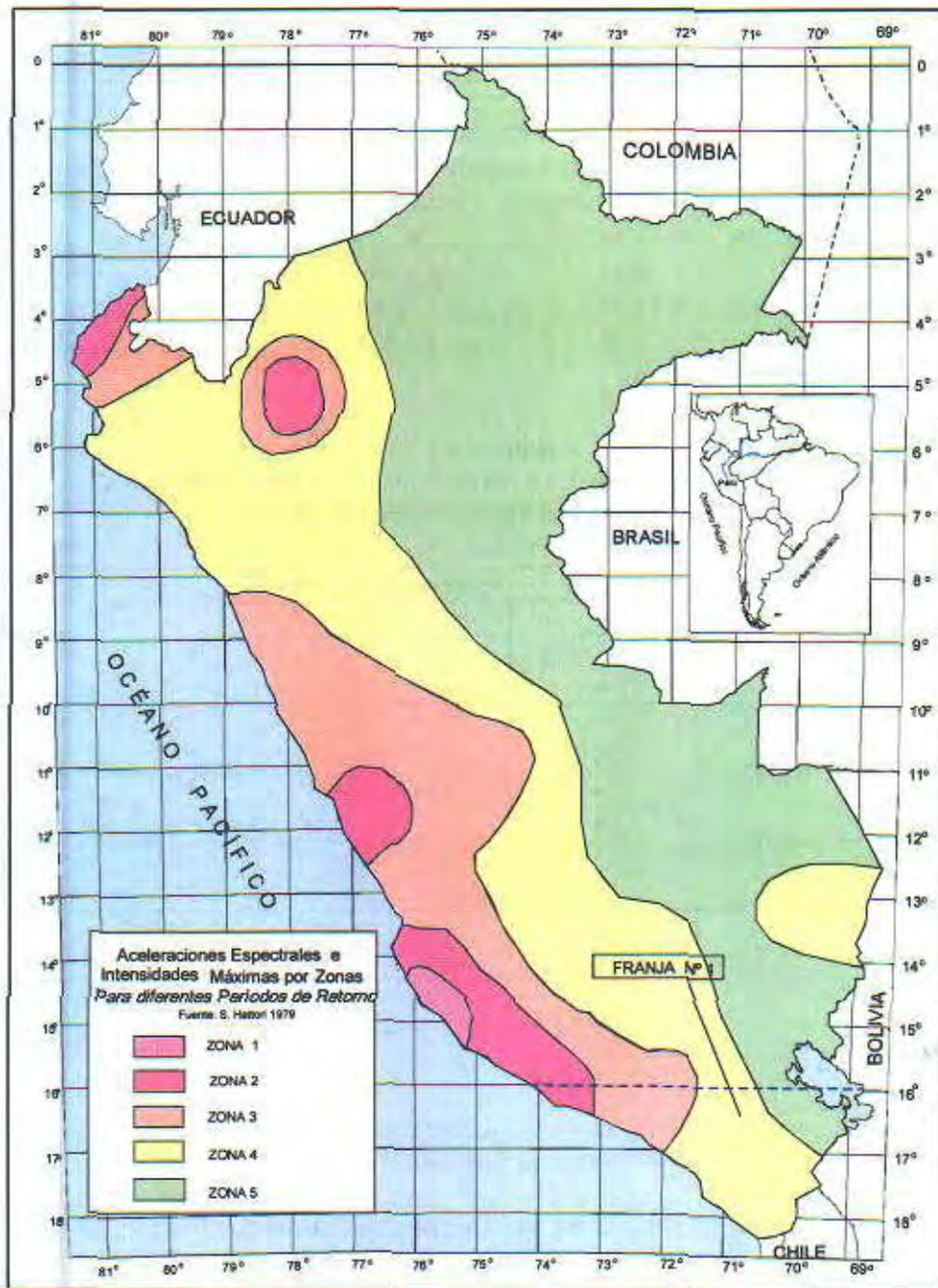
9.2 TSUNAMIS

Son fenómenos marítimos, aunque poco frecuentes, espectaculares por la secuela de destrucción y pérdida de vidas humanas que causan.

Consisten en trenes de ondas marinas de períodos largos que llegan a las costas, a intervalos de 10 a 70 minutos. Pueden alcanzar alturas hasta más de 30 m.

El origen de un tsunami o maremoto se debe a levantamientos o hundimientos de los fondos oceánicos, causados por sismos de origen tectónico. A diferencia de las olas generadas por los vientos, que sólo mueven partículas superficiales, los tsunamis remueven masas de aguas profundas.

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



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 20

El Cuadro N° 9.5 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° 9.5
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.

9.2.1 Importancia del Estudio Histórico de los Tsunamis

El registro histórico, vale decir la recopilación de documentos y depuración de relatos de tsunamis ocurridos y que afectaron a poblaciones costeras, constituye el arma muy útil para evaluar los posibles efectos que en un futuro los tsunamis puedan ocasionar en dichos lugares, así como para orientar los procedimientos y acciones de los pobladores, antes y después de producirse estos eventos. Desde el punto de vista de la protección de la población y planificación urbana, esto último es muy importante.

En el Cuadro N° 9.6 se reporta toda la información con relación a los tsunamis, sismos tsunamigénicos y lugares registrados a lo largo del litoral costero de la Franja N° 1, según Wold Data Center A for Solid Earth Geophysics Boulder Colorado (P. Lockridge).

Los terremotos tsunamigénicos que se muestran en el Cuadro N° 2, han ocurrido en la costa sur del Perú, y norte de Chile, los eventos de mayor magnitud han ocurrido en 1604, en la latitud 17,9° y longitud 71°, con una magnitud de 8,5 y en 1868 con latitud 18,5° con longitud 71,2° y también con una magnitud de 8,5. Desde 1877, con el sismo ocurrido en este año, que tuvo su origen en la latitud 19,6° en Chile; a la fecha, en esta región, no ha ocurrido un evento de gran magnitud. Por lo tanto, se ha determinado según el cuadro antes mencionado, que desde hace más de 100 años no han ocurrido sismos

tsunamigénicos de gran magnitud en los lugares mencionados, pensándose que lo más probable es que se viene acumulando gran cantidad de energía, que podría liberarse en un evento de gran magnitud.

Cuadro N° 9.6
SISMOS TSUNAMIGÉNICOS OCURRIDOS EN EL SUR DEL PERÚ
(LATITUD 16°00' - 18°30')

EVENTO	ORIGEN TIEMPO h:m	S I S M O				TSUNAMI	
		COORDENADAS		MAGNITUD	PROFUN- DIDAD (KM)	RUN UP (M)	MAGNITUD
		LATITUD (S)	LONGITUD (O)				
*1604-11-24	16:13'	17.9°	71°	8,5		16	4
1725-03-27		16.7°	73°			2	
1868-10-02		18.5°	71.2°	8,5		12	
1877-05-09	01:28'	18.33°	71.2°			3	
1913-07-28	05:39'	16.6°	73.3°	7,0		0,7	
1913-08-06	22:14'	16.6°	73.3°	7,9	33		
1922-01-06	14:11'	16.5°	73.0°	7,2	33		

*Indica que el sismo ha causado un tsunami destructivo.

En el Cuadro N° 9.7 se muestran las ciudades de la costa sur del Perú que reportaron tsunamis originados en toda la región continental, desde el año 1604 a 1966.

Cuadro N° 9.7
CIUDADES DE LA COSTA SUR DEL PERÚ QUE REPORTARON TSUNAMIS
ORIGINADOS EN TODA LA REGIÓN

AÑO	MES	DÍA	ORIGEN (PAIS)	CIUDAD REPORTADA EN PERÚ	LAT°	LONG°	RUN UP
1687	10	20	PERÚ	AREQUIPA	16°40'	71°55'	--
1604	11	24	PERÚ	CAMANÁ	16°40'	72°48'	--
1725	3	27	PERÚ	CAMANÁ	16°40'	72°48'	--
1868	8	13	NORTE DE CHILE	MOLLENDO	17°00'	72°00'	--
1877	5	10	NORTE DE CHILE	MOLLENDO	17°00'	72°00'	3,00
1913	7	28	PERÚ	MOLLENDO	17°00'	72°00'	--
1942	8	24	PERÚ	MATARANI	17°00'	72°12'	0,5
1946	4	1	ALEUTIANS	MATARANI	17°00'	72°12'	0,5
1957	3	9	ALEUTIANS	MATARANI	17°00'	72°12'	0,8
1960	11	20	PERÚ	MATARANI	17°00'	72°12'	0,4
1964	3	27	ALASKA	MATARANI	17°00'	72°12'	1,0
1966	10	17	PERÚ	MATARANI	17°00'	72°12'	0,4
1868	8	13	NORTE DE CHILE	ISLAY	17°03'	72°10'	12,0
1877	5	10	NORTE DE CHILE	ISLAY	17°03'	72°10'	3,0
1604	11	24	PERÚ	ILO	17°70'	71°33'	--
1868	8	13	NORTE DE CHILE	ILO	17°70'	71°33'	--
1877	5	10	NORTE DE CHILE	ILO	17°70'	71°33'	6,0

El Cuadro N° 9.8 muestra los tsunamis ocurridos por terremotos con mayor intensidad en territorio peruano y chileno. Las magnitudes varían de 8,3 a 8,5 como se puede observar:

Cuadro N° 9.8
TSUNAMIS OCURRIDOS POR TERREMOTOS EN PERÚ Y NORTE DE CHILE
(CON MAYOR INTENSIDAD)

MAGNITUD	LATITUD	AÑO	MES	DÍA	REGIÓN ORIGEN
*8.5	17°00'S	1604	11	24	PERÚ
*8.5	18°06'S	1705	11	26	NORTE DE CHILE
*<8.5	18°06'S	1868	8	13	NORTE DE CHILE
*<8.3	19°06'S	1877	5	10	NORTE DE CHILE

* Indica que el terremoto causó un Tsunami destructivo.

El Cuadro N° 9.9 muestra los efectos y el número de damnificados causados por tsunamis peruanos, siendo el más devastador para el Perú, el tsunamis del 24 de noviembre de 1604, tal como se observa en el Cuadro siguiente.

Cuadro N° 9.9
SUMARIO DE EFECTOS Y NÚMEROS DE DAMNIFICADOS
OCASIONADOS POR TSUNAMIS PERUANOS

AÑO	MES	DÍA	CIUDADES REPORTADAS	EFFECTOS	N° DE DAMNIFICADOS
1604	11	24	ARICA-CHILE, CAMANÁ -PERÚ, CONCEPCIÓN- CHILE	Ciudades inundadas y destruidas. El agua destruyó todo el sector.	34 40
1868	08	13	ILO-PERÚ	Afectó la costa sur del Perú.	--
1877	05	09	ILO-PERÚ ARICA-CHILE	Inundó Ilo y Arica.	33

9.2.3 Posibles efectos de Tsunamis en la Costa Suroeste del Perú (Franja N° 1)

En los 450 km de litoral que comprende la Franja N° 1, a partir de la frontera con Chile hacia el norte, varios investigadores han estudiado los posibles efectos de tsunamis, comprendiendo las localidades de Boca del Río en Tacna, Ilo en Moquegua, Mejía, Mollendo e Ilay en Arequipa, (GARCÍA, E. y KUROIWA, J. 1994).

El objetivo de estos estudios ha sido determinar el tiempo de llegada de la primera ola a las costas de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna en las localidades antes mencionadas; la altura estimada de la ola y la determinación de las rutas de evacuación. En un inicio se delimita la zona de inundación, luego se estima el tiempo crítico para que la población que se encuentra dentro de la zona de inundación, pueda evacuar; y por último se identifican los lugares que servirán a la población como refugios de emergencia,

si está dentro de la zona inundada, y refugios temporales, si están fuera de ésta zona.

En el presente estudio, se ha considerado la zona costanera del sur del Perú desde los paralelos 16° hasta el límite con Chile, comprendiendo las ciudades de Islay, Mollendo y Mejía (Arequipa), Ilo (Moquegua) y Boca del Río (Tacna), por ser las de mayor importancia e influencia de cada departamento considerado y sobre todo por ser las más vulnerables ante la ocurrencia de un sismo tsunamigénico (Figura N° 21).

Se ha tomado el modelo del terremoto tsunamigénico de similares características del ocurrido el 13 de agosto de 1868 (Ms: 8,5 y $m = 4$), se presenta un cuadro resumido de la altura de ola y el tiempo de arribo de la primera ola del tsunami.

Cuadro N° 9.10

CIUDAD	ARRIBO DE LA PRIMERA OLA (MINUTOS)	ALTURA DE OLA (M)
Islay (Matarani)	7	10,50
Mollendo	8	8,74
Mejía	10	8,23
Ilo	7	8,50
Boca del Río	6	7,05

La ciudad de Islay está ubicada al suroeste del departamento de Arequipa, a 14 km de Mollendo y a 110 km de la ciudad de Arequipa, esta ciudad es muy conocida gracias al puerto Matarani, la ciudad se halla asentada sobre una cota promedio de los 100 msnm al pie de acantilados y sobre un suelo consistente en un manto rocoso que aflora en muchas zonas de la ciudad y a 1 km del puerto de Matarani.

El tiempo efectivo para el arribo de la primera ola (según el Cuadro N° 9.10) es de 7 minutos, lapso de tiempo que se tiene para poder evacuar la zona inundada, la cota de seguridad se considera los 15 msnm debido a la altura de la ola determinada en 10,50 m esta cota de seguridad se encuentra a 300 m de la línea de costa, los refugios temporales se encuentran en la ciudad de Islay.

La ciudad balneario de Mollendo está ubicada al suroeste de la ciudad de Arequipa, a 124 km de la ciudad y se encuentra asentada sobre unos acantilados sobre un suelo que sobreyace al manto rocoso que aflora en muchas zonas de la ciudad.

El tiempo estimado de arribo de la primera ola según el Cuadro N° 9.10, es de 8 minutos, ya que los acantilados tienen 30 msnm de altura mínima.

La zona de inundación se circunscribe a los patios de Enafer – Perú, los que están en una cota promedio de 5 msnm y la altura de la ola estimada para la ciudad de Ilo es de 8,74 m, por tanto la distancia que hay que recorrer para ponerse a salvo, es de 50 a 300 m como máximo; los refugios temporales estarían en la ciudad.



Tsunamis en la Costa suroeste del Perú - Localidades estudiadas

Fig. N° 21

La ciudad de Mejía está ubicada al suroeste del departamento de Arequipa a 14 km de la ciudad de Mollendo y a 140 km de la ciudad de Arequipa, el sector de La Chirisuya está sobre la cota de 10 msnm. Las Casuarinas están sobre los 30 msnm, el suelo donde se asienta la ciudad es un manto rocoso cubierto con una capa de arcilla consolidada, la roca aflora en muchos sectores de la ciudad.

El tiempo efectivo de evacuación es de 10 minutos, tiempo suficiente para recorrer los 300 m de distancia como máximo, la cota de altura promedio de seguridad es de 15 msnm (se encuentran en los sectores de la carretera Mejía – Mollendo, salida de La Chirisuya, Plaza Bolognesi y Miguel Grau).

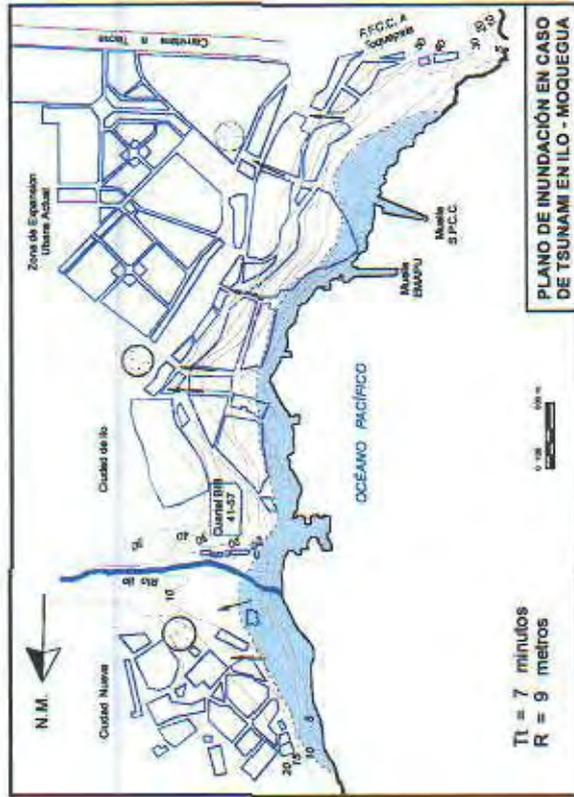
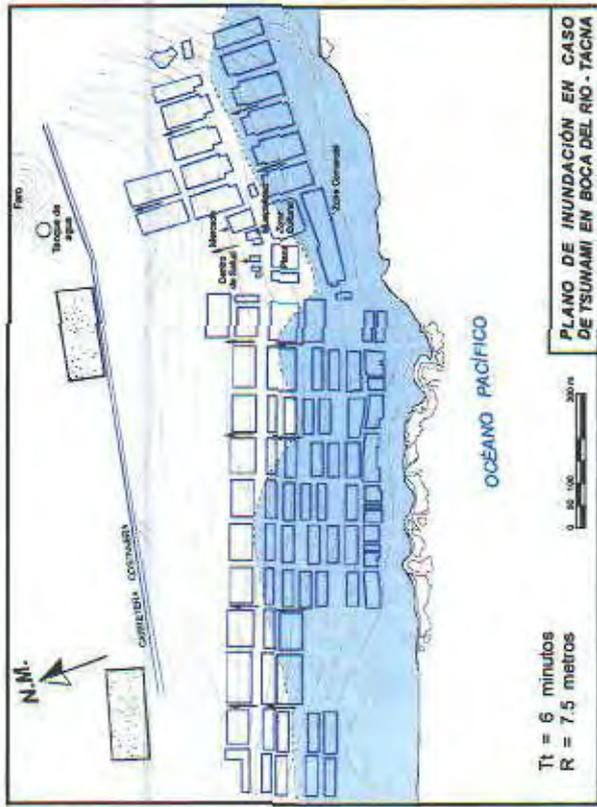
La ciudad de Ilo está ubicada al suroeste de la ciudad de Moquegua, se encuentra asentada en tres terrazas que se formaron con la regresión marina, la primera ubicada desde el nivel del mar hasta la cota de 30 msnm; y la segunda a partir de ésta hasta los 100 m y la última está ubicada sobre los 120 m (pampa Inalámbrica, zona de expansión de Ilo).

El tiempo efectivo que tiene la población para evacuar la zona inundada es de 7 minutos, lo que permite recorrer 300 m de distancia como máximo para ponerse a salvo, estimándose la cota de seguridad contra la inundación de 20 msnm, la que se encuentra a la altura de la Plaza de Armas, Hostal Karina, el Mercado, Hotel de Turistas, Cuartel del Ejército, Urb. César Vallejo. La zona de inundación afectaría a 350 viviendas.

La ciudad balneario Boca del Río en Tacna está ubicada al suroeste de la ciudad de Tacna a 41,7 km de esta ciudad, con apenas 250 habitantes permanentes, pero que en los meses de verano de diciembre a marzo, llegan a 15 000.

Está asentada en la margen derecha del río Sama en una zona de pendiente plana (1,8%) sin muchos accidentes geográficos.

El tiempo efectivo que tiene la población para evacuar la zona inundada es de 6 minutos; estimándose la cota promedio de seguridad de 20 msnm, la cual se encuentra en la carretera Ilo – Boca del Río. La zona de refugio se encuentra detrás de la carretera costanera. Las viviendas afectadas serían aproximadamente 354 (Fig. N° 22).



LEYENDA

	Zonas de inundación
	Zonas de refugio
	Acantillados
	Curvas de nivel
	Áreas pobladas
	Rutas de evacuación

Referencia: E. García, 1994

Zonas de Inundación originados por Tsunamis en la costa-Franja N°1

Fig. N° 22

Capítulo X

ZONIFICACIÓN DEL RIESGO Y ÁREAS CRÍTICAS

10.1 CRITERIOS DE ZONIFICACIÓN

El riesgo existe allí donde una población determinada, sus bienes y sus actividades están expuestos a una amenaza o peligro geológico. La evaluación del riesgo debe tener en cuenta cada uno de estos elementos diferentes (físicos, sociales, económicos, etc.) y las relaciones que existen entre ellos.

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 en Iberoamérica 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 (o amenazas) constituyen herramientas valiosas y necesarias para los fines de planificación territorial y mitigación de los desastres naturales.

El objetivo principal de una zonificación de peligros es indicar las zonas con igual probabilidad de ocurrencia de un fenómeno 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 (amenazas).

Generalmente se plantean dos técnicas importantes en el trazado de mapas: mapas de múltiples amenazas y mapas de instalaciones críticas, así como la combinación de éstos.

La zonificación del riesgo implica a los peligros geológicos (incluye peligros volcánicos y sísmicos) y a los peligros hidrológicos.

10.2 MAPAS DE OCURRENCIA DE PELIGROS GEOLÓGICOS DE ACUERDO CON LA BASE DE DATOS GEOREFERENCIADA

La Dirección de Geotécnica del INGEMMET, en el marco del Proyecto «Album de Mapas de Riesgos Fisiográficos y Climatológicos», preparó una base de datos georeferenciada (BDGR), que en la actualidad cuenta con más de 2 500 datos de peligros geológicos. Para el estudio de riesgo geológico de la Franja N° 1, se ha procedido a la depuración, verificación y mantenimiento de esta base de datos, teniendo como resultado un listado con 571 datos.

Se ha preparado un mapa compilado de todos los peligros geológicos de remoción de masas, teniendo en cuenta su intensidad y riesgo, conceptos cualitativos adoptados en la toma de datos que corresponden a los términos de peligro o amenaza y vulnerabilidad respectivamente.

Debido a las dimensiones del área cubierta en el presente estudio, se presenta el inventario de peligros geológicos en un mapa topográfico a escala 1:500 000, cuya base cartográfica fue tomada de las hojas fotogramétricas a Escala 1:100 000 del IGN.

Esto permite representar gráficamente cada peligro con un símbolo particular de acuerdo al tipo de peligro, su intensidad con que se manifiesta (amenaza), y su vulnerabilidad; estos dos últimos parámetros tomados cualitativamente.

10.3 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES (MPGM)

En base al cartografiado de campo y a la información proporcionada por los mapas de ocurrencias de peligros geológicos e hidrológicos, se preparó el Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (Lámina N° 7).

A este mapa también se le conoce como mapa compuesto, de síntesis o de superposición de peligros (amenazas). Este mapa, en combinación con el mapa de instalaciones servirá para analizar la vulnerabilidad y el riesgo, además de fomentar la concientización sobre los peligros o amenazas tanto geológicos como hidrológicos. De este mapa se obtiene una idea más precisa sobre los peligros en un área determinada. También servirá para recomendar técnicas de mitigación comunes para una misma porción del área de estudio.

10.3.1 Áreas sujetas a desprendimientos

Se incluyen los desprendimientos de rocas, derrumbes y vuelcos. Estas amenazas geológicas se localizan principalmente en los flancos (generalmente laderas de fuerte pendiente) de los valles, en los acantilados de la franja litoral y en los cortes de carretera.

Se identificó la alta y moderada amenaza por medio de imágenes Landsat TM5, fotografías aéreas y trabajos de campo.

Las zonas de alta amenaza se localizan en los siguientes lugares: cuenca baja del río Ocoña incluyendo su faja litoral (Carretera Panamerica Sur entre Ocoña-La Planchada-Atico); en el río Camaná-Majes (sector Aplao-Camaná); cuenca alta del río Sigwas; en la cuenca media del río Vitor (sector Uchumayo) y entre Alto Selva Alegre y Aguada Blanca (río Chili); río Tambo; en la cuenca alta del río Moquegua; en la cuenca del río Locumba (río Tacalaya y entre Candarave y la laguna de Aricota); y en la cuenca alta del río Sama; sector Paso de los Vientos (Cordillera del Barroso).

Las zonas de amenaza moderada se localizan en los flacos de los valles, con laderas de pendientes moderadas y en algunos cortes de carreteras.

Se localizan, en algunos sectores con pendientes moderadas, en los ríos mencionados anteriormente, en varios sectores de la carretera binacional y la carretera Puno-Desaguadero.

10.3.2 Áreas sujetas a deslizamientos

Se han identificado estas áreas con imágenes de satélite Landsat TM, trabajos de campo y fotografías aéreas.

Estas amenazas geológicas se localizan en áreas donde las condiciones litológicas, precipitaciones, filtraciones de agua y pendientes son favorables a la ocurrencia de estas amenazas.

En la Franja N° 1, las zonas de alta amenaza se localizan en los siguientes lugares: cuenca alta del río Sigwas (sectores Huanca y Lluta), sector San Juan de Sigwas; río de La Capilla (afluente del río Tambo por la margen derecha), río Para (sector Ubinas-Matalaque), río Carumas, río Coalaque, río Tacalaya, cuenca baja del río Callazas y en el sector Ticaco-Chucatamani-Tarata.

Se han localizado también áreas con amenaza moderada, como son: cuenca baja del río Camaná, algunos sectores de la cuenca media del río Sigwas, cuenca baja del río Vitor, etc.

10.3.3 Áreas sujetas a movimientos complejos

Las zonas de amenaza alta en la Franja N° 1, se localizan en los siguientes sectores: sector Cerro de Arena, algunos sectores en la cuenca baja del río Ocoña, entre José

Olaya y Nueva Esperanza (río Camaná); en el río Siguan, entre San Juan de Siguan y Santa Isabel de Siguan; en el río Vitor, entre La Cosío y el Tambo; entre Yalagua y Chojata, en el río Tambo; entre el río Para y Matalaque, entre Pachas y Olinto (río Coralagua), en Torata (río Torata), en el río Tacalaya, río Curibaya y río Callazas (cerca de la desembocadura a la laguna de Aricota).

Las zonas de amenaza moderada se han localizado en los siguiente sectores: cuenca baja del río Ocoña; algunos sectores en el valle del río Tambo; en el sector Torata (río Torata), río Tambo entre Yunga y Matalaque, sector Puquina-La Capilla y en el río Aguaque (cabeceras del río Tambo).

10.3.4 Áreas sujetas a flujos

Los flujos hídricos, por lo general, están circunscritos a la reactivación periódica o excepcional de ríos y quebradas. Se inician principalmente en los flancos de las cuencas medias de los grandes ríos, afectando grandes áreas en los valles.

En la Franja N° 1; las zonas sujetas a amenaza alta se localizan principalmente en los ríos y quebradas que drenan a los ríos Siguan (río Huanca); Chili (las quebradas o torrenteras que bajan del sector SO del volcán Misti); Tambo (desde la confluencia con el río Espino aguas arriba); cuenca alta del río Moquegua; cuenca media del río Locumba (ríos Tacalaya y Curibaya); río Salado Grande (afluente del río Ilave).

Las zonas de amenaza moderada se localizan en la cuenca baja de los ríos Ocoña y Camaná-Majes; cuenca baja de los ríos Siguan y Vitor; río Tambo (desde la confluencia con el río Espino-aguas abajo); entre Punta Calango y Jesús (en la carretera costanera Ilo-Punta de Bombón); cuenca alta del río Sama (ríos Tala, Salado y Tarucachi) y la cuenca alta de los ríos Palca y Caplina.

10.3.5 Áreas sujetas a arenamiento

En la Franja N° 1 se han localizado áreas sujetas a arenamiento, con la presencia de dunas, barcanes y médanos. Las áreas de alta amenaza se ubican en las pampas Sónдор, Siguan, La Joya y Sitana. Las de moderada amenaza se ubican en las pampas Vaca Muerta, Las Trancas, de Cuno Cuno, Sicera, Huagui, Ite Sur y La Yesera, Qda. Sicera y laguna Vizcachas.

10.3.6 Áreas sujetas a erosión de laderas

Se identifica la alta y moderada amenaza por medio de imágenes Landsat TM5, fotografías aéreas y trabajos de campo.

En la Franja N° 1, la erosión de laderas está ligada a las formaciones sedimentarias del Paleógeno y Neógeno, siendo las áreas sujetas a alta amenaza están localizadas en: Qda. Cazadores y alrededores de la represa El Fraile; pampas de Congas, C° Huacaluna y C° Apacheta de Purulle, sector localizado al NO de Moquegua; amplio sector localizado al NE de Moquegua; pampas Jaguay, Pascana Lomero, El Chorro y pampa Colorada, localizado al SE de Moquegua; área localizada en el cuadrángulo de Huaylillas, al sur de Palca y este de Tacna; y entre los ríos Tarata y Pistajo.

Las áreas de moderada amenaza se localizan: en el sector Huanca y C° Sombreroyoc; terrenos situados al SO del volcán Pichu Pichu; Qda. Calzoncillo, Qda. Los Tres Cerros, al SE de La Joya; sector localizado al oeste del volcán Ticsani (Carumas-San Cristóbal), sector aguas abajo de Matalaque hasta Anchilaque Chico; sector Lloque-Chojata - río Curo (Umalso); río Paltutur-río San Antonio (afluentes del río Tambo por la margen derecha en su cuenca alta); sector situado entre los ríos Curibaya e Ilabaya, sector al NE de Sama Grande; sector entre los ríos Callazas y Calientes, cerca de la laguna de Aricota y el sector Pizacoma - Canllapampa.

10.3.7 Áreas sujetas a inundaciones

Las inundaciones (ligadas en muchos casos a la erosión de riberas) se localizan en la cuenca baja de los ríos, en los sectores donde los ríos entran a terrenos de baja pendiente y principalmente en la desembocadura de los mismos.

En la Franja N° 1, se han localizado áreas de alta amenaza (las inundaciones) y están situadas en: desembocadura de los ríos Ocoña, Camaná, Quilca, Ilo y Locumba; en el río Ocoña desde Urasqui (Mario Nicolás Valcárcel) hasta Ocoña; desde Aplao a Pampa Blanca (aguas debajo de Corire) en el río Camaná-Majes; sector San Juan de Siguas y Santa Isabel de Siguas en el río Siguas, entre Socabón y La Cosío en el río Vitor; entre Alto Selva Alegre y Tiabaya en el río Chili; sector Pan de Azúcar hasta La Curva en el río Tambo; sector Moquegua-Samegua en el río Moquegua y en algunos sectores de las márgenes del lago Titicaca.

10.3.8 Áreas sujetas a peligros volcánicos

Las áreas sujetas a los peligros volcánicos, están relacionados a los centros volcánicos activos localizados en la Franja N° 1. Las amenazas están descritas en el Capítulo VIII.

10.3.9 Zonificación sísmica

El peligro sísmico queda representado, para fines de aplicaciones prácticas, por el mapa de zonificación sísmica de la Franja N° 1 (Figura 9.7), presentado en el Capítulo IX. Este mapa divide el área de estudio en dos zonas: Zona 1: sismicidad alta y Zona 2: sismicidad media.

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: Para este caso se reportan datos, áreas de inundación, de las ciudades costeras más importantes de la Franja N° 1, es decir Matarani, Mollendo, Mejía, Ilo y Boca del Río en Tacna.

10.4 MAPA DE INSTALACIONES CRÍTICAS (MIC)

«Instalaciones críticas» comprende a todas las estructuras o adelantos hechos por el hombre que debido a su función, tamaño, área de servicio o singularidad pueden causar graves daños al ser humano o a las propiedades, o pueden trastornar las actividades socioeconómicas vitales si se destruyen o sufren daños, o si sus servicios son interrumpidos en repetidas ocasiones.

Este mapa brinda información sobre la ubicación, capacidad y áreas de servicio de las instalaciones críticas.

10.5 MAPA DE PELIGROS GEOLÓGICOS MÚLTIPLES Y DE INSTALACIONES CRÍTICAS

Cuando se combina el Mapa de Peligros Geológicos Múltiples (MPGM) con el Mapa de Instalaciones Críticas (MIC) se pueden mostrar cuales son las áreas en las que se requiere mayor información, diferentes técnicas de reducción de amenazas o atención inmediata cuando ocurre un evento peligroso.

Son muchas las ventajas que se obtienen al hacer un MIC 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, pueden evitarse o disminuirse significativamente los desastres sociales y económicos.

Los beneficios que se obtienen al combinar un MPGM con un MIC incluyen:

- Poner al tanto a los planificadores y directivos sobre las amenazas que enfrentan las instalaciones críticas existentes o propuestas antes de implementar un proyecto.
- Poder determinar hasta qué punto puede verse afectado el desarrollo por la falla o interrupción de las instalaciones críticas como consecuencia de un evento natural.
- Poder identificar las subáreas que requieren diferentes evaluaciones, métodos de preparación para emergencias, recuperación inmediata o técnicas de reducción de vulnerabilidad específica.

Los mapas combinados de MPMG y MIC pueden ser utilizados por los organismos encargados de la planificación del uso de la tierra, 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.

Capítulo XI

MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y/O CORRECTIVAS

11.1 CÓMO PUEDEN IDENTIFICARSE ZONAS AMENAZADAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS

- Apoyándose en el estudio de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de satélite), cartas topográficas o fotogramétricas para el inventario de los peligros naturales que han afectado o afectan a una área y su posterior verificación en el campo.
- En el campo mediante el estudio de la geografía del lugar y con el apoyo de los profesores de geografía, autoridades y la comunidad se pueden delimitar las zonas bajas inundables adyacentes a cursos de agua, quebradas secas o con bajo volumen de agua expuestos a que súbitamente puedan bajar flujos hídricos.
- 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, flujos rápidos, sismos, etc.) y cuales son los sectores afectados, determinándose las partes altas o alejadas de la población para escoger los lugares seguros para establecer refugios para la población.

11.2 CÓMO DEBE EFECTUARSE LA EVACUACIÓN

- Las rutas de evacuación deben seleccionarse evitando los obstáculos, el cruzar fajas inundables, y áreas difíciles de transitar.
- Se debe entrenar a los vecinos para que identifiquen las señales que puedan servir de alarma indicadora de que el fenómeno está por producirse, la evacuación debe efectuarse con los vecinos líderes.
- Debe capacitarse constantemente a la población con el apoyo de personal especializado o mediante los profesores de geografía o maestros con la participación inicial de los alumnos y posteriormente de la población.
- Efectuar simulacros preventivos con la participación de las autoridades y la población.
- Para planificar la evacuación de la gente ante la ocurrencia de un tsunami se

debe conocer el tiempo de llegada de la ola, por lo que la población debe ser entrenada para cuando sienta un sismo mayor a 7,5 MM inmediatamente abandone la zona de inundación y se dirija a los refugios en zonas altas a través de rutas de evacuación previamente seleccionadas.

11.3 MEDIDAS CORRECTIVAS

11.3.1 Para Áreas con Deslizamientos

Medidas de prevención

- La medida más lógica y de menor costo para evitar daños por deslizamientos consiste en no construir en áreas que pueden deslizarse, ni en la parte superior susceptible de hundimiento, ni en la pendiente, donde pueda deslizarse ni debajo donde puede ser sepultado por la masa que se desliza.
- 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 solución.
- Observar si hay evidencias de antecedentes de deslizamientos antiguos 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.
- Estar alerta ante largos períodos de lluvias y tomar nota si estas lluvias son intensas evitando que los suelos se saturen de agua, asegurando buenos sistemas de drenajes para el desalojo rápido de las aguas superficiales y subterráneas.
- Observar si hay ojos de agua en el área.
- Solicitar asesoramiento de personal capacitado en caso se prevea un uso intenso del suelo en la construcción de desarrollos urbanos, mineros, 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 las medidas de construcción que pueden adoptarse para impedir su repetición.

Medidas de protección

Si los deslizamientos ocurren de improviso, es poco lo que se puede proteger con efectividad, pero si se observan indicios antes de que se produzcan, se deben tomar las siguientes medidas:

- 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 ser sepultados por materiales naturales u otros que se encuentren en montañas cercanas.
- En caso de que el deslizamiento suceda en el momento en que la persona está cerca de la pendiente, debe evitar ruidos o vibraciones y quedarse en un lugar seguro.

11.3.2 Para Inundaciones y Flujos Rápidos (Aluviones y Huaycos)

Medidas de Protección

Son de dos tipos:

a) Permanentes

- Tratamiento de la cuenca para disminuir el flujo de aguas, por ejemplo la construcción de andenes, por su forma escalonada impiden que el agua corra pendiente abajo de manera violenta y retienen suelos cargados de nutrientes aprovechables para fines agrícolas.
Asimismo proteger la cobertura vegetal, ya que mediante el resembrado de gramíneas y árboles 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 anegadizas, estudios sencillos que se realicen en estas áreas permitirán 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 existentes
- Limpieza de canales y acequias
- Acciones para combatir la inundación o el flujo rápido

- Evacuación de personas y propiedades de las zonas amenazadas
- Reprogramación de actividades para reducir las pérdidas e interrupciones ocasionadas por las inundaciones y los flujos rápidos.

La eficiencia de estas medidas se da percibe 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.

c) Sistemas de protección contra las inundaciones

Deben consistir en:

- Una línea principal de defensa que proteja toda la zona,
- Líneas locales de defensa que protejan 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 preverse un margen bastante amplio de altura 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 la 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 de 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 para los 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 el 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:

- Reparaciones de los terraplenes, el mantenimiento de la capacidad normal del caudal de los cursos de agua mediante el dragado y limpieza, y la conservación de las esclusas compuertas y otros equipos.
- Mantenimiento de las estaciones hidrométricas y la prestación de un servicio diario de información sobre el nivel de las aguas que afecte a la situación hidrológica de la zona protegida.
- Mantenimiento de las instalaciones de almacenamiento de los materiales y equipos a utilizarse en una emergencia.
- Tener un cuidado especial para evitar la abertura de brechas en los sistemas de defensa existentes durante la construcción de nuevas obras de infraestructura o asentamientos poblacionales.

11.3.3 Para otros Fenómenos de Remoción en Masas

- No edificar en el borde de 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 tiene que ubicarse cualquier edificación de la población.
- Ubicar obras de protección en la parte cóncava de los ríos donde éstos acentúan su efecto erosivo.
- Educar a la población para que informe a las autoridades de cualquier proceso erosivo que comience a afectar a las laderas de los cerros, 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 resembrar 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.
- 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) con la finalidad de evitar el sobreuso del agua que tanto daño hace a las laderas o taludes de los cerros.
- Con el apoyo de los 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 de suelos.
- No construir sobre suelos que puedan colapsar.

11.3.4 Para Sismos y Tsunamis

- Las edificaciones en base a tapial o adobon constituye la edificación más débil y conjuntamente con las edificaciones de piedra con mortero de barro deben prohibirse
- La construcción con adobe reforzado debe realizarse, solamente en terrenos planos o con poca pendiente o en un suelo compacto y seco, lejos de sitios que puedan deslizarse o inundarse.
- En construcciones de albañilería con techo rígido y pesado las columnas y vigas collar de refuerzo de concreto armado son muy efectivas para incrementar la resistencia sísmica
- En construcciones de concreto armado la cortante sísmica se concentra en las columnas cortas y fallan (colapsan), es un error que debe eliminarse sobre todo en la construcción de escuelas.
- Las poblaciones deben tratar de no ubicar sus viviendas en zonas de laderas con pendientes muy pronunciadas o propensas a sufrir fenómenos de remoción en masas que pueden ser activadas por sismos.
- Se debe evitar la construcción de viviendas en suelos donde predominan las arenas y un nivel freático muy superficial por que ante la incentivación sísmica pueden presentarse problemas de licuefacción de suelos.
- Las viviendas que se cimientan directamente sobre roca deben considerar que la incentivación sísmica sobre ella aumenta en 1° la magnitud de un sismo.
- Es recomendable alejarse de las ventanas en caso de sismos, pues los vidrios rotos pueden herir a las personas.
- En el caso de las poblaciones, ubicadas en el litoral peruano, pueden ser afectadas por tsunamis, así el Ing. J. Kuroiwa menciona que en la costa central del Perú la inundación por tsunami alcanzará hasta 6 m de altura respecto al nivel medio del mar (nmm) hasta unos 500 m tierra adentro de la línea de alta marea . En la parte sur sería la cota de los 10 msnm hasta unos 800 m tierra adentro. En la costa norte, igual que la costa central, con excepción de la zona de Talara donde se estiman medidas iguales a las de la parte sur.
- En las zonas amenazadas por tsunamis sólo deben construirse las obras necesarias para la actividad marítima, dejando para fines recreacionales las 2/3 de la zona inundable, a partir de la orilla del mar, considerando que allí la inundación será severa.
- En las zonas donde existen viviendas, en zonas anegadizas por un tsunami, es necesario formular y ensayar evacuaciones (simulacros).
- En los centros donde viven o laboran muchas personas es recomendable efectuar un plan de evacuación ante la ocurrencia de un terremoto y ensayarlo.

11.3.5 Para Peligros Volcánicos

- Las áreas circundantes a un volcán no deben utilizarse con fines urbanos ni para la construcción de obras importantes de infraestructura por lo menos 10 km a la redonda del volcán, ya que el área, puede ser afectada por flujos de lava y flujos piroclásticos.
- No deben ser ocupados los fondos de los ríos y quebradas que bajan del volcán a una distancia de varias decenas de kilómetros.
- Los puentes en ríos y quebradas que pueden ser afectados por procesos volcánicos deben tener suficiente luz y altura para permitir el paso de los lahares o flujos de lava o piroclásticos.
- En caso de intensa caída de cenizas volcánicas, éstas deben ser rápidamente limpiadas ya que si se mojan pueden hacer colapsar cualquier techo. Asimismo las casas que se construyan cerca de los volcanes deben ser a dos aguas con pendientes superiores a los 20°.
- Ante la necesidad de un apoyo técnico consultar con los especialistas en peligros geovulcanológicos del INGEMMET o el IGP.
- Se debe educar a los pobladores que se localizan en poblaciones cercanas a volcanes activos mediante cartillas de divulgación y reuniones de coordinación con personal especializado o profesores de geografía o maestros de escuelas sobre la forma de comportarse ante la activación de un volcán.

11.4 MEDIDAS CORRECTIVAS

11.4.1 En Taludes

La aplicación de medidas correctivas puede realizarse sobre taludes en construcción, los que tengan pendientes más fuertes que las necesarias para su estabilización, para tener un factor de seguridad predeterminado, o para estabilizar fenómenos de rotura, sobre todo en aquellos que constructivamente sea posible. Por lo tanto para definir la solución ideal es necesario valorar diferentes parámetros, ya sean de tipo constructivo o económico.

Basándonos en la experiencia de los profesionales que han intervenido en el presente estudio, la bibliografía consultada en especial el trabajo del Instituto Geominero de España «Manual de Ingeniería de Taludes», a continuación se muestran parte de los diferentes tipos de solución empleado en la corrección y tratamiento de taludes:

a) Corrección por modificación de la geometría del talud

Cuando un talud es inestable o su estabilidad es precaria, una forma de actuar sobre él es modificando su geometría a fin de obtener una nueva configuración que resulte estable. Esta modificación busca obtener al menos uno de los dos efectos siguientes:

Disminuir las fuerzas que tienden al movimiento de la masa.

Aumentar la resistencia al corte del terreno mediante el incremento de las tensiones normales en zonas convenientes de la superficie de rotura.

Lo primero se consigue reduciendo el volumen de la parte superior del deslizamiento y lo segundo incrementando el volumen en el pie del mismo.

Las formas de actuar sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

- Eliminar la masa inestable o potencialmente inestable. Solución drástica que se aplica en casos extremos, comprobando que la nueva configuración no es inestable.
- Eliminación del material de la parte superior de la masa potencialmente deslizante (descabezamiento), siendo esta área donde el peso del material contribuye más al deslizamiento y menos a la resistencia del mismo, dado que en la parte superior de la superficie del deslizamiento es donde ésta tiene su máxima inclinación. Por ello la eliminación de escasas cantidades de material produce aumentos importantes del factor de seguridad.
- Construcción de escolleras en el pie del talud (Figuras N° 23 y 24). Puede efectuarse combinando con el descabezamiento del talud o como medida independiente.

El peso de la escollera en el pie del talud se traduce en un aumento de las tensiones normales en la parte baja de la superficie del deslizamiento lo que aumenta su resistencia. Este aumento depende del ángulo de rozamiento interno en la parte inferior de la superficie del deslizamiento. Si es elevado, el deslizamiento puede producirse por el pie y es más ventajoso construir la escollera encima del pie del talud, pudiéndose estabilizar grandes masas deslizantes mediante pesos relativamente pequeños de escollera. Si el ángulo de rozamiento interno es bajo el deslizamiento suele ser por la base y es también posible colocar el relleno frente al pie del talud.

Por otra parte, en cualquier caso el peso propio de la escollera supone un aumento del momento estabilizador frente a la rotura.

Por último cuando la línea de rotura se ve forzada a atravesar la propia escollera, ésta se comporta además como un elemento resistente propiamente dicho.

Algo que siempre se debe considerar es que la base del relleno siempre debe ser drenante pues en caso contrario su efecto estabilizador puede verse disminuido, especialmente si el relleno se apoya sobre material arcilloso.

Puede ser necesario colocar un material con funciones de filtro entre el relleno drenante y el material del talud. El empleo de membranas geotextiles con este fin es importante.

- Tratamiento de taludes con escalonamiento (Bermas; Fig. N° 25), es una medida que puede emplearse tanto cuando un talud está comprometido por un deslizamiento o desde antes que se produzca y su uso es aconsejable porque facilitan el proceso constructivo y las operaciones del talud, retienen las caídas de fragmentos de roca, indeseables en todos los casos, y si se dispone en ellas de zanjas de drenaje para evacuar las aguas de escorrentía, disminuyen su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales.

Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobre todo cuando es fácilmente meteorizable y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de roca cómo es el caso de taludes junto a vías de transporte.

b) Corrección por drenaje

Este tipo de corrección se efectúa con el objeto de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la potencial o existente superficie de deslizamiento, lo que aumenta su resistencia y disminuye el peso total y por tanto las fuerzas desestabilizadoras.

Las medidas de drenaje son de dos tipos:

Drenaje superficial: tiene cómo fin recoger las aguas superficiales o las recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud, evitándose su infiltración (Fig. N° 26).

Las aguas de escorrentía se evacuan por medio de zanjas de drenaje, impermeabilizadas o no y aproximadamente paralelas al talud. Deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de forma que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no.

El cálculo de la sección debe hacerse con los métodos hidrológicos.

Drenaje Profundo: tiene como finalidad deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales; para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno (Fig. N° 27).

Se clasifican en los siguientes grupos:

b.1) Drenes horizontales perforados desde la superficie del talud, llamados también drenes californianos, consisten en taladros de pequeño diámetro aproximadamente horizontales (5° - 10°) que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (Figs. N° 27 y 28).

Sus ventajas son:

Su instalación es rápida y sencilla
El drenaje se realiza por gravedad
Requieren poco mantenimiento

Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

Sus desventajas son:

Su área de influencia es limitada y menor que en otros métodos de drenaje profundo.

La seguridad del talud hasta su instalación puede ser precaria

b.2) Pozos verticales de drenaje perforados desde la superficie superior al talud o desde éste mismo (Fig. N° 29).

Son bien aplicables cuando se va a tratar un talud en una construcción. En este caso el agua que se extrae se efectúa por bombeo, su ventaja frente a los horizontales es que pueden instalarse y ponerse en funcionamiento antes de comenzar una excavación, permitiendo:

Garantizar la estabilidad del talud durante la construcción

Facilitar la construcción al disminuir la cantidad de agua que aflora por el frente de excavación.

Su desventaja está dada por el alto costo del equipo de bombeo y de la energía necesaria para su operación.

b.3) Galerías de drenaje, generalmente paralelas al talud y a bastante profundidad. Son galerías excavadas en el terreno a bastante distancia de la superficie del mismo. Constituye un sistema bastante efectivo pero muy caro, por lo que su uso sólo es recomendable en situaciones críticas y en taludes de gran altura. Para aumentar su radio de acción es necesario instalar drenes perforados desde la galería, aumentando así su radio de acción y la efectividad del sistema de drenaje (Figs. N° 30 y 31).

Sus ventajas son:

- Tienen mayor capacidad drenante debido a su gran sección transversal

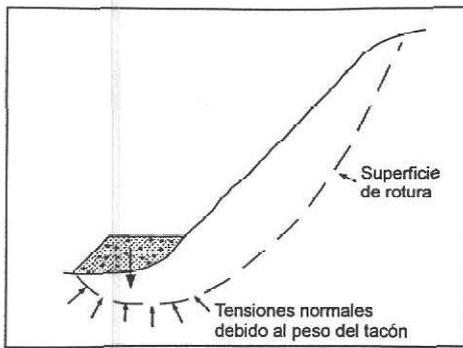


Fig. N° 23 Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno

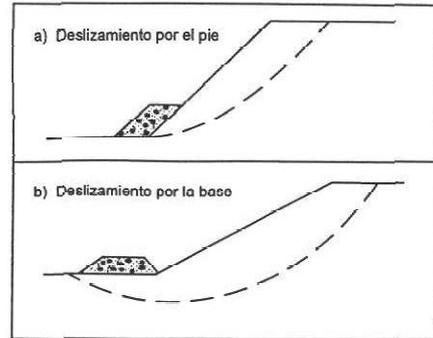


Fig. N°24 Colocación de la escollera

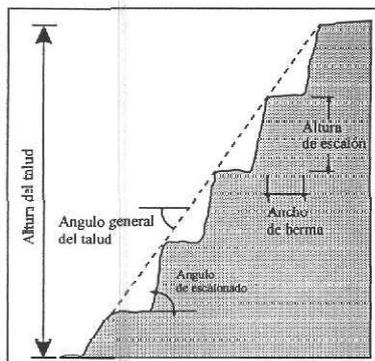


Figura N°25 Esquema de un talud con bermas intermedias

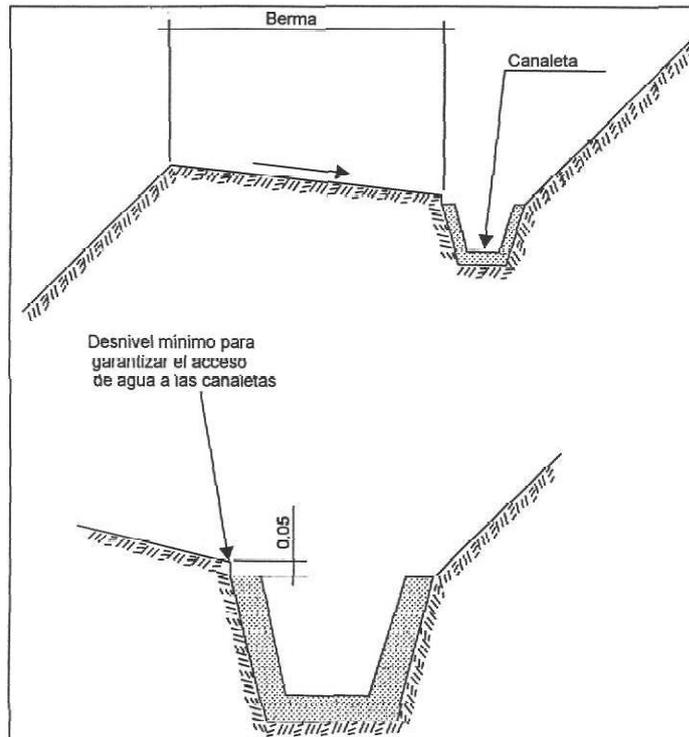


Fig. N° 26 Detalles de una canaleta de drenaje superficial

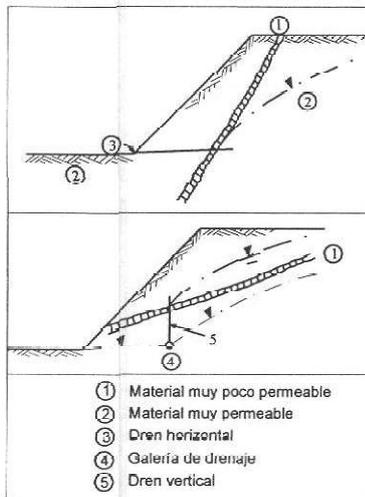


Fig. N° 27 Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos (CANMET, 1977).

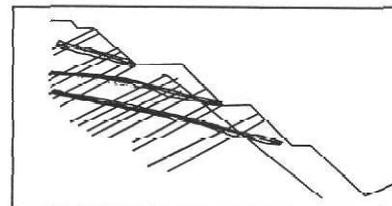


Fig. N° 28 Esquema de drenaje de un talud minero por medio de drenes californianos (LÓPEZ GARCÍA, 1984)

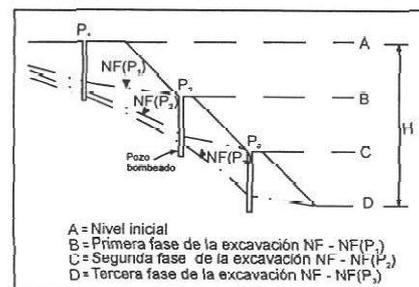


Fig. N°29 Instalación de varios niveles de pozos bombeados en las distintas fases de la excavación (CANMET, 1977)

- Son apropiadas, para operaciones a largo plazo, dado que el drenaje se realiza por gravedad
- Sirven para determinar la calidad del terreno
- No afectan a la superficie del terreno
- Son apropiadas para zonas de climas fríos debido a que se ubican a gran profundidad.

b.4) Zanjas con relleno drenante, dispuestas en la superficie o pie del talud, consisten en zanjas rellenas de material drenante, excavadas en el talud o más allá del pie del mismo y cuya acción drenante se limita a profundidades pequeñas (Fig. N° 32).

Pueden ser de dos tipos:

Zanjas de talud: Son las que siguen la línea de máxima pendiente del talud, son aplicables cuando los deslizamientos están situados a poca profundidad (Fig. N° 33).

Zanjas horizontales: Son paralelas al talud y se sitúan al pie del mismo.

Son útiles los drenes tipo espina de pescado (Fig. N° 33A), combinación de una zanja drenante según la línea de máxima pendiente y zanjas secundarias (espinas) ligeramente inclinadas que convergen en la espina central.

Su construcción y mantenimiento en zonas críticas deben ser bien vigilados.

c) Corrección por elementos resistentes

c.1.) ANCLAJES: Los anclajes son armaduras metálicas, alojadas en taladros perforados desde el talud y cementadas (Fig. N° 34), que se emplean como medida estabilizadora de taludes tanto en roca como en terreno suelto.

Son elementos que trabajan a tracción y que colaboran en la estabilidad del talud de dos formas:

- Proporcionan una fuerza contraria al movimiento de la masa deslizante.
- Producen un incremento de las tensiones normales en la existente a potencial superficie de rotura, lo que provoca un aumento de la resistencia al deslizamiento en dicha superficie.

En un anclaje se distinguen tres partes fundamentales:

- Zona de anclaje: parte solidaria al terreno en profundidad encargada de transferir los esfuerzos al mismo.

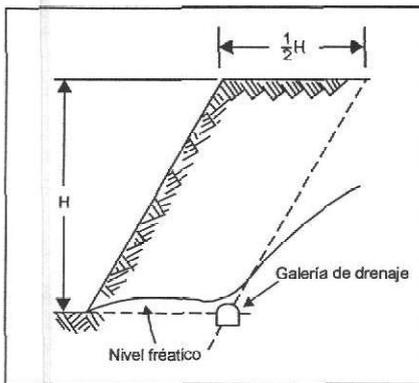


Fig. N°30 Posición óptima de una galería de drenaje (HOEK y BRAY, 1977. Cortesía de Inst. Of Min and Met).

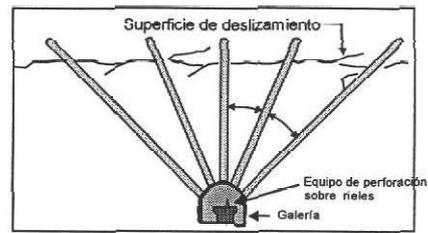


Fig. N° 31 Drenaje de superficie de deslizamiento desde una galería de drenaje (CANMET,1977)

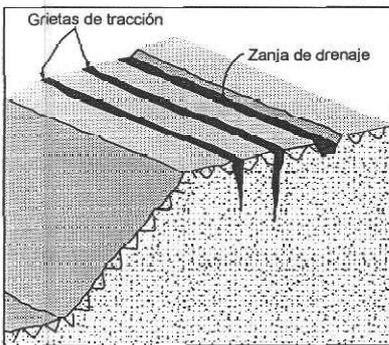


Fig. N° 32 Disposición de zanjas de drenaje en un talud

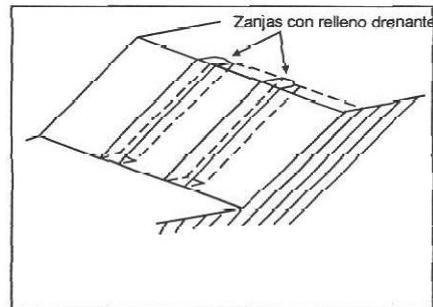


Fig. N° 33 Zanja de talud.

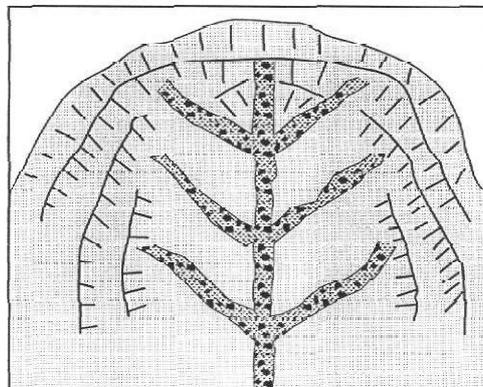


Fig. N° 33A Dren tipo Espina de Pescado

- Zona libre: Es la parte en que la armadura se encuentra independizada del terreno que la rodea, de forma que pueda deformarse con total libertad al ponerse en tensión.
- Cabeza: Es la zona de unión de la armadura a la placa de apoyo.

La longitud de los anclajes varía entre 10 y 100 m y el diámetro de la perforación entre 75 y 125 mm.

Cuando se proyecta instalar anclajes en un talud es necesario poseer una detallada información previa sobre las características geológicas y resistentes del terreno.

La elección del tipo de anclaje (activo, pasivo o mixto; bulones o cables) debe regirse de acuerdo a criterios técnicos.

Es importante elegir adecuadamente la zona de anclaje, para lo que debe tenerse en cuenta, que debe estar incluida en terreno estable o lo que es lo mismo, toda su longitud debe quedar por detrás de la posible superficie de rotura.

La separación recomendable entre anclajes por razones constructivas es entre 2 y 5 m.

La orientación de los anclajes, en planta y alzado, debe establecerse buscando la mayor eficacia y economía, por razones constructivas es recomendable que desciendan a partir de la cabeza con una inclinación del orden de 10° ó 15°.

La dirección más económica depende de diversos factores entre ellos la posición de la roca que se desea estabilizar.

C.2) MUROS: Los muros se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (Fig. N° 35).

En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos, existentes o potenciales, al introducir un elemento de contención al pie del talud (Fig. N° 36). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar la construcción del muro exige una cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece a la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. Por otra parte, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos, por encima o por debajo del mismo.

Una contención sólo puede sostener una longitud determinada de deslizamiento ya que en caso contrario el deslizamiento sobrepasa al muro. Cuando quieran sujetarse deslizamientos más largos, debe recurrirse a un sistema de muros o a otros de los procedimientos expuestos.

Por todo ello puede ser más apropiado, en taludes con signos evidentes de inestabilidad, realizar el muro con objeto de retener un relleno estabilizador.

En desmontes y terraplenes en los que la falta de espacio impone taludes casi verticales, el empleo de muros puede ser casi obligado. Este es un caso frecuente en la construcción de vías de transporte.

En ocasiones, al realizar un «descabezamiento» en una ladera, resulta más económico la construcción de un muro frente al costo de sobreexcavación requerido, si aquél no se realiza.

En general la construcción de un muro es una operación cara. A pesar de ello, los muros se emplean con frecuencia pues en muchos casos son la única solución viable.

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (Fig. N° 37):

Muros de Sostenimiento: Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.

Muros de contención: Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sin la acción del muro sería probablemente inestable.

Muros de Revestimiento: Su misión es esencialmente proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

A la hora de proyectarse un muro han de determinarse las cargas a las que van a estar sometidas y su distribución, lo que permitirá dimensionar una estructura capaz de resistirlas.

Las comprobaciones a efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural: Se ha de comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

Tipos de Muros:

1) Muros de Gravedad. Es el muro más antiguo, son elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (Figs. N° 38, 39, 40 y 41).

Se construyen de hormigón en masa, existiendo de ladrillo o mampostería

La relación altura (H) Base (B) suele estar comprendida entre 1,5 a 2. No es frecuente emplear muros de este tipo con alturas mayores de 10 m.

Se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeñas dimensiones, sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y el bajo costo.

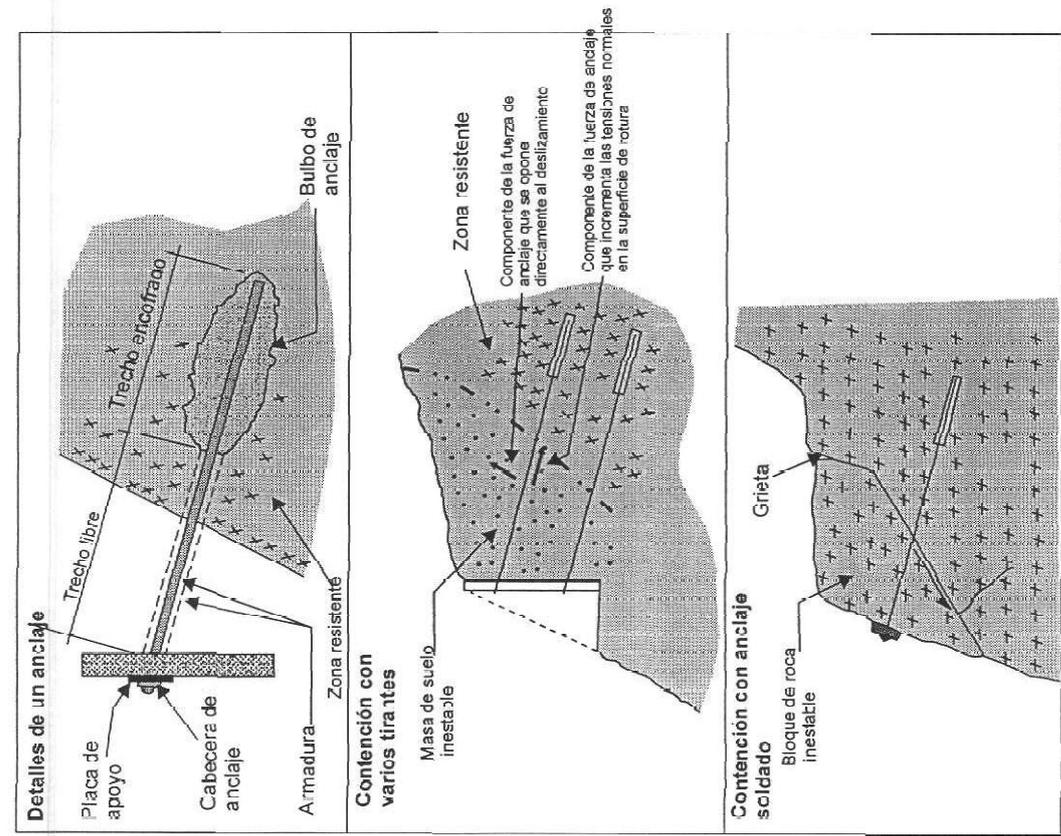


Fig. N°34 Detalles de un anclaje y ejemplos de aplicación

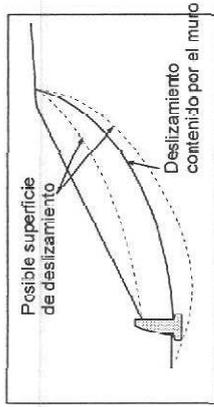


Fig. N°35 Contención mediante un muro deslizamiento contenido por el muro

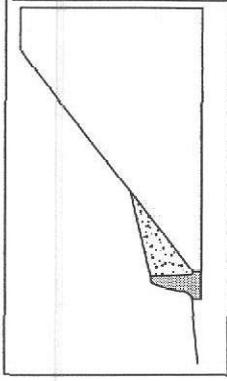


Fig. N°36 Relleno estabilizador sostenido por el muro

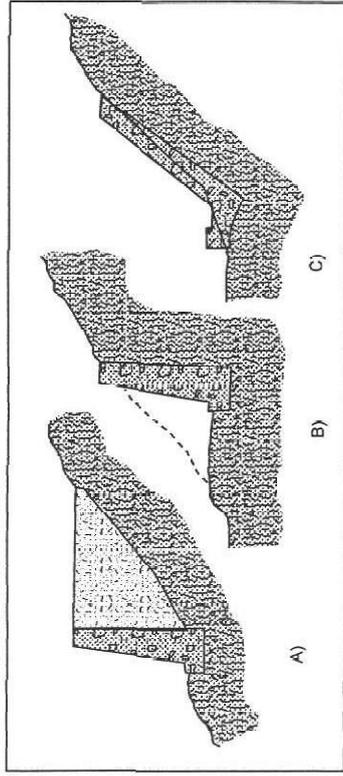


Fig. N°37 Tipos de muros A) Sosténimiento, B) Contención, C) Revestimiento

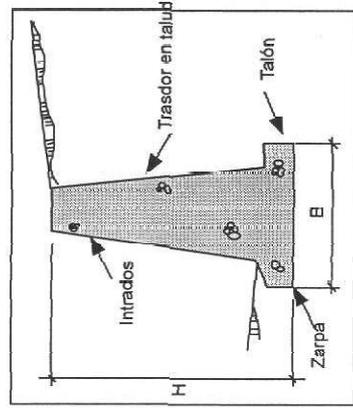


Fig. N°38 Muro de gravedad

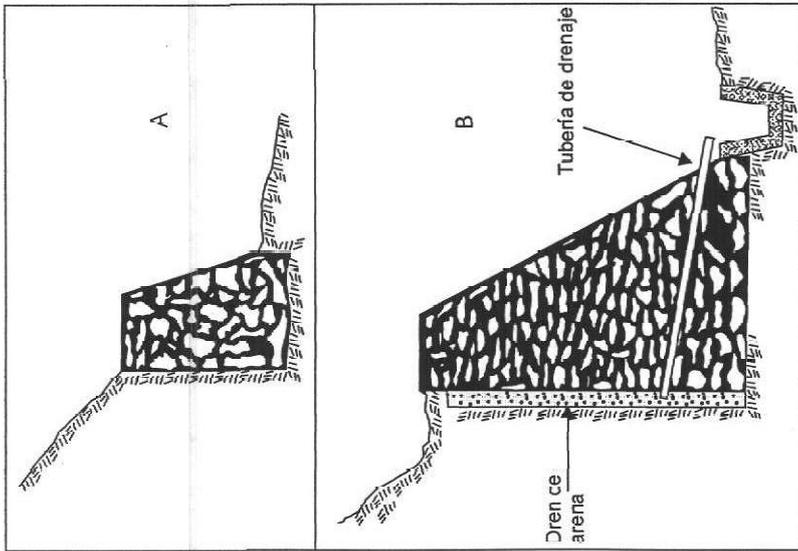


Fig. N°39 Muros de gravedad A. de piedra seca B. de piedra argamasada

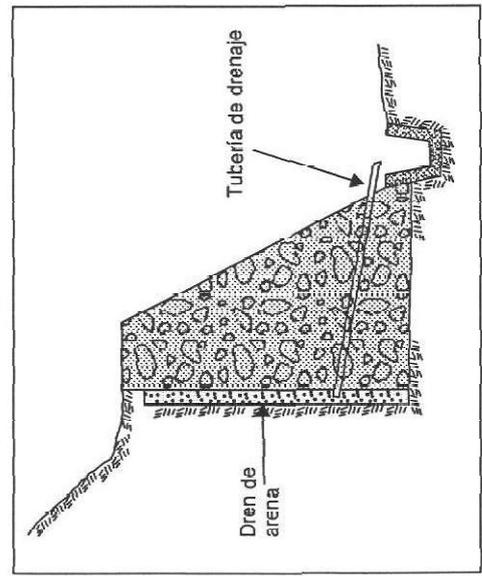


Fig. N°40 Muro de gravedad de concreto ciclópeo

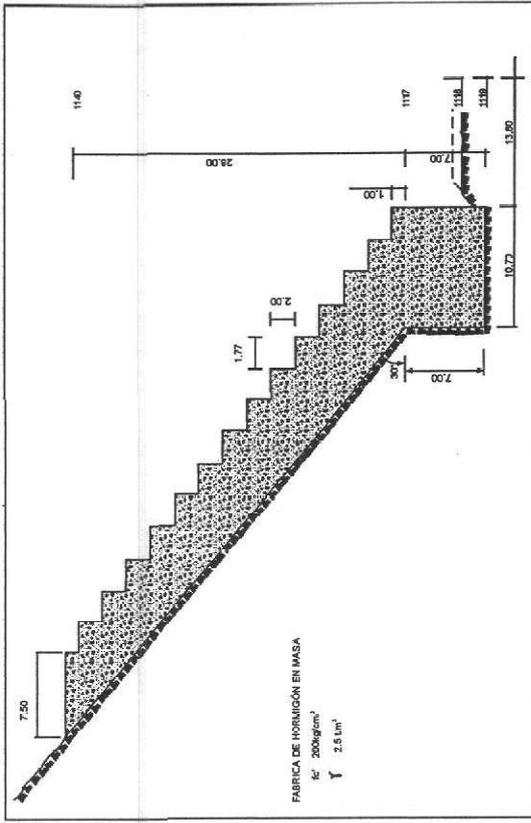


Fig. N° 41 Muros de grosor máximo

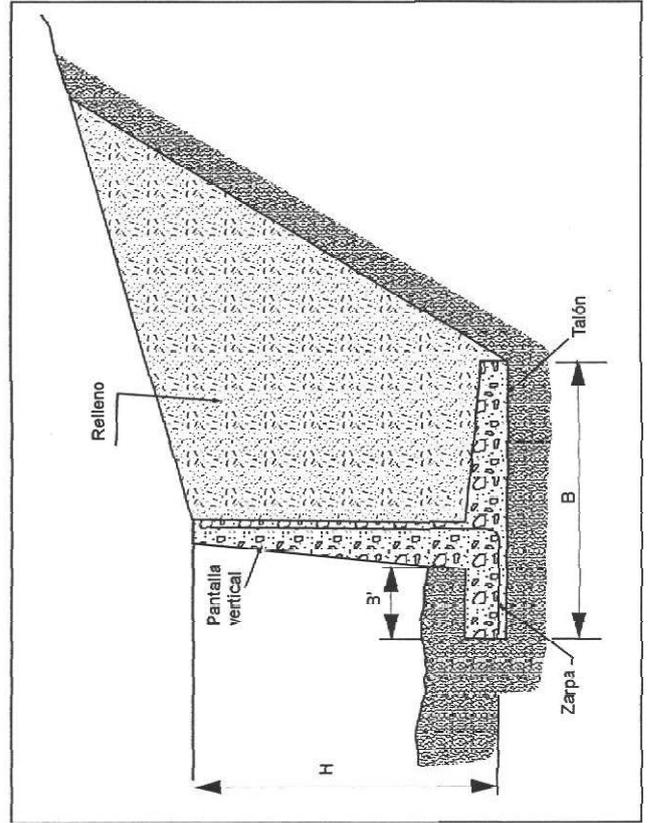


Fig. N° 42 Muro en L

2) Muros Aligerados. Son muros de hormigón armado, presentándose dos tipos fundamentales:

Muros en L: Son aquellos en los que la pantalla vertical actúa como viga en voladizo y contrarrestan el momento volcador del empuje del terreno principalmente por el momento estabilizador de las tierras situadas sobre el talón (Figs. N° 42 y 43)

La relación H/B esta comprendida generalmente entre 1,5 y 2 y la longitud de zarpa B suele ser 1/3 de B.

La presión sobre el cimiento es menor que en los muros de gravedad, por lo que son adecuados para cimentaciones malas.

Los esfuerzos sobre cada una de las partes del muro (pantalla vertical, talón y zarpa) se calculan suponiendo que se comportan como vigas en voladizo

Muros con Contrafuertes: Los contrafuertes pueden disponerse en el intradós o el trasdós (Fig. N° 44 y 45). En el primer caso, lo que se hace es aligerar un muro de gravedad suprimiendo hormigón en las zonas que, por estar más próximas al pie, colaboran poco al efecto estabilizador.

En el segundo caso se trata realmente de un muro en L reforzado con contrafuertes interiores.

3) Muros Jaula: Consisten en un entramado resistente en forma de jaula que se rellena de un suelo granular, preferentemente compactado (Fig. N° 46).

Los armazones o jaulas están compuestos de vigas longitudinales o largueros y vigas transversales o traviesas.

Su estabilidad está fundamentalmente proporcionada por su peso propio, al igual que los muros de gravedad.

Son adecuados para alturas moderadas no mayores generalmente de 7 m. El ancho del muro está comprendido entre la altura y la mitad de ésta.

Sus principales ventajas frente a los muros de hormigón son su montaje fácil y rápido, su capacidad de adaptación a los asentamientos que se pueden producir en el terreno y el hecho que pueden comenzar a actuar inmediatamente después de su construcción.

La jaula se construye con piezas de madera, bloques prefabricados de hormigón armado o piezas metálicas de acero o aluminio.

Si el relleno interior del muro se hace con un material permeable y si no se cierran los huecos en las caras del muro, la acción drenante queda garantizada sin necesidad de dispositivos especiales.

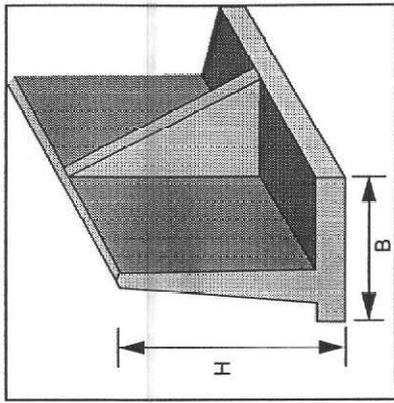


Fig. N° 45 Muro de contrafuertes

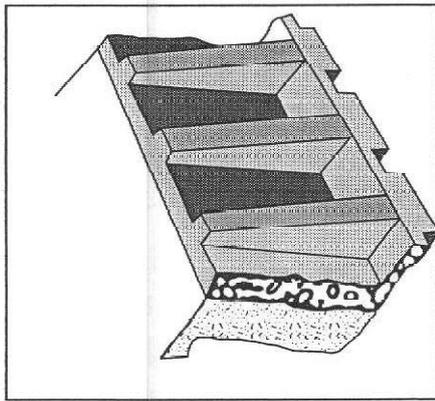


Fig. N° 44 Muro de contrafuerte

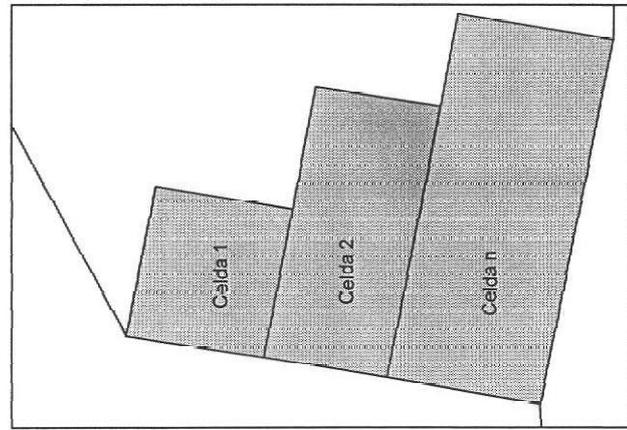


Fig. N° 46 Muro Jaula compuesto de celdas superpuestas.

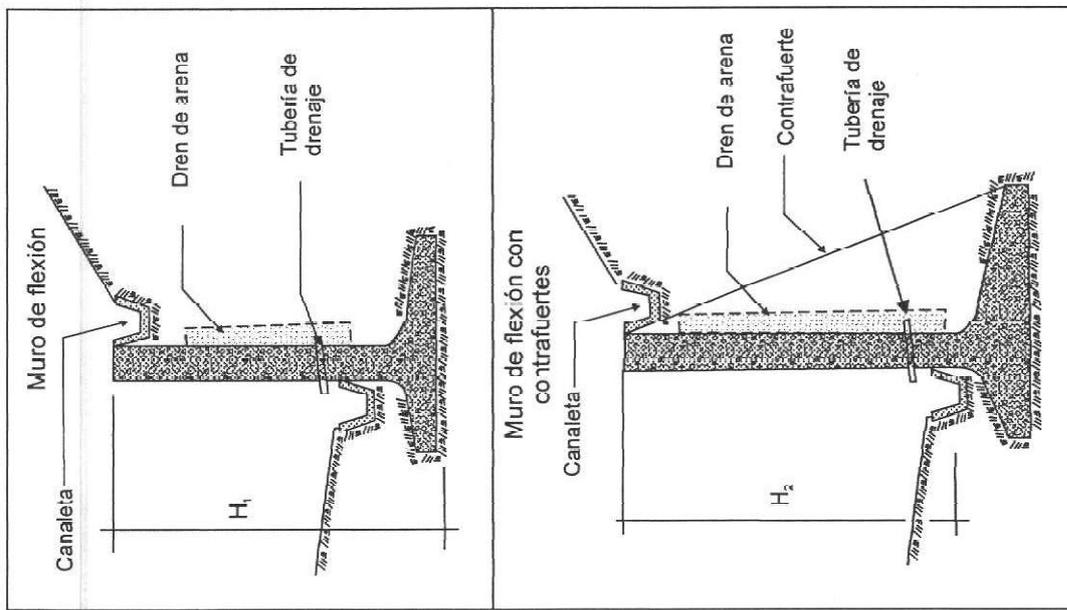


Fig. N° 43 Muros de concreto armado tipo flexión

El cálculo de empujes sobre el muro y de su seguridad frente al deslizamiento y al vuelco se realiza de la misma forma que en un muro de gravedad, con la salvedad de que no todo el peso del relleno granular contribuye a la resistencia al momento del volcado.

4) Muros de Gaviones

Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consiste en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza, andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (Figs. N° 47 y 48).

Los muros de gaviones trabajan fundamentalmente por gravedad.

Generalmente se colocan en alturas bajas aunque algunos los han colocado en alturas medianas (hasta 25 m de alto y 10 m de ancho) funcionando satisfactoriamente.

La relación entre la altura del muro y el ancho de la base del mismo es muy variable, suele estar comprendida entre 1,7 a 2,4.

Las ventajas que presenta son;

- Instalación rápida y sencilla
- Son estructuras flexibles que admiten asentamientos diferenciales del terreno.
- No tienen problemas de drenaje, ya que son muy permeables.

Los empujes sobre el muro, su estabilidad al vuelco y deslizamiento se calculan de igual forma que un muro de gravedad.

5) Muros de Tierra Armada

La tierra armada es un procedimiento patentado que consiste en reforzar un muro mediante bandas de material manufacturado, generalmente metálico. Las bandas van ancladas en la pared y se disponen perpendicularmente a la misma (Figs. N° 49 y 50). El rozamiento entre el suelo y las bandas proporciona la estabilidad del conjunto.

Presenta las siguientes ventajas:

- Construcción fácil y rápida
- Costo inferior que los demás sistemas alternativos (20 a 50 %)
- No tienen limitaciones prácticas en la longitud y la altura
- Apropriados para utilizarlos en terrenos de mala cimentación debido a que transmiten tensiones relativamente pequeñas a la cimentación.
- Al ser muy flexibles se adaptan con facilidad a los asentamientos diferenciales.

Para proyectarlos hay que tener en cuenta:

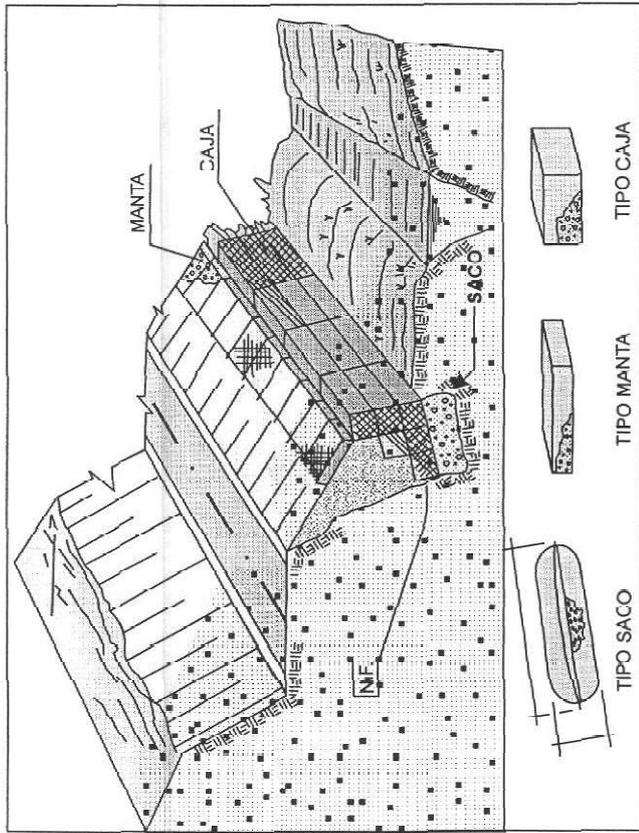


Fig. N° 47 Gaviones

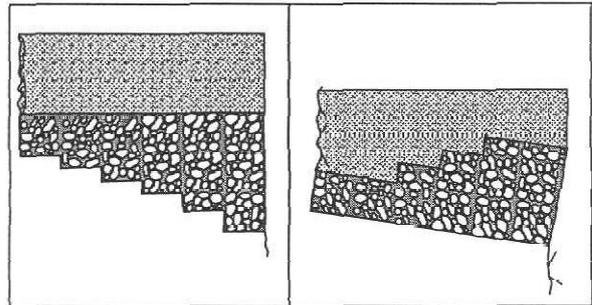


Fig. N° 48 Muros de gaviones.

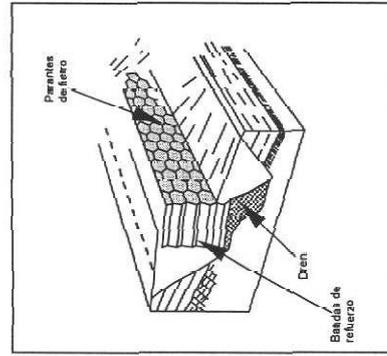


Fig. N° 49 Muro de tierra armada (REINFORCED EARTH, 1973, fuente: CANMET, 1977)

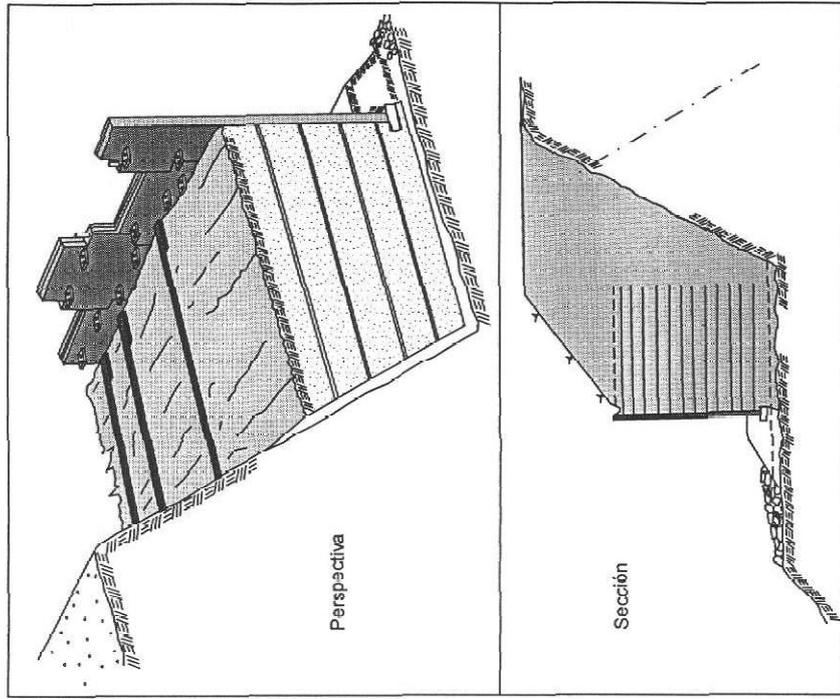


Fig. N° 50 Detalles de muro de tierra armada

- La existencia de suficiente rozamiento entre el suelo y las bandas de refuerzo para evitar el deslizamiento entre ambos, lo que provocaría la rotura del muro.
- Las bandas de refuerzo han de tener la suficiente sección como para resistir los elevados esfuerzos de tracción a los que se ven sometidos.

Los materiales necesarios para construir un muro de tierra armada son:

Bandas de refuerzo: Generalmente de acero galvanizado a veces ranurado para aumentar el rozamiento. A veces se emplea el aluminio.

Las bandas tienen un ancho entre 4 y 12 cm y un grosor entre 2 y 4 mm. La separación vertical entre bandas suele ser de 25 a 33 cm si el paramento es de acero y 75 cm si es de hormigón.

Las bandas de acuerdo a su instalación se denominan bandas transversales, a las perpendiculares al paramento y longitudinales a las paralelas a aquél.

Paramento del Muro: Su función es evitar que caiga la tierra. Debido a la acción de las bandas, el paramento resiste un empuje sustancialmente menor que el que aparece en los otros tipos de muros.

Suele estar constituido por placas prefabricadas de hormigón en cuadrados de 1,5 m de lado con un espesor de 20 cm, o chapas metálicas de forma elíptica de acero galvanizado, flexibles y gruesas.

Relleno de Tierra: El relleno no debe contener materia orgánica u otros materiales degradables. Su ángulo de rozamiento interno no debe ser menor de 25° y en general conviene compactar el relleno para disminuir los asentos.

El cálculo de un muro de tierra armada se hace estudiando el equilibrio límite y suponiendo que el empuje horizontal de tierra es transmitido a las bandas por rozamiento.

Los esfuerzos de tracción en las bandas son máximos cerca del contacto con el paramento y van disminuyendo hasta un valor «0» en el extremo opuesto.

La construcción de un muro de tierra armada se hace por capas horizontales. Se instala una fila horizontal del paramento, se colocan las bandas, se anclan a aquél y por último se extiende y compacta el relleno. El proceso se continúa para cada capa horizontal hasta la terminación del muro.

6) Muros de Apoyo

Se instalan en taludes en roca en los que se aprecia la existencia de masas importantes de roca en voladizo (Figs. N° 51 y 52).

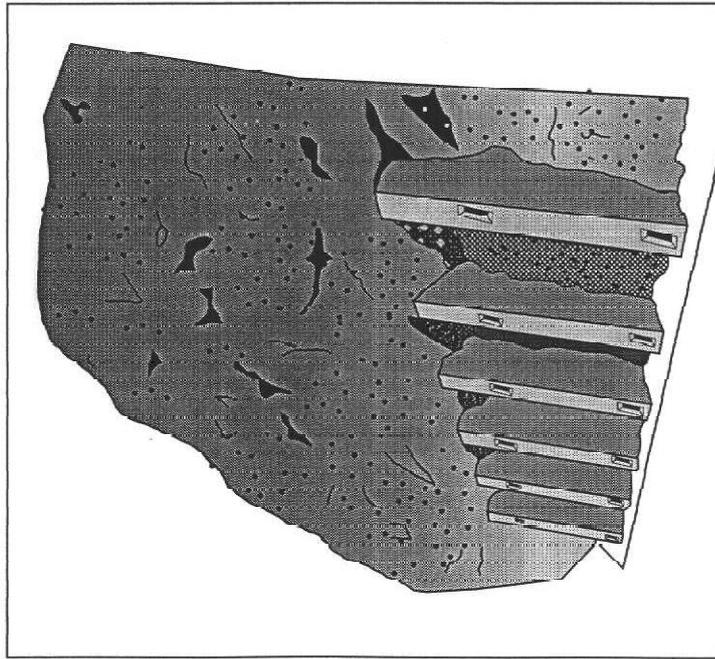


Fig. N° 51 Muros de apoyo

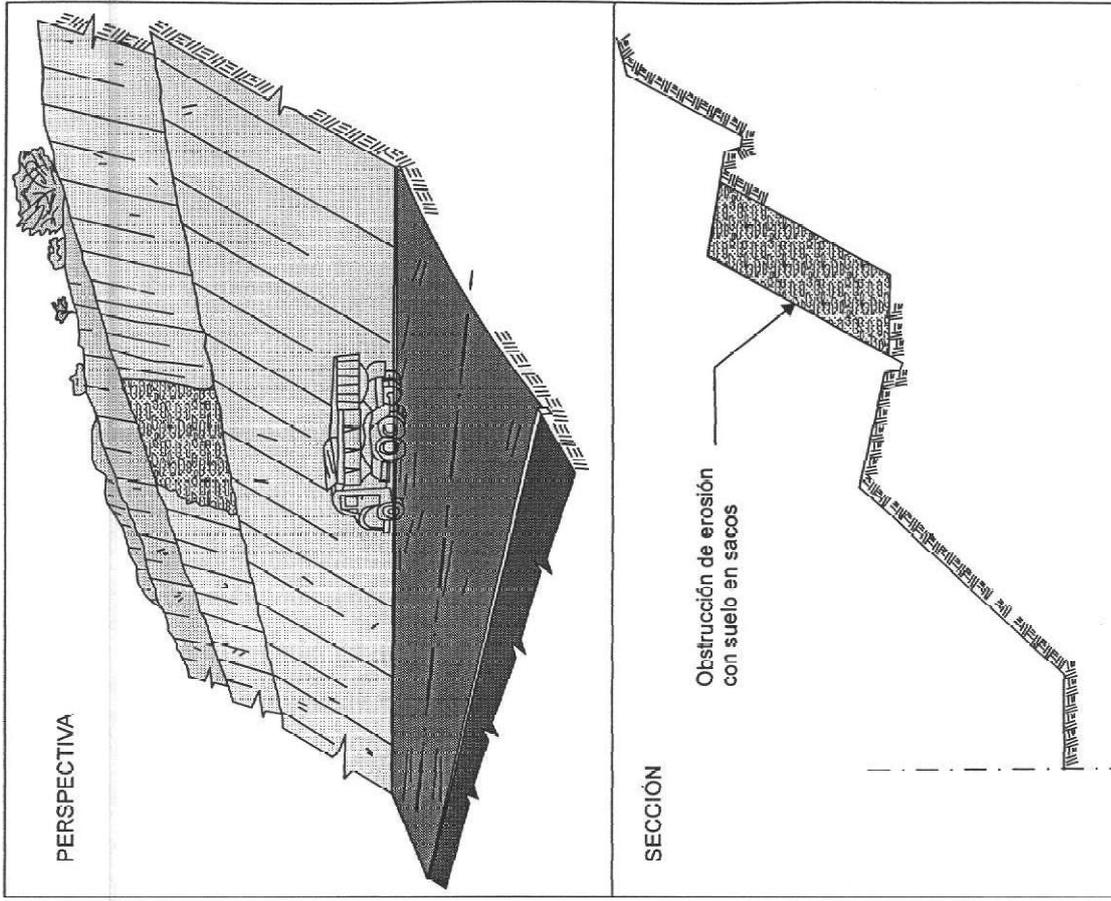


Fig. N° 52 Muros de Apoyo con sacos de suelo - cemento

Su misión es proporcionar un apoyo a dichas masas con el fin de evitar su desprendimiento para lo que se rellena el espacio que queda por debajo de la saliente con hormigón en masa o muy poco armado, empleándose en ocasiones hormigón pobre.

El muro absorbe parte del peso de la masa potencialmente inestable por lo que queda solicitado a compresión.

7) Muros Anclados

El empleo de muros reforzados con anclajes es una medida mixta que elimina los problemas de estabilidad al vuelco del muro, disminuye los momentos flectores que actúan sobre él y reduce las tensiones máximas que actúan sobre el terreno.

Los anclajes son pretensados en la gran mayoría de los casos y es muy conveniente que su zona de anclaje se sitúe en terreno firme.

8) Drenaje

En todo tipo de muro es necesario disponer de medidas de drenaje para evitar la saturación del terreno posterior al muro y evitando así el incremento de las presiones intersticiales, lo que a su vez produce un fuerte aumento de los empujes sobre el muro que puede llegar a multiplicarse por tres.

Generalmente en los muros de hormigón, aligerados o no, y en los muros jaula cerrados y/o con relleno impermeable es necesario disponer de algún dispositivo de drenaje que disipe las presiones intersticiales.

Los sistemas de drenaje más empleados son:

8.1) Mechinales o Dren Continuo: Se disponen al pie del muro aunque a veces se instalan a diferentes alturas (Figs. N° 53 y 54).

Su diámetro mínimo es de 10 cm y se hallan cubiertos detrás de su boca interior por material granular que sirve como filtro y atraiga las líneas de corriente.

8.2) Dren Longitudinal: Consiste en un tubo poroso o perforado paralelo al muro situado sobre el pie del mismo, debe tener cierta pendiente (1 o 2%), rodeado de un filtro granular y debiendo desaguar en uno o varios puntos (Fig. N° 55).

Se pueden emplear tuberías de hormigón sin finos, cerámicas con las juntas abiertas o tubos metálicos perforados.

8.3) Medidas complementarias: La instalación de capas de drenaje longitudinales o inclinadas detrás del muro es útil para evitar los efectos de las heladas y para reducir significativamente las presiones de filtración que se desarrollan después de lluvias intensas (Fig. N° 56).

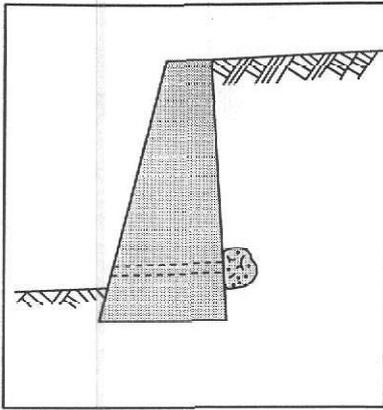


Fig. N° 53 Mechinal (WINTERKORN y FANG 1975. Cortesía de Van Nostrand Reinhold Company)

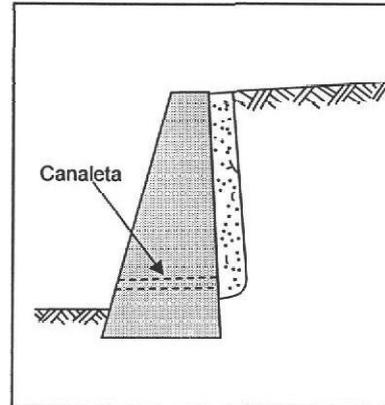


Fig. N° 54 Dren continuo cubriendo el trasdós (WINTERKORN y FANG, 1975. Cortesía de Van Nostrand Reinhold Company)

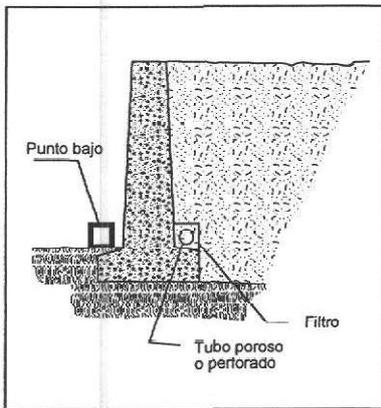


Fig. N°55 Dren longitudinal (JIMÉNEZ SALAS y otros, 1976 Cortesía de Ed. Rueda).

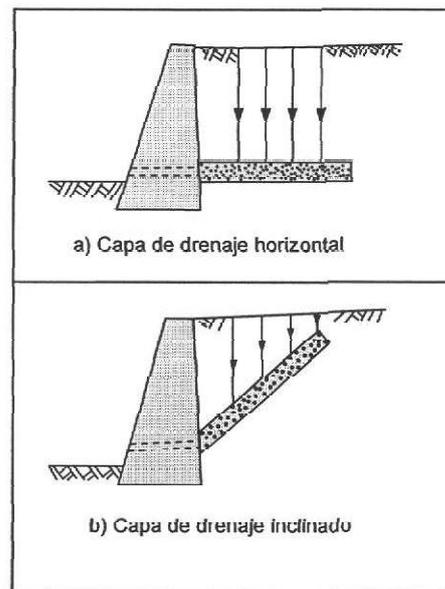


Fig. N°56 Instalación de capas de drenaje detrás del muro (WINTERKORN y FANG 1975. Cortesía de Van Nostrand Reinhold Company)

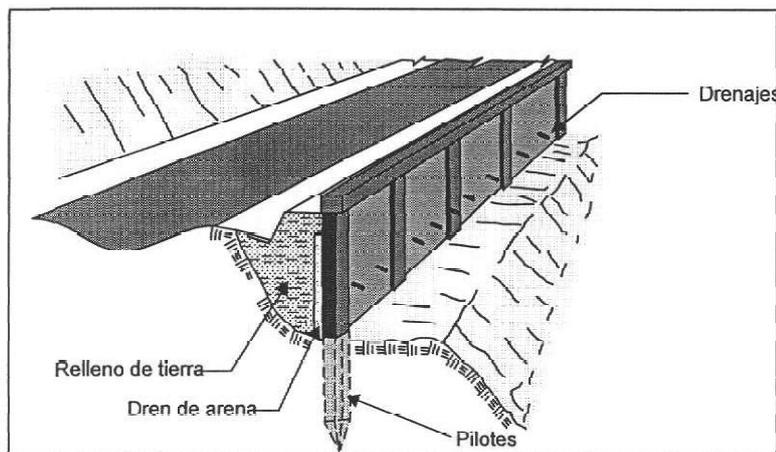


Fig. N° 57 Ejemplo de muros con pilote

9) Relleno posterior al muro

En los muros de sostenimiento, el tipo de relleno empleado para ocupar el espacio entre el trasdós y el terreno natural influye sobre los empujes que se desarrollan sobre el muro.

Los suelos de grano fino pueden dar grandes empujes principalmente por las variaciones estacionales de volumen con el grado de humedad. Además es posible que se abran grietas en el relleno por las que penetrará la lluvia produciendo presiones intersticiales de gran magnitud y difíciles de disipar. Lo ideal es emplear un suelo granular con menos del 5% de limo o arcilla (JIMÉNEZ SALAS y otros, 1976).

La compactación del relleno se debe efectuar solamente cuando sea imprescindible.

c.1) Pilotes

Las pantallas de pilotes (Fig. N° 57) consisten en alineaciones de estos elementos, siendo el espacio entre dos adyacentes lo suficientemente pequeño como para conseguirse un sostenimiento relativamente continuo.

Su empleo en taludes tiene dos vertientes fundamentales:

- Como sostenimiento de taludes excavados, teniendo la gran ventaja de que pueden instalarse previamente a la excavación
- Como medida estabilizadora de deslizamientos existentes o potenciales, se instalan cerca del pie del talud y presentan las ventajas, frente a los muros de contención, de requerir muy poca excavación y de no afectar significativamente el talud durante su construcción.

Generalmente en la estabilización de taludes se emplean pilotes perforados o de extracción. Los pilotes hincados o de desplazamiento se emplean únicamente para estabilizar deslizamientos superficiales.

En general los pilotes presentan el inconveniente de tener un costo elevado.

Los pilotes se oponen al deslizamiento mediante la transmisión de esfuerzos a las capas inferiores estables. Por lo tanto las pantallas de pilotes tienen su principal aplicación en aquellos casos en que existe, a una profundidad no excesiva, un estrato de material estable y competente. Los pilotes empleados en taludes suelen ser de hormigón armado. Cuando los esfuerzos a los que van a ser sometidos son de gran magnitud se puede aumentar su capacidad portante mediante el empleo de secciones combinadas: cilindros metálicos rellenos de hormigón y reforzados con perfiles metálicos, o con grupos de cables y barras de alta resistencia e inyectados a presión. En algunas ocasiones se emplean pilotes pretensados.

Los pilotes que se emplean en taludes tienen un diámetro que oscila entre 40 y 120 cm.

c.2) Muros pantalla

Son muros enterrados de hormigón armado hormigonados "in situ". Su acción estabilizadora ante deslizamientos existentes o potenciales es muy similar a la de las pantallas de pilotes (Fig. N° 58). A diferencia de éstas, los muros pantalla constituyen elementos continuos.

Como medida estabilizadora de taludes tiene su máxima aplicación frente a las pantallas de pilotes cuando el material inestable como el sustrato son de fácil excavación.

Para construir un muro pantalla, en primer lugar se efectúa la excavación de una trinchera sin entibación, cuyas paredes se mantienen estables gracias a la utilización de lodos bentoníticos con los que se rellenan las zanjas a medida que se extraen el detritus de la excavación; una vez colocados los tubos junta o tubos de encofrado, cuya misión es conseguir una buena junta de hormigonado y una vez instalada la armadura se procede al hormigonado a través de un conducto que llega hasta el fondo de la zanja. El hormigón va rellenando la excavación, desplazando al lodo al mismo.

El muro dependiendo de las características de la maquinaria, puede alcanzar una profundidad de hasta 40 m. Existiendo fundamentalmente dos técnicas para la ejecución de la excavación: La excavación con cuchara bivalva y la perforación con circulación inversa.

d) Correcciones superficiales

Las medidas de corrección superficial se aplican en la superficie de un talud, con una acción que afecta sólo a las capas más superficiales del terreno y tienen fundamentalmente los siguientes fines:

Evitar o reducir la erosión y meteorización de la superficie del talud

Eliminar los problemas derivados de los desprendimientos de rocas en taludes donde predominan estos

Aumentar la seguridad del talud frente a pequeñas roturas superficiales.

Los principales métodos empleados son:

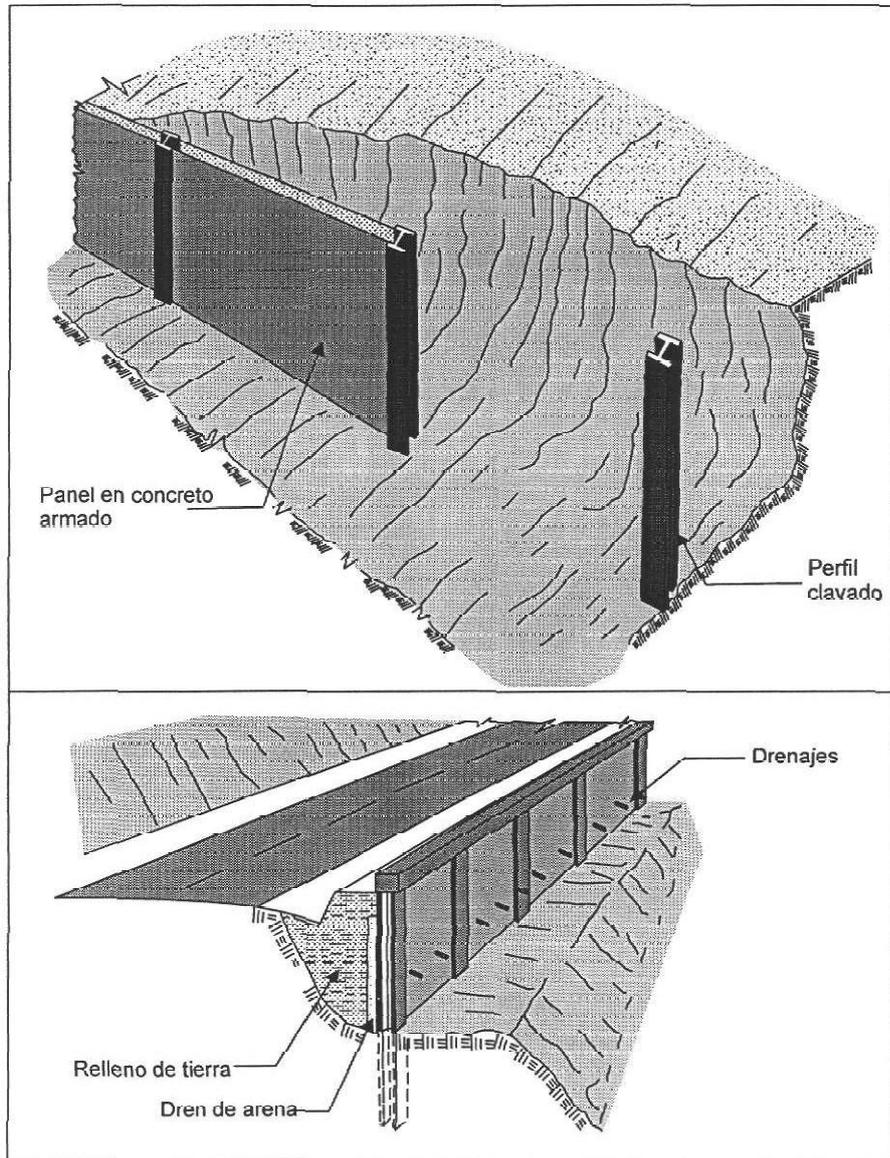


Fig. N° 58 Ejemplo de muros de pantalla

d.1) Mallas de alambre metálico

Con ellas se cubren la superficie del talud con la finalidad de evitar la caída de fragmentos de roca, lo cual es siempre peligroso, especialmente en vías de transporte o cuando hay personal trabajando en el pie del talud.

Las mallas de fierro galvanizado retienen los fragmentos sueltos de rocas y por otra conducen los trozos desprendidos hacia una zanja en el pie del talud. Son apropiados cuando el tamaño de roca a caer se encuentra entre 0,60 a 1,00 m.

La malla se puede fijar al talud de varias maneras siempre en la parte superior del talud o en bermas intermedias. Como sistemas de fijación pueden emplearse bulones, postes introducidos en bloques de hormigón que pueden a su vez ir anclados o simplemente un peso muerto en la parte superior del talud. En su instalación se prepara una longitud de malla suficiente para cubrir el talud, con una longitud adicional, necesaria para la fijación de la malla.

La malla se transporta en rollos hasta el talud, se fija en su parte superior y se desenrolla dejándola caer simplemente, fijándola en la superficie del talud, la parte final de la malla se suele dejar un metro por encima de la zanja de acumulación de piedras.

d.2) Sembrado de taludes

El mantener una cobertura vegetal en un talud produce indudables efectos beneficiosos, entre los cuales destacan:

Las plantaciones evitan la erosión superficial tanto hídrica como eólica, que puede a la larga suponer la ruina del talud.

La absorción de agua por las raíces de las plantas produce un drenaje de las capas superficiales del terreno.

Las raíces de las plantas producen un aumento de la resistencia al esfuerzo cortante en la zona del suelo que ocupan.

Para el sembrado de taludes se emplean hierbas, arbustos y árboles. Debiendo utilizarse especies capaces de adaptarse a las condiciones a las que van a estar sometidas (climas, tipo de suelo, presencia de agua, etc.), suelen convenir especies de raíces profundas y de alto grado de transpiración, lo que indica un mayor consumo de agua.

Generalmente la colonización vegetal de un talud se hace por etapas, comenzando por la hierba y terminando por los árboles.

Es conveniente no dejar un talud muy plano, sino con salientes que sirvan de soporte, así cuando más tendido sea un talud es más fácil que retenga la humedad.

Un terraplén es más favorable para mantener una cubierta vegetal que un desmonte.

Los suelos arenosos y areno-arcillosos son ventajosos para un rápido crecimiento de la hierba. Las arcillas duras son inadecuadas a menos que se añadan aditivos o se are el terreno. Cuando la proporción de limo más arcilla es superior al 20 % se puede esperar un crecimiento satisfactorio, pero si es inferior al 5% el establecimiento y mantenimiento de la hierba es difícil.

d.3) Hormigón gunitado

Consiste en una capa de hormigón rociado sobre la superficie de taludes en roca. La dosificación del hormigón se hace de forma convencional. El árido debe tener una granulometría uniforme y un tamaño superior a 2 cm. Cuando el árido empleado es de tamaño más pequeño el hormigón proyectado se llama gunita.

El hormigón proyectado es un tratamiento superficial que evita la meteorización de la roca y su deterioro progresivo y los desprendimientos de pequeña magnitud. También proporciona una cierta resistencia en los bordes exteriores de las discontinuidades que afloran en el talud, lo que aumenta la resistencia del bloque frente al deslizamiento. Es frecuente emplearlo en combinaciones con anclajes.

El hormigón se proyecta sobre la superficie de la roca con una gran velocidad de impacto. Al principio, las partículas de tamaño apreciable rebotan sobre la superficie mientras una matriz compuesta de cemento y partículas finas queda adherida a la roca. Gradualmente se van adhiriendo partículas de mayor tamaño y la capa va creciendo en grosor.

En la operación de gunitado, las pérdidas de hormigón son altas, mayores al 10%.

Este proceso es responsable, en parte, de las altas tracciones y tensiones tangenciales que pueden desarrollarse en el contacto entre hormigón y roca.

El hormigón gunitado es un material frágil. La ductilidad y resistencia del hormigón pueden incrementarse mediante su armado, el cual puede realizarse de dos maneras: colocando una malla de alambre metálico o un emparrillado de redondos de pequeño diámetro sobre el talud antes de proyectar el hormigón, o incorporando a la mezcla seca cemento-árido trozos de alambre de pequeño tamaño.

El hormigón armado con alambre tiene una buena resistencia a la tracción del orden de 140 kg/cm², aunque su empleo hace la instalación más complicada y cara.

El empleo de hormigón gunitado requiere una maquinaria especial de bombeo y de dosificación.

La colocación del hormigón sobre la superficie requiere un operario que generalmente es transportado en una plataforma suspendida de una grúa móvil.

Es preferible que la superficie se encuentre seca cuando se aplica hormigón y eliminar cualquier material de alteración existente en su superficie.

Siempre se debe disponer de un drenaje que evite el desarrollo de presiones intersticiales elevadas.

Para proyectarlo la temperatura mínima (tanto de la roca como del aire) es de 5 °C, siendo necesario para el total curado del hormigón que durante una semana no se produzcan heladas.

El hormigón gunitado proporciona una solución rápida, mecanizada y a menudo con pocas complicaciones, a los problemas de desprendimientos y meteorización de taludes rocosos. Es sin embargo de aspecto estético negativo.

11.4.2 De Cauces

Para la protección de cauces afectados por fenómenos de remoción de masas del tipo fluidal se han ideado varias alternativas de solución, entre las cuales merece destacar las siguientes:

Manejo Adecuado de Cuencas Hidrográficas. Considerando que la destrucción de los bosques, las quemas y el inadecuado uso del suelo inciden desfavorablemente generando erosión y disminuyendo la retención de agua, se han generado planes racionales que contemplan el control de la erosión y la conservación de suelos.

Así en las cuencas hidrográficas no solamente para recuperar zonas degradadas, sino para conservar los suelos y las aguas, es necesario construir obras de prevención o reparación de los daños causados por la erosión.

El diseño y construcción de obras dependen del tipo de fenómeno que hay que combatir. Las obras de control y las prácticas de conservación de suelos están destinadas a disminuir o anular los efectos de los factores que favorecen la erosión.

La erosión pluvial producida por el golpe de las gotas de lluvia, se pueden controlar simplemente con el mantenimiento de buenas coberturas vegetales, aplicar estabilizadores químicos o colocación de capas de asfalto como protección. A veces es necesario la dispersión de semillas de especies rastreras. Cuando los taludes son altos se construyen terrazas escalonadas o bancales para interceptar el agua a velocidades menores a 90 cm/s.

Prácticas culturales (eliminación de cultivos limpios, mantenimiento de la cobertura vegetal, siembras en contorno y el establecimiento de barreras vivas) complementadas con la construcción de zanjas o acequias para evacuar el agua sirven para corregir los diversos tipos de erosión de laderas (laminares, surcos y cárcavas).

En fenómenos erosivos del tipo surcos se ejecutan la construcción de zanjas de coronación, pilotes de madera y empalizadas son aconsejables y cuando la pendiente del terreno lo permita rellenar la pendiente con maquinaria pesada u otro medio.

En la corrección de cárcavas además de las obras enunciadas líneas arriba es necesario controlar el agua de escorrentía por medio de zanjas impermeabilizadas y desagües adecuados.

Lo que más se utiliza en el control de cárcavas son los diques, empalizadas y pilotes de madera.

En los cauces de quebradas lo más aconsejable es la construcción de diques o presas empleando bloques de roca de buen tamaño y densidad, filas escalonadas de gaviones, o pantallas de hormigón.

Para controlar la erosión de las márgenes (orillas) producidas por las corrientes pueden colocarse espigones o contrafuertes de los mismos materiales que a la vez que las protegen ayudan a encauzar el paso de las aguas por la zona central.

Se deben construir recubrimientos con gaviones, enrocados (colocados por volcamiento o cimentados), gallineros (palos amarrados en forma de trípodes), pilotes de madera o de acero juntos unidos transversalmente y rellenos posteriormente con material, pilotes huecos rellenos con material fragmentado, tetrápodos (construidos artificialmente con concreto y volcados en la orilla afectada), etc.

Todas las obras que se construyan para evitar el socavamiento deben complementarse con revegetalizaciones adecuadas.

Capítulo XII

EVALUACIÓN DE PRINCIPALES OBRAS DE INGENIERÍA

12.1 ESTABILIDAD DE PRESAS DE RELAVES

En el área de estudio entre las principales presas de relaves se tiene las siguientes:

Presa de Quebrada Honda Es una presa de relaves del tipo aguas abajo ubicada en Quebrada Honda (Foto N° 62), provincia de Jorge Basadre Grohmann, departamento de Tacna, construida con el fin de depositar las 90 000 toneladas diarias de relaves que tratan las plantas concentradoras de Toquepala y Cuacone, los que antiguamente se depositaban en la playa de los ingleses afectando el ecosistema litoral de Ite.

La presa ha sido diseñada para una vida útil de aproximadamente 30 años y en su diseño y construcción Southern Peru tomó en cuenta todos los parámetros de seguridad pertinente incluyendo la sismicidad de la región.

Relaves de Cacachara: Los relaves mineros se ubican en la margen derecha de la quebrada Cacachara, ocupan un área de aproximadamente 200 m de longitud, 50 m de ancho y 10 m de alto, se encuentran abandonados, afectados por procesos de erosión pluvial y eólica así como en su pie por el torrente de la quebrada.

El intenso viento, en horas de la tarde, tiende a desplazar los materiales esparciéndolos por toda el área aledaña, contaminándola (Foto N° 63).

Se necesita efectuar obras de conservación y mantenimiento en el área que ocupa el depósito de relaves.

Mina Chapi: Los relaves de esta mina se encuentran en la actualidad abandonados, el depósito se ubica en las nacientes de la quebrada Campanayoc, ocupa el lecho y sus márgenes, consta de tres niveles (Foto N° 64).

Dada las condiciones de aridez del área no existen en la actualidad peligro de colapso por inundaciones y por sismo serían mínimas, el principal problema lo constituye la acción eólica ya que los vientos, que se intensifican en horas de la tarde, tienden a esparcir los materiales finos por su entorno contaminándolo.



Foto N° 62 Vista del dique de la presa de relaves de Quebrada Honda de la Cia. Southern Peru. El tipo de disposición de relaves es aguas abajo.



Foto N° 63 Vista del polvo levantado por el viento en los relaves de la mina Cacachara.

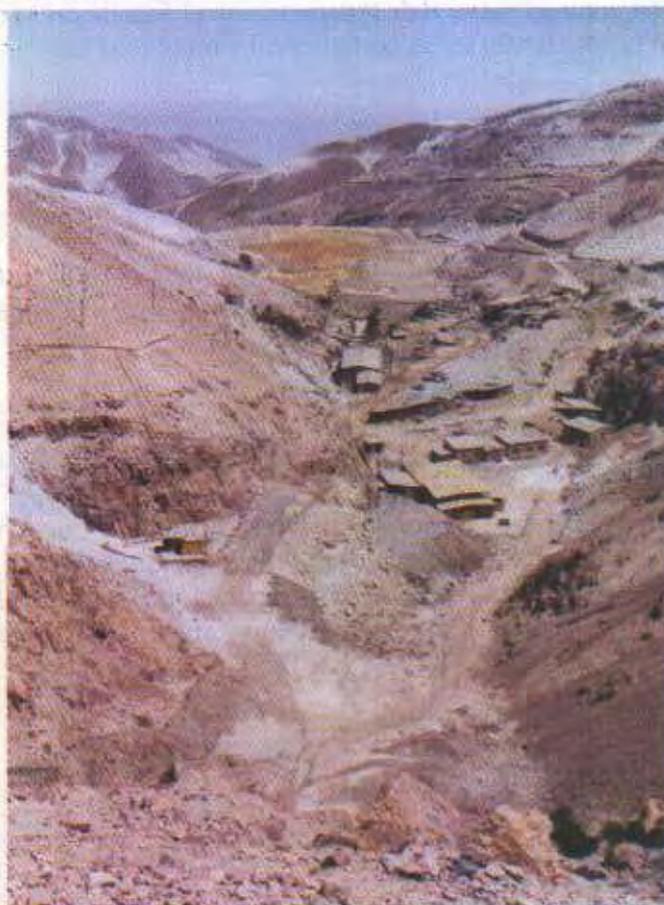


Foto N° 64 Dos vistas de uno de los tres niveles de relaves abandonados existentes y de las instalaciones cerradas de la mina Chapi.

Mina San Antonio de Esquilache: Esta mina se encuentra paralizada y los dos depósitos (canchas), tanto de relaves como desmontes, se ubican en las nacientes del río San Antonio ocupando parte de su lecho y la margen derecha (Foto N° 65).

Al encontrarse ambos depósitos abandonados y sin ninguna medida de protección el fuerte viento de horas de la tarde esparce los materiales por sus alrededores y el torrente tiende a erosionar el pie del talud de la cancha de relaves.

12.2 PRESAS

Paucarani, Jarumas, Cano, Pasto Grande, El Frayle, Aguada Blanca, todas estas presas se encuentran en buen estado y embalsan normalmente los volúmenes de agua para las cuales han sido diseñadas.

En la presa El Frayle el problema principal lo constituyen las filtraciones que impiden el almacenamiento natural de las aguas y en el caso de la presa de Pasto Grande es necesario efectuar algunos trabajos de reparación en el área de presa que evite las filtraciones que se están produciendo en su parte frontal y en el área del canal de descarga.

12.3 CANALES

Los principales canales construidos en el área pertenecen a:

- Obras de conducción de agua del área del Ayro y Uchusuma hacia Tacna.
- Obras de conducción al Túnel Kovire y de este a la cuenca del río Locumba para afianzar la laguna de Aricota.
- Obras de conducción del proyecto Pasto Grande.
- Obras de conducción del Proyecto Majes
- Obras de conducción del Proyecto Charcani

La mayoría de los canales que se ubican en la franja se encuentran en buen estado de conservación, los que fueron afectados por las variaciones climáticas del año 97-98, en la actualidad han estado o están en proceso de reparación. Asimismo el canal de Uchusuma se encuentra en plenos trabajos de mejoramiento y aumento de su capacidad de conducción.

12.4 CARRETERAS

Longitudinales

- Costanera Tacna-Matarani (Tacna-Ilo, asfaltada, Ilo-Punta de Bombón, afirmada, Punta de Bombón-Matarani, asfaltada)



Foto N° 65 Instalaciones de la mina San Antonio de Esquilache, y el pasivo ambiental dejado en los antiguos desmontes y relaves de la mina, hoy abandonada, en la cabecera del río San Antonio. Vista aguas arriba y aguas abajo.

- Panamericana Sur, Tacna- Atico, asfaltada
- Tarata-Candarave-carretera binacional, afirmada.
- Alto Perú-Chiluyo Grande-San José de Ancomarca-Pizacoma-carretera binacional (afirmada), Desaguadero-Ilave (asfaltada).

Transversales

- Tacna-Palca-Tripartito, asfaltada hasta km 40 y luego afirmada
- Camiara-Toquepala-Tutupaca- Suches-carretera binacional (afirmada)
- Carretera binacional Ilo-Moquegua-Mazocruz-Desaguadero (asfaltada)
- Carretera Mollendo-Matarani-Arequipa-Sumbay (asfaltada)-Santa Lucía (afirmada y en construcción)-Juliaca-Puno (asfaltada)

La mayoría de carreteras asfaltadas de la franja se encuentran en buen estado de conservación.

En trabajos de construcción y asfaltado se encuentra la carretera Tacna-Tarata, se ha concluido hasta el km 20, encontrándose en trabajos de explanaciones entre el km 20 al 52, la vía Arequipa-Chapi, tramo Yarabamba-Santuario, y el tramo Laraquere-Titire que forma parte del sector carretera binacional-Humajalso-Puno de la vía Moquegua-Puno.

La carretera Tacna-Palca, asfaltada e imprimada en los tramos finales (km 42), necesita un mejoramiento integral de taludes y construcción de obras de drenaje.

La carretera Locumba-Ilabaya que discurre por la parte baja del valle es constantemente afectada por los desbordes del río lo que hace que en los meses de verano costero se vuelva intransitable.

El Programa de construcción de carreteras rurales adolece de estudios geológicos-geotécnicos que hayan contemplado el paso por zonas críticas, lo que atenta en su seguridad física y su transitabilidad.

En las trochas carrozables de la franja y los que acceden al Altiplano o se desarrollan en él, es necesario efectuar trabajos de conservación y mantenimiento permanentes, ya que muchas de ellas se hallan en mal estado.

12.5 CENTRALES

A) HIDROELÉCTRICAS

- Aricota I y II en el valle de Locumba
- Charcani I,II,III,IV, y V, en el valle de Chili.
- Hidro I y II (Cuajone)

B) TERMOELÉCTRICAS

- Tacna
- Ilo I y II (250 MW)
- Toquepala
- Cerro Verde
- Chilina (Arequipa)

Las centrales hidroeléctricas se hallan en buen estado, las centrales de Aricota I y II se hallan amenazadas por los fenómenos de inestabilidad de taludes que se presentan en el valle de Locumba y los huaycos que bajan por las quebradas que limitan sus instalaciones.

La central térmica Ilo II de reciente construcción es alimentada por carbón natural que se importa de Colombia y en un futuro trabajará con el gas que se traiga de Camisea.

12.6 LÍNEAS DE TRANSMISIÓN:

- Sistema Eléctrico Sur-Oeste que consta de dos sistemas eléctricamente interconectados:
 - SEAL-Cerro Verde (arequipa)
Centro de Carga: Arequipa-Mollendo
 - ARICOTA-SPCC (Tacna-Moquegua)
Centro de Carga: Ilo-Moquegua-Tacna

La interconexión de estos dos sistemas se efectuó en el año 1989, mediante la línea de transmisión Arequipa-Toquepala.

- Sistema Interconectado del Sur que conecta a todas las centrales y termoeléctricas del área
- Sistema Eléctrico Puno-Toquepala
- Línea de Transmisión Mantaro-Socabaya que interconecta los sistemas eléctricos Norte y Centro con el del Sur.

En la actualidad el sistema interconectado del sur se ha unido al sistema interconectado centro-norte con la puesta en marcha de la línea Mantaro-Socabaya.

12.7 TÚNELES

- Túnel Kovire de 8 km de longitud
- Túnel Jachacuesta 7,2 km de longitud

Constituyen dos de los principales túneles construidos en los últimos años en la Franja destinados a mejorar las condiciones de riego de las zonas áridas de la región, en ambos se han encontrado aguas subterráneas que han ayudado a mejorar el riego en la zona.

12.8 FUNDICIÓN Y REFINERÍA

- Fundición de Ilo
- Refinería de cobre de Ilo

Ambas se hallan ubicadas en el puerto de Ilo y son operadas por la empresa Southern Peru y en ella refinan todos los minerales que se obtienen de las minas de Cuajone y Toquepala, la refinería anteriormente pertenecía a la empresa Minero Perú pero fue adjudicada a Southern Peru luego de un proceso de licitación.

La fundición de Ilo, durante su funcionamiento ha provocado problemas ambientales tanto por los humos como por los depósitos de escorias que producen, lo que en la actualidad se encuentra en proceso de corrección de acuerdo al Programa de Adecuación de Manejo Ambiental que ha elaborado y presentado Southern Peru a la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas.

Para disminuir la contaminación por los humos la empresa ha construido la planta de ácido sulfúrico.

Capítulo XIII

CONSIDERACIONES GEOLÓGICO AMBIENTALES

13.1 CONSIDERACIONES

La Franja N° 1 que comprende el territorio de los departamentos de Tacna y Moquegua y parte de los departamentos de Arequipa y Puno presenta una geomorfología dominada por procesos tectónicos (factores internos) y climáticos (factores externos) que dan origen a una morfología variada cuyas formas van desde espacios costeros angostos planos a zonas arrugadas cordilleranas cortadas por valles de corto recorrido y fuertes pendientes para luego llegar a un espacio plano y ancho que constituye la superficie altiplánica.

En la zona costera, se localizan algunas formas litorales destacables como: las bahías de Ilo y Matarani, caletas de Puerto Sama e Ite, península de Ilo, playas de Palos, Boca del Río, Mejía entre otras.

El litoral costero de la franja presenta relieves elevados que influyen en el comportamiento de los elementos meteorológicos y en el clima. La Cordillera de la Costa se presenta como una gran muralla paralela al mar, la cual, en pocos kilómetros de distancia, se eleva desde los cero metros hasta los 1000 metros de altitud, sin la presencia de una llanura litoral extensa y con una plataforma continental alargada y paralela a la Cordillera de los Andes.

Entre el mar y la Cordillera de la Costa sólo existe una angosta franja de conos de deyección formada por los ríos y quebradas que bajan desde los Andes o desde la cordillera, destacando entre Ite e Ilo, y Cocachacra a Mollendo un área plana un poco más amplia, en parte utilizada para la construcción de la ciudad de Ilo y el complejo metalúrgico de Southern Perú en el primer sector y las ciudades de Mejía y Mollendo, en el segundo sector formado por terrazas marinas levantadas.

Esta configuración del relieve, con vertientes muy elevadas y muy inclinadas, presenta una superficie relativamente poco extensa, que explica la presencia de ríos y quebradas independientes, muchos de los cuales se secan durante largos períodos, pero con un comportamiento torrencial extremadamente peligroso para cuando sobrevienen lluvias de gran volumen e intensidad.

Para explicar mejor el comportamiento del relieve, debemos considerar no sólo la topografía, sino también la geología, la vegetación y los procesos de meteorización. En cuanto a la geología, en la zona litoral de esta franja se presentan formaciones de rocas de basamento (rocas metamórficas e intrusivas de edades muy antiguas).

En cuanto a la vegetación, toda la zona litoral de la franja, hasta unos 1000 metros de altitud, por corresponder al clima semiárido, tiene una vegetación xerofítica que protege muy poco las vertientes, por lo que las rocas afloran a la superficie y se hace propicia la meteorización mecánica que da origen a guijarros de diferentes tamaños, además de que quedan al descubierto los bloques que se forman por las diaclasas y las fallas. A medida que se asciende, como ya lo hemos dicho, el aire se enfría y se condensa la humedad, produciéndose precipitaciones esporádicas y más frecuentemente neblinas que favorecen una vegetación más frondosa.

En la zona intermedia de la franja se destacan varias pampas áridas como las de Siguan, Yura, Majes, Cumes, Sama, etc, constituidas por materiales detríticos recientes con rocas sedimentarias y volcánicas, en las cuales se han efectuado obras de irrigación a fin de aprovecharlas para la agricultura. Adyacentes a ellas se localizan las estribaciones de la Cordillera Occidental, en su ramal la Cadena Volcánica del Sur, zona que se encuentra constituida por rocas intrusivas, volcánicas y sedimentarias que constituyen una morfología donde destacan montañas y colinas bastante disectadas por quebradas y valles juveniles profundos y de fuertes pendientes 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. En el sector del Barroso termina en algunas cumbres nevadas con altitudes que llegan a sobrepasar los 5 000 msnm.

En la parte oriental se localiza la zona altiplánica constituida por las laderas orientales de la Cadena Volcánica del Sur donde predominan rocas volcánicas, volcánico-sedimentarias y pequeños intrusivos, con pendientes que varían de moderada a suavemente inclinadas para luego constituir una zona plana disectada por pequeñas quebradas y valles cuyo principal accidente geomorfológico lo constituye el lago Titicaca.

Sobre el Altiplano se observan numerosos conos volcánicos inactivos cuyas edades varían según las dataciones radiométricas, efectuadas en algunos de ellos, desde 6 millones de años (volcán Chila) hasta 50 000 años (volcán Paucarani).

La Franja N° 1, desde el punto de vista de la geodinámica interna, está influenciada por la subducción de las placas de Nasca con la Continental con un ángulo de 30° lo que se ha manifestado con los procesos volcánicos y sísmicos que han ocurrido en el territorio que le dan una característica especial de compresión.

El hidrotermalismo manifiesto en la zona andina y altiplánica de la franja nos permite deducir que la actividad volcánica reciente todavía consta de focos magmáticos activos que están directamente relacionados con la mineralización moderna del área.

El territorio ha estado afecto a una intensa actividad volcánica la que actualmente se manifiesta en los volcanes activos como el Misti, Ubinas, Tutupaca, Yucamane y Tiscani y una actividad sísmica que ha generado terremotos que han destruido pueblos enteros ocasionando una alta cantidad de víctimas e ingentes daños a la agricultura y la minería. En el sector costero la generación de tsunamis han afectado al litoral y los puertos y caletas localizados en él. En la parte sur de la franja considerada como una «zona de silencio sísmico» se espera la ocurrencia de un sismo de gran magnitud e intensidad (> 8 Mb o IX MM).

Los procesos de geodinámica externa que afectan a la zona son variados y están referidos sobre todo a fenómenos de remoción en masas (deslizamientos, derrumbes, huaycos, aluviones, arenamientos, etc.) los que afectan a las laderas de los valles y quebradas. Son importantes los deslizamientos de Pallata, Camilaca, Lloque, Yunga, etc., el arenamiento de Cerro de Arena, los huaycos que se producen en las quebradas y valles de los departamentos de Tacna y Moquegua.

Desde el punto de vista geológico-económico la Franja N° 1 consta de ingentes recursos minerales del tipo pórfido, skarn y vetas o mantos, los que son explotados por la gran minería, así Cuajone y Toquepala por Southern Peru, Cerro Verde por Phelps Dodge, encontrándose paralizada la mediana y pequeña minería y en proceso de prospección y exploración varios prospectos como Ventanas, Los Calatos, Chapi, Cacachara, Ataspaca, etc. y esperando desde varios años entrar en explotación la mina de Quellaveco que cuenta con estudio de factibilidad terminado.

Para el tratamiento de estos minerales Southern Peru tiene en el puerto de Ilo dos refinerías en las cuales trata toda la producción de cobre y otros minerales de sus minas.

Minerales no metálicos son explotados en pequeña escala, destacando la explotación de sílice de Huarcan y Lourdes en Tacna, piedra laja y sillar en Arequipa, coquina en Ilo, las minas paralizadas de azufre del departamento de Tacna como Paucarani y El Cano, pudiéndose explotar en un futuro cercano otras zonas con numerosos recursos no metálicos.

Los recursos hídricos superficiales son escasos en la Franja N° 1, sobre todo en la zona sur, por lo que tuvieron que construir obras de embalse y regulación, para un mejor aprovechamiento, entre Moquegua y Tacna las presas de Paucarani, Jaruma, El Cano, y Pasto Grande y en el área de Arequipa, El Frayle, Aguada Blanca, etc. Los ríos Tambo, Camaná y Ocoña pese a ser de fuerte caudal por tener sus cursos medio encañonados sólo pueden ser medianamente aprovechados en sus desembocaduras.

Exploraciones efectuadas, en busca de recursos hídricos subterráneos, han permitido detectar acuíferos en rocas detríticas de las formaciones Capillune y Mauri de donde se extraen agua para el abastecimiento de la ciudad de Tacna y el afianzamiento hídrico de la laguna Aricota, exploraciones intensivas en depósitos aluviales, fluvioglaciares, y rocas

detríticas (areniscas, limolitas, calizas) permitirán en un futuro un mejor conocimiento del potencial hídrico subterráneo de la franja.

Aguas hidrotermales y minerales de los lotes Tutupaca, Challapalca, Calacoa, etc. constituyen otro recurso inexplorado hasta el presente para uso geotérmico o turístico.

En cuanto a recursos agrícolas pese a que existen muchas pampas que podrían aprovecharse para la explotación agrícola el gran problema lo constituye la escasez de recursos hídricos superficiales en cantidad suficiente como para emprender obras de irrigación que sirva para aprovecharlas al máximo bajo las formas tradicionales de riego (por inundación) por lo que tendrían que aplicarse técnicas modernas de riego (goteo, microgoteo, etc).

Existen en los valles el problema de los fenómenos de erosión (de ribera y laderas) que los afectan y que tienden a disminuir la superficie cultivable tal es el caso del valle de Osmore (Ilo) donde es difícil la recuperación de las tierras por las altas inversiones que tendrían que realizarse en obras de corrección y mitigación.

La Franja N° 1 cuenta con variados recursos geoturísticos que convenientemente explotados podrían constituir una fuente de ingresos de los pobladores y contribuir a su desarrollo socio-económico, es necesario destacar las áreas de los volcanes Paucarani, Kallapuma, Puente Bello, Ciudad Encantada, etc. como recursos turísticos inexplorados en la franja.

La energía eléctrica necesaria para el desarrollo de la región es producida por las centrales hidroeléctricas de Charcani, Aricota, Cuajone, Moquegua, Tarata, Puquina y numerosas termoeléctricas como las de Moquegua, Toquepala, Para, Calana, la de Enersur en Ilo que usando carbón produce en la actualidad 250 MW, etc. La energía eléctrica es transportada por las líneas de transmisión que interconectan la zona y los sistemas eléctricos del sur y norte-centro a través de la línea Mantaro-Socabaya de reciente construcción.

En lo referente a infraestructura vial la franja cuenta con vías asfaltadas como la Panamericana Sur, la binacional Ilo-Desaguadero-La Paz, la carretera costanera en los tramos Los Palos (Tacna) a Ilo (Moquegua), Cocachacra-Mollendo-Matarani, la de penetración Matarani-Arequipa-Yura-Sumbay que conectará con la vía asfaltada Santa Lucía-Puno, tan luego se termine el tramo Sumbay-Santa Lucía, la vía Moquegua-Cuajone y la vía Tacna-Tarata en el sector Tacna km (24) y la vía Tacna-Collpa asfaltada en el tramo Tacna km 45. Numerosas carreteras afirmadas y trochas carrozables entrelazan las diversas ciudades y pueblos de la franja.

Las líneas férreas Ilo-Toquepala-Cuajone y Matarani-Arequipa-Puno también constituyen importantes medios para el transporte en la Franja N° 1.

En lo relacionado a los aspectos socioeconómicos la población de la franja la constituyen aproximadamente 1,35 millones de habitantes los que viven principalmente

en áreas urbanas (ciudades de Arequipa, Tacna, Ilo, Moquegua, Mollendo, Camaná, Taratá, Candarave, Omate, Ilabaya y numerosos pueblos), la población rural se halla esparcida en la zona del Altiplano y pueblos rurales de la franja, los idiomas principales que se hablan en la zona es el español y el Aymara este último en la zona altiplánica.

La principal actividad de los pobladores es la agricultura, siguiendo el comercio, la industria y la minería.

La educación es impartida desde el nivel inicial hasta la universitaria pasando por la secundaria y superior, las principales universidades son las nacionales: San Agustín en Arequipa y Jorge Basadre Grohman en Tacna y las particulares: Católica de Santa María en Arequipa, de Tacna en Tacna y de Moquegua en Moquegua.

La vivienda de las poblaciones, en la zona costera, es predominantemente con material noble ladrillo y concreto, en la andina y rural predomina el adobe y la quincha.

En relación a la geología ambiental podemos manifestar que los problemas de contaminación que afectan a la franja son de tipo natural y antrópica, los primeros se manifiestan por los volcanes activos de la Franja N° 1: Ubinas, Tutupaca, Misti, Ticsani, Yucamane, etc, cuyas fumarolas arrojan elementos contaminantes al espacio, la contaminación de las aguas de los ríos Maure, Tacalaya, Callazas y Salado por los recursos hidrotermales, que se localizan en sus nacientes, el lavado natural de las rocas volcánicas por los ríos que bajan a la costa incrementando el contenido de arsénico en sus aguas y otros ejemplos más y por acción antrópica mediante el empleo de plaguicidas y abonos en la agricultura, la sanguaza de la actividad pesquera, las presas de relaves de pequeñas minas hoy paralizadas, la contaminación de las aguas del mar, en la bahía Los Ingleses, por los antiguos relaves de las minas que eran volcados directamente al mar antes de la construcción de la presa de relaves de Quebrada Honda.

Otros problemas ambientales lo constituyen el estado de las carreteras de penetración sin asfaltar que ocasionan el levantamiento de polvo al paso de los vehículos, la falta de rellenos sanitarios para la depositación ordenada de los residuos sólidos que producen la población y la industria en las ciudades y pueblos, la contaminación por los gases que arrojan los vehículos automotores como ocurre en la ciudad de Arequipa.

Todo lo expresado nos permite manifestar que en la Franja N°1, desde el punto de vista de la geología ambiental, hay mucho por hacer y es necesario que tanto el gobierno central como local incidan en su aplicación para el desarrollo sostenible de sus poblaciones.

13.2 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El Perú cuenta con cerca de 50 zonas declaradas como áreas naturales protegidas por el Estado, las cuales intentan cubrir las muestras representativas más importantes de la

diversidad biológica del país. Los expertos señalan que existen 32 áreas prioritarias de conservación biológica en el Perú, de las cuales sólo 10 están representadas en el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Pese a ello, las áreas del Sistema representan cerca de 1 000 000 de hectáreas que equivalen a alrededor del 10 % del territorio nacional.

La entidad del Estado a cargo del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas es el Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, a través de su Dirección General de Áreas Naturales Protegidas y de Fauna Silvestre

Dentro de lo que es la organización propiamente del conjunto de áreas que conforman el sistema, existen nueve categorías de manejo:

Tres de uso indirecto de recursos: reservas nacionales, santuarios nacionales y santuarios históricos.

Seis de uso directo de recursos: reservas paisajísticas, refugios de vida silvestre, reservas nacionales, reservas comunales, bosques de protección y cotos de casa.

A nivel nacional tenemos:

Parques Nacionales (8): Cutervo, Tingo María, Manu, Huascarán, Cerros de Amotape, Río Abiseo, Yanachaga Chemillén y Bahuaja-Sonene);

Reservas Nacionales (8): Pampas Galeras, Pacaya Samiria, Junín, Paracas, Lachay, Titicaca, Salinas-Aguada Blanca y Calipuy

Santuarios Nacionales (6): Huayllay, Calipuy, Lagunas de Mejía, Ampay, Manglares de Tumbes y Tabaconas Namballe

Santuarios Históricos (3): Chacamarca, Pampas de Ayacucho y Machupicchu

Otros: seis bosques de protección, dos cotos de caza, una reserva comunal, cerca de diez zonas reservadas.

A nivel de la Franja N° 1:

Reservas Nacionales:

Salinas - Aguada Blanca (Arequipa-Moquegua): bordea las 300 000 hectáreas. Puna, lagos y salares altoandinos en un territorio de alucinante geología (volcanes, géiseres, aguas termales), vicuñas, tarucas, tres especies de parihuanas, bosques de queñual y yaretales.

Santuarios Nacionales:

Lagunas de Mejía (Arequipa): desde 1983, es el lugar de descanso, de veraneo y de alimento de diversas variedades de aves. Está conformada por 690 hectáreas y cinco lagunas, albergando 170 especies, algunas de origen local, otras andinas y las que vienen de diversos lugares del mundo como garzas, patos, parihuanas de color rosado, gaviotas de capucha, los playteritos propios del Ártico, el gaviotín ártico.

La laguna norte ha desaparecido.

Zona Reservada: Aymara-Lupaca (Tacna y Puno)

13.3 PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

En la franja existe un variado patrimonio arqueológico que viene desde los antiguos pobladores de la zona, y que es necesario rescatar y dar a conocer para bien de los pobladores que en ella residen y del país en general. Este patrimonio arqueológico se localiza en:

A) Departamento de Tacna:

San Francisco de Miculla: Pictografías y petroglifos

Puente Locumba: Pictografías y petroglifos

Piedra Pintada: Pictografías y petroglifos

Abrigo de Caru: Pictografías y petroglifos

Toquepala: Lítico y arcaico, pictografías y petroglifos, corresponde a las evidencias de más antigüedad y mejor estudiadas para la presencia del hombre en la región andina en el Perú, donde las dataciones de radiocarbono dan indicios de vida de 9 580-150 años constituyéndose como las evidencias más tempranas y más seguras, se encontraron manifestaciones tangibles de las formas de vida como instrumentos y hasta los ritos y creencias más tempranas que se conocen, no solamente para el área andina sino para toda América.

Peñas : Horizonte tardío (Inca)

B) Departamento de Moquegua

Cerro Baúl: Horizonte medio

Chen Chen: Horizonte medio

Camata: Andenerfa

Azana: Pictografías y petroglifos

Valle de Osmore: La Cultura Chiribaya que se desarrolló en este valle floreció sobre las culturas Tumilaca (959 +-1200 a.C.) y Estuquiña (1200-1475 a.C.), desapareciendo alrededor del año 1350 de nuestra era, arrasado por las lluvias torrenciales y el lodo producto de un violento cambio climático aparentemente inexplicable. Se destacaron por tener a finos artesanos que dominaron el arte de la cerámica y la textilería.

Los Chiribayas fueron duchos en el arte de la pesca y en el cultivo de las tierras desérticas mediante la construcción de canales, se asentaron a lo largo de la cuenca del río Ilo y la costa de Moquegua y Tacna, constituyendo un señorío de medianas proporciones.

Se han encontrado en tumbas de la zona, momias excepcionalmente preservadas, textilería finamente elaborada, primorosa orfebrería, piezas de madera con gran acabado y cerámica de audaces diseños geométricos.

Los Chiribayas dominaron los tintes vegetales y animales para la confección de tejidos elaborados con fibra muy fina, generalmente de lana de camélidos.

En la zona del Yaral, ubicada en la boca del río Ilo, en la década del 80 se hallaron 32 llamas y alpacas disecadas lo que permitió conocer cómo lucían estos animales hace un milenio y probar que los camélidos se habían domesticados en regiones de menor altura, donde el clima fue más árido y seco.

No han dejado grandes ciudadelas, ni construcciones de gran trascendencia como otros señoríos.

C) Departamento de Arequipa.

Kasapatac: Horizonte tardío (Inca)

Tambo de Corralones/La Caldera: Pictografías y petroglifos

Sumbay: Pictografías y petroglifos

Huallín: Pictografías y petroglifos

Quilcapampa-La Antigua: Pictografías y petroglifos

El Descanso: Pictografías y petroglifos

Toro Muerto: Pictografías y petroglifos-pinturas rupestres

Toro Grande: Pictografías y petroglifos

Sarcas/Hda. Las Palmas: Pictografías y petroglifos

La Barranca: Pictografías y petroglifos

D) Departamento de Puno

Kaluyo: Horizonte formativo

Tiahuanaco: Horizonte formativo

Pizacoma: Pictografías y petroglifos

Cutimbo: Chullpas

Tanca Tanca: Chullpas.

13.4 ÁREAS GEOLÓGICAS TURÍSTICAS (MONUMENTOS NATURALES)

Dentro de las áreas geológicas que destacan por sus monumentos naturales con geoformas de interés turístico, que convenientemente implementadas pueden utilizarse para desarrollar el turismo recreacional, de aventura, científico, etc. tanto para nacionales como extranjeros se proponen los siguientes monumentos y áreas:

A) MONUMENTO NATURAL DE PAUCARANI

Ubicación: distrito de Alto Perú, provincia de Tarata, departamento de Tacna.

Atractivos :

- Volcán activo Paucarani del tipo domo tapón de 50 000 años de antigüedad
- Aguas termales
- Sulfataras en actividad
- Antigua mina de azufre con algunas instalaciones recuperables
- Área nevada de los nevados de Iñuma y Auquitaípe (Cordillera del Barroso)
- Laguna natural de Paucarani
- Presa de tierra de Paucarani con lago artificial que puede ser explotado con fines turísticos

B) MONUMENTO NATURAL DE LOS VOLCANES DE MAURI

Ubicación: Distrito de Kallapuma, provincia de Tarata, departamento de Tacna

Atractivos

Volcanes

Tipo estratovolcán: Jucure, Chila (2), Titire, Ilvine

Tipo fisura: Purupuruni (2): volcán de fisura

Tipo domo: Kere

Aguas hidrotermales: La Boratera, Kallapuma, Calachaca.

Pampas: Maure, Morocollo, Titire.

Comunidades altoandinas: Kallapuma, Conchachiri.

C) MONUMENTO NATURAL DE CANDARAVE-CALIENTES

Ubicación: distrito de Candarave, provincia de Candarave, departamento de Tacna

Atractivos turísticos

Volcanes

Tipo estratovolcán: Yucamane (activo), Yucamane Chico, Calientes, López Extraña.

Tipo cono fracturado colapsado: Tutupaca (2) activo, Nazaparco

Aguas hidrotermales: Quebrada Azufre Chico, Quebrada Azufre Grande con fumarolas, ríos de Calientes y Ancocollo con Geyseres, Qda, Callazas.

Comunidades altoandinas: Candarave, Tacalaya, TurunTurun, Calientes

Pampas: Puntera, Huaycuta, TurunTurun, Patapatani y Puntera.

Lagunas: Suches con criadero de truchas al igual que en el río Callazas.

D) MONUMENTO NATURAL DE PUENTE CCOLLO O PUENTE BELLO

Ubicación: distrito Carumas, provincia Mariscal Nieto, departamento de Moquegua

Atractivos turísticos

- Aguas termales y geyseres del área de Puente Bello
- Puente natural en paleosinters.
- Sinters

E) ZONA RESERVADA DEL ÁREA DE MAZO CRUZ

Ubicación: Distrito de Mazo Cruz, provincia de Chucuito, departamento de Puno, km 54 de la carretera Ilave-Mazo Cruz en la cuenca del río Huenque.

Atractivos turísticos

- En Ciudad Encantada se observan formas diversas de gran dimensión labradas por acción pluvial y eólica en rocas volcánicas del tipo aglomerados volcánicos, destacan: El Castillo, La Pareja Real, Rumi Siki y otras.
- En Pocopollo los baños de aguas termales se hallan debajo de un sinter, accediendo a ellos por una escalera.
- La zona arqueológica de Untahui ubicada a 5 km al norte de Pocopollo,
- Criadero de truchas en Huañaveco.
- Chulpas de Lacotuyoc a 5 km de Mazo Cruz hacia el este
- Zona arqueológica de Sacata a aproximadamente 11 km al oeste de Santa Rosa por la carretera binacional.
- Represa de Pasto Grande que almacena aproximadamente 200 millones de m³, donde se puede practicar la pesca y el surfing.
- Lagunas de Loriscota y Vizcachas con una rica flora y fauna propia de la zona altoandina (parihuanas).

CONCLUSIONES

1. La Franja N° 1, con una superficie de 70 000 km², y una población de 1 336 060 habitantes, presenta más del 50% de su territorio (zona altiplánica y altoandina) con una densidad poblacional entre 0 y 5 h./km². Las ciudades de mayor concentración de población son: Arequipa, Tacna, Mollendo, Ilo, Moquegua y Camaná, principalmente en la Costa.
2. Las geoformas que se localizan en la Franja N° 1 están relacionadas a procesos morfoestructurales. Destacan: a) Estructuras volcánicas entre el flanco oriental de la Cordillera Occidental y el Altiplano siguiendo un alineamiento andino; b) Extensa zona de pampas costaneras elevadas (entre 800 y 2 000 msnm), ligeramente inclinadas hacia el oeste, disectadas por valles e interfluvios; c) Una zona altiplánica con superficies colinosas y pampas donde sobresale la depresión del lago Titicaca y d) La Cordillera de la Costa próxima al litoral entre Atico y Boca del Río, notándose la presencia de acantilados rocosos a lo largo del litoral con escasa formación de playas.
3. Las zonas de mayor susceptibilidad a los peligros geológicos están asociadas a rocas sedimentarias, Subunidad V₁ (formaciones Moquegua, Camaná, Huanca, grupos Puno y Mitu), Subunidad V₂ (grupos Yura, Cabanillas y Ambo, Formación Sotillo), en rocas volcánico-sedimentarias (Grupo Tacaza) y rocas volcánicas (grupos Toquepala y Barroso).
4. Según la clasificación de Varnes y los trabajos de cartografiado e inventario de los peligros geológicos localizados realizados, se han detectado 571 peligros, diferenciándose 12 tipos más frecuentes, los que en orden de ocurrencia son: huaycos, derrumbes, erosión de ribera, caídas o desprendimientos de rocas, deslizamientos, movimientos complejos, inundaciones, erosión de laderas, arenamientos, reptación de suelos, vuelcos y flujos de lodo. Los principales causantes de daños son los movimientos complejos, seguidos de los deslizamientos, huaycos, inundaciones y derrumbes.
5. Entre los movimientos complejos y/o deslizamientos cuya evolución continúa hasta la fecha se encuentran: El Rodado-Pallata, Camilaca (provincia de Candarave), Cerro de Arena, taludes de corte en la Carretera Panamericana Sur entre Atico y Ocoña; El Tambo de Cuesta-Socabón, La Ramada-Pachaqui, La Cano-Tacar (valles de Vitor y Siguas); Lloque (río Tambo); Querapi, Cochitayoc y Anascapa (sector Ubinas-Matalaque), Cruz del Siglo (Torata),

- Amayane (Carumas), y la erosión de laderas en la quebrada El Cazador (represa El Frayle).
6. Entre los flujos destacan los huaycos periódicos de Yanahuara y Totorani (frente a Ichuña, río Tambo), los de los ríos Ubinas y Para (Ubinas), los del río Queñamichi, quebradas Orumaa y otras menores (carretera llave-Mazo Cruz); entre los ocasionales las torrenteras de San Lázaro, Melgar, Paucartambo y Miraflores (Arequipa); y entre los excepcionales las quebradas Socso, Pedregal y Cosos (valle de Camaná-Majes), Caracharma (valle Siguas), Torata, Paralaque (Moquegua), Mirave, Ancocirca y Colocaya (Curibaya), Locumba y Sama.
 7. Entre los principales peligros geológicos que han afectado la región de la Franja N° 1, y modificado su morfología en el período histórico, destacan: a) Peligros volcánicos: la erupción explosiva del volcán Huaynaputina en 1600 y la avalancha de escombros del volcán Ticsani; b) Peligros sísmicos: los terremotos de 1868 y 1877; c) Peligros de remoción en masa: deslizamientos y flujos de lodo (movimientos complejos) que represaron en el pasado las lagunas de Aricota, Coralaque y el río Tambo; así como los deslizamientos de tierras en los valles de Siguas, Vitor e Ilabaya-Tacalaya (Camilaca), Callazas (Pallata).
 8. Los volcanes activos en orden de peligrosidad son: Ubinas, Misti, Tutupaca y Yucamane; sin embargo en términos de vulnerabilidad y riesgo, la ciudad de Arequipa ubicada en la falda SO del Misti, sería la más afectada al erupcionar este volcán, por existir un constante crecimiento poblacional e industrial hacia sus faldas superiores sin obedecer un plan de ordenamiento territorial adecuado. La actividad del volcán Sabancaya, ubicado fuera de la Franja N° 1, podría afectar principalmente la cuenca alta del río Siguas (Huanca, Lluta). Como amenazas volcánicas potenciales se incluyen también a los volcanes Ticsani, Huaynaputina y Paucarani.
 9. La Franja N° 1 se ubica en la zona de convergencia de las placas de Nasca y Continental o Sudamericana, con el mayor ángulo existente en la costa peruana (30°), que hace que sea la de mayor actividad geodinámica interna del territorio peruano. Gran parte de la franja se ubica en una zona de alta sismicidad, con un «silencio sísmico» de más de 100 años, donde se espera la ocurrencia de un sismo similar o mayor al de 1868 (> 8.5 Mb), que afectaría al sur del Perú y norte de Chile.
 10. De acuerdo con el mapa de peligros geológicos múltiples (MPGM) se han localizado cinco zonas de muy alta amenaza, ellas son: a) valle del río Tambo, aguas arriba de su confluencia con el río La Capilla, b) valle del río Locumba (entre Locumba y Aricota: ríos Ilabaya, Curibaya y río Callazas en Candarave), c) Valle del río Moquegua-Tumilaca-Cuajone-Salado (aguas arriba de Samegua y Pampa Cuellar), d) Falda norte y suroeste del volcán Misti (entre Alto Selva Alegre y Aguada Blanca) y e) valle medio del río Siguas (entre Pachaqui y Pitay).

11. De la combinación de los mapas de peligros geológicos múltiples (MPGM) y de instalaciones críticas (MIC), resaltan 14 zonas que pueden ser afectadas por peligros geológicos, siendo las principales: la Carretera Panamericana Sur entre los km 701 + 000 al 774 + 000, donde se incluye el sector Cerro de Arena; la CC.HH. Charcani I al V; las torrenteras que afectan a un sector de la ciudad de Arequipa; la quebrada Cazadores (represa El Frayle); sector de la carretera binacional Ilo-Desaguadero-La Paz (entre Torata y Pampa Cuellar); la CC.HH. de Aricota; sectores de la carretera Omate-Puquina y la carretera Omate-Quinistaquillas.
12. Como resultado de la actividad minera se generan: presas de relaves, escombreras, escorias, depósitos de material industrial, etc., que sin un adecuado manejo pueden llegar a constituir un pasivo ambiental, como los observados en las minas abandonadas y algunas en operación, ubicadas en la Franja N° 1.
13. Existen recursos geotermales en las áreas de: río Mauri-Challapalca, Tutupaca-Yucamane y Calacoa (río Putina) cuyo potencial necesita ser estudiado en profundidad para una futura explotación geotérmica que lleve beneficios a las poblaciones que se ubican en su entorno.
14. Existen muchas medidas de prevención, corrección y/o mitigación para el tratamiento de peligros de remoción en masa, especialmente en ingeniería de taludes; la aplicación de una o varias de ellos dependerá de las consideraciones que se tengan según los factores de seguridad calculados a partir de parámetros ingenieriles, de las normas adoptadas en base a estudios previos a las fases constructivas de obras de infraestructura, y del factor económico.
15. Se han localizado afloramientos geológicos que por su belleza escénica (paisaje) e interés científico merecen ser preservados como monumentos naturales, tales como: Ciudad Encantada (río Huenque), Puente Bello o Puente Ccollo (río Titire), Área de Candarave-Calientes (volcanes y géysers en los ríos de Calientes y Ancocollo), volcanes del río Mauri y volcán-domo Paucarani.

RECOMENDACIONES

1. Las zonas comprometidas por peligros geológicos, especialmente deslizamientos constituyen una amenaza permanente para las poblaciones y obras de infraestructura que se ubican en su entorno, necesitan de estudios especiales que permitan su monitoreo y vigilancia así como la adopción de medidas de prevención y mitigación.
2. Ante la posible ocurrencia de un sismo de gran magnitud, como se espera en la Franja N° 1, es necesario se refuercen las viviendas construidas con barro tipo adobe, adobón o tapial de acuerdo a las indicaciones que para ello emiten los organismos oficiales del Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción.
3. Ante la deficiencia que muestran las casas construidas con adobón o tapial que no siguen criterios técnicos en su preparación y colocación, y el alto riesgo sísmico del territorio de la Franja N° 1, se debe prohibir las construcciones que utilicen este producto quedando bajo responsabilidad de las autoridades distritales su cumplimiento y la supervisión por las oficinas de obras de los concejos provinciales.
4. Se efectúen estudios detallados de la seguridad física de las áreas donde se ubican las centrales hidroeléctricas de Aricota 1 y 2 ante la ocurrencia de fenómenos de remoción en masas (huaycos e inestabilidad de taludes) que amenazan su estabilidad futura.
5. Dadas las características del régimen hidráulico de los ríos de la vertiente pacífica en la franja y en especial de los ríos Locumba y Osmore (Ilo-Moquegua), cualquier obra de corrección y/o protección que se ejecute en su cauce y márgenes para proteger terrenos agrícolas estará sometida a su acción hídrica, la que incidirá en su período de vida.
6. Con la finalidad de poder desarrollar la agricultura en las pampas altas que se ubican en las márgenes de los ríos Tambo, Osmore (Ilo-Moquegua), Locumba y Sama es necesario se estudie la posibilidad de construir pequeñas a medianas presas en sus cauces que almacenen las demasías de aguas que traen estos ríos en época de avenidas y luego se deriven a las pampas a irrigar.
7. En los «Monumentos Naturales» localizados en la Franja N° 1, dada su importancia turística y científica se hace necesario la dación de normas legales que permitan su reconocimiento y conservación como tales. Mientras se

estructuren estas normas, los gobiernos departamentales y locales, deberían iniciar un diseño de su explotación futura con apoyo de organismos nacionales e internacionales, especialistas en el tema sin afectar el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- AUGE, eds. (1994) - El Perú y sus recursos, Atlas geográfico y económico. Lima, 235 p.
- CASAVARDE, L. & VARGAS, J. (1985) - Mapa de distribución probabilística de intensidades del Perú. En: CERESIS, Proyecto SISRA, Lima, v. 14, p. 393-410
- CASTILLO, J. (1992) - Peligro sísmico en el Perú. Tesis, Univ. Nac. de Ingeniería, Fac. de Ing. Geológica Minera y Metalúrgica, Lima
- DÁVILA, J. & THOURET, J.-C. (1999) - Volcán Huaynaputina (Sur del Perú): erupción pliniana e ignimbrítica de gran magnitud en 1600 D.C. En: Sociedad Geológica del Perú, Volumen Jubilar 75° Aniversario, p. 141-168.
- 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.
- ELECTROPERÚ (1994) - Estudio geovolcanológico e inventario sistemático de manifestaciones geotermales del Lote Tutupaca. Convenio INGEMMET-ELECTROPERU, Lima.
- EXPRESO (1999) - Ecología del Perú, Fascículos coleccionables. Editora Perú, Lima.
- FIDEL, L. & ZAVALA, B. (1994) - Estudio geodinámico de la cuenca del río Camaná-Majes (Colca) Departamento de Arequipa INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 14, 206 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. & CASTRO, S. (1997) - Estudio geodinámico de la cuenca de los ríos Quilca, Sihuas y Vitor, Departamento de Arequipa. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 19, 247 p.

- FIDEL, L. & HUAMANÍ, A. (2000) - Mapa preliminar de amenaza volcánica potencial del volcán Yucamane. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- FIDEL, L. & ZAVALA, B. (2000) - Mapa preliminar de amenaza volcánica potencial del volcán Tutupaca. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- GARCÍA, E. (1994) - Estudio de los tsunamis en las costas de los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. CISMID-UNI, Lima.
- GONZÁLEZ, K., et al (2000) - Estudios de potencial espontáneo, temperatura y análisis del gas del suelo en el volcán Ubinas (Sur del Perú). En: Congreso Peruano de Geología, 10, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima. p. 189.
- HUAMÁN, D. (1995) - Métodos y aplicaciones de las imágenes de satélite en la cartografía geológica: el caso del seguimiento y evolución de la amenaza volcánica del Sabancaya (región del Colca, Arequipa, Perú); Tesis, E.P. Ingeniería Geológica, Univ. San Agustín, Arequipa, 138 p.
- INGEMMET. 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.
- INEI (1995) - Compendio estadístico 1994-95, Departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna: Resultados Definitivos - Perfil Socio-Demográfico. Análisis Censal 1993, Vol. 7. Lima, Junio 1994.
- INRENA (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.
- INRENA (1995) - Mapa ecológico del Perú a escala 1:1.000.000, Guía Explicativa. Inrena, Lima, 146 p.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL (1989) - Atlas del Perú. Proyecto Especial Atlas del Perú, Ministerio de Defensa, Lima.
- INSTITUTO TECNOLÓGICO GEOMINERO DE ESPAÑA (1987) - Manual de Ingeniería de Taludes. Ministerio de Industria, Comercio y Turismo de España, Madrid.
- JIMENEZ, J. (1985) - Curso sobre estabilidad de taludes. Cedex, Madrid, p. 1-27.
- LAZARES. L. (1993) - Estudio de riesgo sísmico de las edificaciones en el Sur del Perú. Tesis, Univ. Nacional de Ingeniería, Lima.
- LOCKRIDGE, P. (1985) - Tsunamis in Perú-Chile, World Data Center A for Solid Earth Geophysics, Boulder, Colorado. 97 p.

- MARENGO, J. (1987) - Impacto de la sequía de los años 1982-83 en la agricultura del Altiplano peruano. Estudios Agroclimáticos. En: 1er. Simposium Nacional de Prevención y Mitigación de Desastres. CISMID, 1987, p. 213-232.
- MARIÑO, J. & THOURET, J.-C. (2000) - Volcán Ticsani (Sur del Perú): lavas y depósitos piroclásticos asociados al emplazamiento de domos durante el Holoceno. En: Congreso Peruano de Geología, 10, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima. p. 190.
- 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.
- NÚÑEZ, S. & VALENZUELA, G. (1999) - Mapa preliminar de amenaza volcánica potencial del volcán nevado Coropuna. INGEMMET, Dirección de Geotecnia, Lima. (Informe interno).
- 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, USAID, Washington, D.C.
- PÉREZ, G. (1976) - Acuíferos regionales en las altiplanicies del extremo sur de los Andes del Perú. En: Congreso Latinoamericano de Geología, 2 Caracas, 1973, Memoria, Ed. Sucre, Caracas, t. 5, p. 3297-3299.
- PROYECTO ESPECIAL TACNA (1990) - Proyecto de Propósitos Múltiples Vilavilani II Etapa. Estudio de Prefactibilidad. Lima. (Informe inédito).
- RAMOS, D., et al (2000) - Estudio estructural y de circulación de fluidos del Volcán Misti por método geofísico del potencial espontáneo y análisis geoquímicos de gases del suelo y fumarolas. En: Congreso Peruano de Geología, 10, Resúmenes, Soc. Geológica del Perú, Lima. p. 192.
- RIVERA, C. (1998) - Parques nacionales y volcanes de Costa Rica, Información Educativa y Guía Turística, San José de Costa Rica.
- RIVERA, M. (1998) - El volcán Ubinas (Sur del Perú): geología, historia eruptiva y evaluación de las amenazas volcánicas actuales. Tesis Ing., E.A.P. de Ing. Geológica, Univ. de San Marcos, Lima, 129 p.

- RIVERA, M., et al (2000) - Estudio petro-geoquímico preliminar del volcán Ubinas (Sur del Perú). En: Congreso Peruano de Geología, 10, Trabajos Técnicos, Soc. Geológica del Perú, Lima, t. 3, p. 888-900.
- MCGUIRE, R.K. (1976) - Fortran computer program for seismic risk analysis, U.S. Geological Survey, New York.
- SENAMHI (1985) - Mapa de clasificación climática del Perú, SENAMHI, Lima.
- 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.
- SIMKIN, T. & SIEBERT, L. (1994) - Volcanoes of the world: a regional directory, gazetteer, and chronology of volcanism during the last 10,000 years, Geoscience Press, Tucson, Arizona, 349 p.
- SOLANO, P. (1999) - Hidrocarburos y áreas naturales protegidas: mas allá del suelo y el subsuelo. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Lima.
- STEINMÜLLER, K. & ZAVALA, B. (1997) - Hidrotermalismo en el Sur del Perú: Vigilancia de la actividad volcánica e hidrotermalismo en el Sur del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie D: Estudios Regionales, 18, 79 p.
- SUNI, J.A. (1999) - Estudio geológico y vulcanológico del volcán Misti y sus alrededores. Tesis, E.P. Ingeniería Geológica, Univ. San Agustín, Arequipa.
- THOURET, J.-C., et al (1999) - Evaluación de las amenazas volcánicas en el área de la ciudad de Arequipa (700,000 habitantes), en base a la historia eruptiva del volcán Misti, sur del Perú. En: Sociedad Geológica del Perú, Volumen Jubilar 75° Aniversario, p. 119-140.
- ZAVALA, B. & NÚÑEZ, S. (1999) - Estudio geológico-geotécnico de la región suroccidental del Perú. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ing. Geológica, 22, 418 p.

ANEXO N° 1

**FENÓMENOS GEODINÁMICOS DE
LA FRANJA N° 1, REGISTRADOS
EN LA BASE DE DATOS
DEL INGEMMET**

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

BASE DE DATOS DE PELIGROS GEOLÓGICOS ASOCIADOS A INESTABILIDAD DE TALUDES

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	ESCALA	VAL. INIC.	RIESGO	OBSERVACIONES	PUNTO	TÍTULO
1	DESLIZAMIENTO TRASLACIONAL		DESLIZAMIENTO DE ANASCAPA	SUELO PROLUMACOLAJAL HETEROMÉTRICO, GRAVO-ARENOSO, POCO COHESIVO, FILTRACIONES DE AGUA, SOBRESATURACIÓN DEL MANTO MUEBLE, CANALES DE REGADO SIN REVESTIR, CULTIVOS INAPROPIADOS, PENDIENTES DE LADERAS (30'), LLUVIAS, REACTIVACIÓN POR SECTORES EN CUERPO DE DESLIZAMIENTO ANTIGUO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	ANASCAPA	302 390	8 183 287	3 100	PD M	1	2	ACRIETAMIENTOS CON ESCARPAS DE 2.00-2.50 M DE ALTURA, ACTIVOS, AFECTAN TERRENOS DE CULTIVOS DE ALFALFA Y PAN LLEVAR, AGRIETAMIENTOS EN LA PARTE SUPERIOR PUEDEN AFECTAR PARTE DEL POBLADO.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30'), REVISIÓN DE TIERRAS EN EL ANEXO ANASCAPA COMISIÓN CARTA GEOLOGICA NACIONAL, (OCT., 1984)
2	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	FUERTES LLUVIAS ESTACIONALES LAVAN LADERAS Y CAUSEN ARASTRANDO CLASTOS SUELTOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	CARRERITO (KM 10 CARRETERA A MATAJALQUE)	300 075	8 184 264	3 620	PD B	1	1	NECESITA BADEN Y LIMPIEZA DEL CAUCE, AFECTA 30 M DE LA CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
3	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES ARASTRAN MATERIAL SUELO EN CUERPO, GENERANDO FLUJOS DE LODO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 12 CARRETERA A MATAJALQUE	301 428	8 183 038	3 370	PD B	1	1	AFECTA 15-20 M DE CARRETERA	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
4	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES EN EL AREA, MATERIAL INSTANTE SUELO EN CABECERAS DE CUERPO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATAJALQUE	KM 19 CARRETERA A MATAJALQUE	300 028	8 181 562	3 350	PD B	1	1	CLASTOS DE MATERIAL PREDOMINANTE EXCEPCIONALMENTE HASTA 2 M. AFECTA 20 M DE LA CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
5	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	FUERTES LLUVIAS EN EL VERANO ORIGINAN CORRIENTES DE LODO QUE ARASTRAN CLASTOS ANULOSOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATAJALQUE	KM 18 CARRETERA A MATAJALQUE	300 013	8 182 062	3 280	PD B	1	1	AFECTA TRANSITO TRAMO DE 30 M; CARRERA CON MATERIAL PREDOMINANTE CON CLASTOS DE 5-10 CM DE DIAMETRO.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
6	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO EXCEPCIONAL	AUSENCIA DE VEGETACION PRODUCE AGRUPACION EN CABECERAS DE CUERPO, CON FUERTES LLUVIAS, FLUJOS DE LODO Y PIEDRAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 17 CARRETERA A MATAJALQUE	302 319	8 182 643	3 250	PD B	1	1	DESDE UN PUNTO DE OBSERVACION, FUERTES LLUVIAS AFECTAN ENTRE 10-20 M POR SECTORES.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
7	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS PERIODICAS, CAUSEN DE DOS CUERPOS QUE CONFLUYEN.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	ANASCAPA (KM 19-300 CARRETERA A MATAJALQUE)	302 319	8 182 643	3 100	D M	2	4	CAUCE DE CUERPO ANCHA QUE AFECTA 50-70 M CON MATERIAL PREDOMINANTE AFECTA A HASTA 2 M DE ANCHA POR LA AFECTA 5 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
8	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS PERIODICAS DURANTE EL VERANO LAVAN LADERAS DESPROTIDAS DE VEGETACION, CON EROSION INTENSA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATAJALQUE	KM 21 CARRETERA A MATAJALQUE	303 286	8 180 467	3 400	D M	2	4	AFECTA 30 M DE CARRETERA MATERIAL PREDOMINANTE ARASTRADO CON 10 < 5MM. < 50CM.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
9	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	INTENSAS LLUVIAS EROSION DE LADERAS EN CUERPO, FUERTES LLUVIAS EN CAUSEN UN PORTE DE MATERIALES A CAUSE PRINCIPAL DE CUERPO, AUSENCIA DE VEGETACION.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATAJALQUE	SAN ANTONIO (KM 18 CARRETERA A MATAJALQUE)	305 141	8 178 355	2 800	PD M	1	2	AFECTA TRAMO DE CARRETERA ACCESO A MATERIAL DE 15 M, DONDE SE HA CONSTRUIDO UN BADEN.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
10	FLUJO OCASIONAL	03/97	FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES, PENDIENTE PRONUNCIADA, MATERIAL METEORIZADO ELUVIAL Y COLAVIAL FÁCILMENTE REMOVBILE POR EL AGUA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATAJALQUE	MATAJALQUE	305 500	8 177 150	2 400	PD M	1	2	DOS CUERPOS UBICADOS EN LA PARTE SUPERIOR DEL PUEBLO QUE AFECTO TERRENOS DE CULTIVO, ALGUNAS HUERTAS, BADEN CONSTRUIDO EN LA CARRETERA A TOMAQUE ES INSUFICIENTE NECESITA LIMPIEZA DE CAUCE AGUAS ARRIBA (CROC-INDECHOS DAMNIFICADOS, 5 HA PERDIDAS Y 3 VIVIENDAS DESTRUIDAS).	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
11	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES INTENSAS ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN SUS CABECERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATAJALQUE	QDA. SANTA ROSA TOMAQUE	305 215	8 174 250	2 500	PD B	1	1	CAUCE PROFUNDO DE MAS O MENOS 50 M DE PROFUNDIDAD, AFECTA CAMINO DE HERRADURA ACCESO A TOMAQUE LA CONSTRUCCION FUTURA DE CARRETERA DEBE CONTEMPLAR UN PUENTE DE 25-30 M DE LONGITUD.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
12	FLUJO PERIODICO		FLUJO PERIODICO	FUERTES LLUVIAS PERIODICAS, ADECUANTE MATERIAL SUELO O FÁCILMENTE REMOVBILE EN CABECERAS, EROSION EN CARCAVAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	RIO SACIAYTA O POLCAMAAYO (UBINAS)	301 418	8 186 758	3 100	PD A	1	3	MARGENES DEL RIO COMPUERTAS POR BOLONERA EN MATRIZ ARENOSA (ALUVIAL Y/O LAMAR).	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
13	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES, CARCAVAS EN CABECERA DE CUERPO EN DEPOSITOS PIROCLÁSTICOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 14-800 CARRETERA DESVIO A UBINAS.	299 337	8 188 318	3 610	PD B	1	1	AFECTA 30 M DE VIA A UBINAS.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
15	FLUJO PERIODICO		FLUJO PERIODICO	FUERTES LLUVIAS EN EL AREA, DURANTE EL VERANO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 20 CARRETERA DESVIO A UBINAS.	302 331	8 187 217	3 450	PD B	1	1	FLUJO DE LODO INTERRUMPE TRAFICO EN PERIODO LLUVIOSO.	B. ZAVALA Y S. MUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

* I = Intensidad D = Destructivo

* R = Riesgo A = Alto M = Medio

B = Bajo

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (18°-18'30")

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	PIEZO	PROVINCIA	DISTRITO	PARALELO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	CLASIFICACIÓN	VELOCIDAD	VELOCIDAD MÁX.	VELOCIDAD MIN.	PROFUNDIDAD	TIPO DE RIESGO	UBICACIÓN	ESTUDIO DE RIESGOS
16	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	NATURALEZA DEL MATERIAL INESTABLE. EROSIÓN EN CARAVANAS; LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	URUBAMBA	TONCHUYA (RM 14 URBANAS-HUARIÑA).	301 854	8 196 314	3 100	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
17	FLUJO PERIÓDICO		FLUJO PERIÓDICO	FUERTES LLUVIAS ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN LAS CABECERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	URUBAMBA	SAN MIGUEL	306 228	8 191 998	2 470	D A	2	3	6		6	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
18	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES EN PERIODO DE LLUVIAS, MATERIAL DISPONIBLE. PENDIENTE MODERADA A FUERTE DE LA QUERRADA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	URUBAMBA	104 84000 ICHUÑA-ANTANAGUA.	320 157	8 214 152	3 630	PO B	1	1	1		1	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
19	FLUJO PERIÓDICO	11/1284	FLUJO PERIÓDICO	LLUVIAS ESTACIONALES Y PERIÓDICAS. MATERIAL SUELO EN CABECERAS DE QUERRADA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	YANAHUARA (RM 38 TOLAPALCA-ICHUÑA).	324 223	8 216 340	3 630	D A	2	3	6		6	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
20	FLUJO PERIÓDICO		FLUJO PERIÓDICO	LLUVIAS ESTACIONALES, CUENCA ALTA RIO TAMBO, ABUNDANTE MATERIAL SUELO PRODUCIDO POR EROSIÓN DE LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	UMALISO (A 5 KM DE ICHUÑA).	340 885	8 215 785	3 630	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
21	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	FUERTES LLUVIAS EN LA ESTACIÓN HUMEDA, PENDIENTE DE LADERAS, MATERIAL DISPONIBLE, SUELO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	SECTOR PALCA (1 KM DE ICHUÑA) A 2.5 K DE ICHUÑA.	335 100	8 214 650	3 600	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
22	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	FUERTES LLUVIAS EN ÉPOCA DE VERANO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	MIRAFLORES	333 630	8 214 090	3 600	PO B	1	1	1		1	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
23	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES, PENDIENTE DEL TERRENO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	MIRAFLORES	332 336	8 213 685	3 750	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
24	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES, PENDIENTE DE LADERAS Y QUERRADAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	MIRAFLORES	332 633	8 213 648	3 625	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
25	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES, PENDIENTE DE QUERRADA, MATERIAL DISPONIBLE EN CABECERA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	SANTA CRUZ DE OYO OYO (A 5 K DE ICHUÑA).	331 466	8 213 633	3 345	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
26	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO EXCEPCIONAL	FUERTES LLUVIAS EROSIÓN LADERAS, DESPRENSAS DE VEGETACIÓN Y APRIASAN MATERIAL POR CALZES O QUERRADAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	UMALISO (A 8 KM DE ICHUÑA - C' PUCARÁ).	341 000	8 215 550	3 640	PO M	1	2	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
27	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES EN EL ÁREA APRIASAN MATERIAL SUELO EN CABECERA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	ITAPALLONE	340 300	8 215 400	3 640	PO B	1	1	1		1	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
28	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	K 36 CARRIETA TOLAPALCA-ICHUÑA.	334 463	8 217 753	4 200	PO B	1	1	1		1	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
29	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES EN EL ÁREA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LLOQUE	A 4 K CARRIETA YALAGUA-LLOQUE.	312 535	8 197 692	3 300	PO B	1	1	1		1	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
30	FLUJO OCASIONAL		FLUJO OCASIONAL	FUERTES LLUVIAS ESTACIONALES. ACUMULACIÓN DE MATERIALES COLUMNALES EN SUS CABECERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LLOQUE	QUERRADA COQUE	314 557	8 194 701	3 310	D M	2	2	4		4	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
31	FLUJO PERIÓDICO		FLUJO PERIÓDICO	CAUDA ABUNDANTE DE RIOS POR ALIMENTO DE VOLÚMEN DE SÓLIDOS POR INTENSAS LLUVIAS ESTACIONALES EN CABECERA DE ODA, CHIZA; EROSIÓN DE SUELO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	QUERRADA CHIZA	305 593	8 192 999	2 360	D B	2	1	2		2	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")
32	FLUJO EXCEPCIONAL	30/09/80	FLUJO EXCEPCIONAL	FUERTES LLUVIAS (MUCHO HIELO), APRIASAN GRAN CANTIDAD DE MATERIAL DE LODO Y PIEDRAS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	104 125 - PUENTE TORATA.	304 112	8 111 603	2 200	D A	2	3	8		8	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (18°-18'30")

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DIPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONGO	LAT	ALT	K	AMF. NAZA	VIAJES RAS	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
33	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO DE CRUZ DEL SIGLO	FILTRACIONES EN TALUD SUPERIOR, CORTE DE TALUD INADECUADO (H=60 M) EN CARRETERA RECIENTE CONSTRUIDA.	MOQUEGUA	MARISAL NIETO	TORATA	123456 CARRETERA A ILLO-DESAMONADERO.	304 365	8 111 468	2 200	D	A	2	6	ALCANTARILLA TAPADA AFECTA 150 M DE CARRETERA, TERRENOS DE CULTIVO EN TALUD INFERIOR Y ALGUNAS VIVIENDAS EN LA PARTE SUPERIOR SE OBSERVA ESCARPA DE DESPLAZAMIENTO ANTIGUO DE MAYOR MAGNITUD.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
34	COMPLEJO		DESPLAZAMIENTO DE QUERAPI (SECTOR SUR)	FILTRACIONES DE AGUA Y LLUVIAS SOBRESATURAN SUELO INCOHERENTE, PENDIENTE DE LADERAS, NATURALIDAD DE CULTIVOS QUE DEBILITAN EL SUELO POR EXCESO DE AGUA DE REGADÍO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	QUERAPI (KM 10 CARRETERA A UBINAS)	288 323	8 188 280	3 670	D	A	2	6	AFECTA TRAMO DE 1 KM DE CARRETERA, TERRENOS DE CULTIVO, CANALES DE REGADÍO, VIVIENDAS RURALES, RESERVOIRIO DE AGUA, Y CARRETERA A UBINAS. ESCARPA DE 2 M DE ALTURA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
35	COMPLEJO		DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL Y FOLIO DE DETRITOS (SECTOR SUR)	SOBRESATURACIÓN DE SUELOS COLINDANTES DELIVALES, NO COHESIVOS POR FUENTES LLUVIAS EN LA ZONA. FILTRACIONES EN TALUD SUPERIOR (H=10 M) Y TALUD INFERIOR (H=10 M) CON ACTIVIDAD DE REMANERA REACTIVACIÓN DE MATERIAL DESPLAZADO DONDE SE UBICA EL POBLADO DE LLOQUE, QUE SE COMPROMETE ROCAS PROCLÁSTICAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LLOQUE	A 401 M. CAMINO LLOQUE-CHUATA	314 877	8 184 474	3 280	D	A	2	6	DESPLAZAMIENTO REPRESO DEL RIO TAMBO FORMANDO UN DIQUE DE 15 M O MENOS 200 M DE LONGITUD Y 5 M DE ALTURA CUANDO SE ROMPIÓ EL DIQUE AFECTO AL POBLADO DE TORATA 3 KM, AGUAS ABALO, MARGEN DERECHA. AFECTO ADEMAS 40 HA DE CULTIVO (ARCHIVOS, INDECI, 1986).	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
36	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	CORTES DE TALUD DE CARRETERA MAL DISEÑADOS, FILTRACIONES DE AGUA DE LLUVIAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	QUELLO QUELLO (KM 28 CARRETERA A TOLPALDA) DESDE DESVIÓ KM 137 AREQUIPA-PUNO.	320 347	8 228 912	4 200	PD	M	1	2	2	AFECTA TRAMO DE 300 M DE CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
37	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	NATURALIDAD DEL DEPÓSITO (LAVARES INACOMPARABLES), TALUDES INADECUADOS, SATUREACIÓN CON AGUA DE LLUVIA, PENDIENTE PROMINCUADA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	A 0.5 KM VIA UBINAS TONCHOYA.	301 745	8 187 350	3 300	D	A	2	3	6	TALUD SUBVERTICAL DE 40 M DE ALTURA COMPUESTO POR DEPÓSITOS INCONSOLIDADOS. AFECTA 120 M DE VIA UBINAS-TONCHOYA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
38	FOLIO		HUAYCO OCASIONAL	LLUVIAS PERIÓDICAS, ARASTRAN FLUJOS DE Lodos EN PENDIENTE DE INCONSOLIDADOS FACILMENTE REMOVIABLES CON AGUA DE LLUVIA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	QUEBRADA CHEFLON 0.5 KM UBINAS-HUARINA.	301 838	8 187 440	3 280	D	M	2	4	4	AFECTA 20 M DE LA CARRETERA UBINAS-HUARINA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
39	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	ROCAS MUY ALTERADAS CONFORMAN TALUD DE CORTE, PENEABLES SE SOBRESATURAN CON LLUVIAS Y FILTRACIONES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 15 Y 16 VIA A UBINAS.	300 907	8 187 482	3 150	PD	M	1	2	2	DERRUMBES POR SECTORES ENTRE LOS KM 15 Y 16 EN TALUDOS DE CORTE SUBVERTICALES EN ROCAS ALTERADAS.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
40	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	TALUDOS DE CORTE VERTICALES EN MATERIALES INCONSOLIDADOS, PERREGADER, FILTRACIONES DE AGUA, SATURACION DE SUELOS, LLUVIAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 14 CARRETERA DESVIO A UBINAS	298 025	8 187 752	3 350	PD	M	1	2	2	AFECTA TRAMO DE 600 M DE CARRETERA INTERRUMPIENDO TRAMO DURANTE LAS LLUVIAS, ROCAS MUY ALTERADAS.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
41	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	FILTRACIONES DE AGUA, ROCAS MUY ALTERADAS, TALUDOS DE CORTE DE CARRETERA, LLUVIAS FUERTES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 5-200 CARRETERA A UBINAS	281 186	8 186 386	3 700	PD	B	1	1	1	AFECTA TRAMO CARRETERA EN PERIODO LLUVIOSO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
42	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	CORTES INADECUADOS EN DEPÓSITOS DELIVALES Y COLUVIALES, FACILMENTE SE DESPRENDEN CON AGUA DE LLUVIA POR SATURACION DE SUELOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 8 CARRETERA A MATALAQUE	281 564	8 186 228	3 850	PD	B	1	1	1	AFECTA TRAMO DE 80 M DE CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
43	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBSE	TALUDOS DE CORTE, CARRETERA INESTABLE COMPUESTO POR DEPÓSITOS DELIVALES Y ROCAS ALTERADAS, FACILMENTE SE DESPLoman CON AGUA DE LLUVIA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	KM 7 CARRETERA A MATALAQUE	281 728	8 186 228	3 800	PD	B	1	1	1	INTERRUMPE TRAFICO EN UN M DE LA CARRETERA EN PERIODO LLUVIOSO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
44	EROSIÓN DE LADERAS	87-88		MATERIAL INCONSOLIDADO DELIVUAL FUERTE PENDIENTE DE LADERAS, LLUVIAS ESTACIONALES, SOCAMIENTO DE QUEBRADAS, NATURALIDAD DE LA ROCA METEORIZADA FACILMENTE EROSIONABLE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	MATALAQUE	CACANUARA	308 500	8 170 800	2 650	D	A	2	3	6	LA EROSIÓN DE FONDO HA COMPROMETIDO 8 VIVIENDAS RURALES (CARCAVAS) POBLADO CACHUARA (CARCAVAS) POBLADO CACHUARA REQUIERE REUBICACIÓN EN SECTOR DE SACACHUA DONDE EXISTE UN ÁREA MUY FAVORABLE PARA SU ESTABLECIMIENTO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
45	EROSIÓN DE LADERAS			AGUA DE LLUVIA, INCISSION FUERTE EN DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	CHURUPATA	308 215	8 214 360	3 800	PD	B	1	1	1	DERRUMBES EN MARGENES DE QUEBRADAS Y CARCAVAS POR EROSIÓN DEL DE TALUD.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
46	EROSIÓN DE LADERAS			SOCAMIENTO EN SUELOS DELIVALES, COLUVIALES INCONSOLIDADOS POR AGUA DE LLUVIA, EROSIÓN EN BURCOS, PENDIENTE DE LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	CONCORRATA (C' VILA VILA)	328 686	8 214 245	3 700	PD	B	1	1	1	DESPLAZAMIENTO EN MARGENES DE QUEBRADA, AFECTANDO VIVIENDAS DEL CASERIO DE CONDORPATA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	OFICIO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONG.	LAT.	ALT.	DIR.	AMF. MAZA	VOLCAN.	REBOSO	OBSERVACIONES	PUNTO	TÍTULO
EROSIÓN FLUVIAL				AUMENTO DE CAUDAL DEL RÍO TAMBO EN ÉPOCA DE LLUVIAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ILLOQUE	VALA CARRETERA YALAGUA-LLOQUE	313 000	8 198 210	3 250	D M	2	2	4	RESANTE DE CARRETERA PROPENSA A EROSION EN MARGEN DERECHA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				INCREMENTO DE CAUDAL DEL RÍO SAN ANTONIO (CUSCA ALTA RIO TAMBO) EROSIONA MARGEN IZQUIERDA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUÑA	A 3 KM DEL CABEZO DE CRUCERO.	344 300	8 215 800	3 900	PD B	1	1	1	Afecta 50 m de carretera entre Crucero y Jesús María.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				AUGENIA DE DEFENSAS RIBERENAS, CON INCREMENTO DE CAUDAL DEL RÍO TAMBO AUMENTA PODER EROSIVO EN MARGEN DERECHA. RESANTE DE CARRETERA DENTRO DEL CAUCE DEL RÍO EN AVENIDAS EXCEPCIONALES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ILLOQUE	A 3 KM CARRETERA YALAGUA-LLOQUE	313 714	8 198 594	3 050	D M	2	2	4	Afecta tramo 0+80 m de Carretera. Necesita defensas con encañonador. Construcción de puente en el sector aguas arriba de Lucco es necesario.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBES			LLUVIAS EXCEPCIONALES, LAHARES, DEPOSITOS ALUVIALES INCONCRETOS EN MARGENES (Y/O LAHARES ANTIGUOS DEL VOLCAN URUBAMBA). EROSION EN EL PIE DEL TALLO DE TERRAZAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	URUBAMBA	TONGHOYA	301 750	8 195 200	3 100	D A	2	3	6	EROSION EN MARGEN DERECHA DEL RIO URUBAMBA PUEDE CONFORMAR VIVIENDAS CERCANAS AL TALLO EN UN FUTURO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS EN LA SIERRA INCREMENTAN CAUDAL Y SÓLDOS DEL RÍO TAMBO AUMENTANDO PODER EROSIVO EN SUS MARGENES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUÑA	ANTAJAJA	327 350	8 214 250	3 050	PD B	1	1	1	Afecta terrenos de cultivo de pan llevar ubicados en la margen derecha.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			TALUDES DE CORTE DE CARRETERA INADCUADOS, ROCAS FRACTURADAS CON BLOQUES INESTABLES (FRACTURAS EN CLAVA).	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	YALAGUA	C° COLLA HUACUI	304 701	8 179 705	2 700	PD B	1	1	1	INTERURBANO TRÁNSITO DE LA CARRETERA A MATALQUE EN SECTOR DE DESARROLLO DE CUENTA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			LADERA CON PENDIENTE PROCLINADA CORONADA POR ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS, MOVIMIENTOS SÍSMICOS, ACUMULACIONES DE ENCOMBEROS DE TALLO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	URUBAMBA	FALDA SUR VOLCAN URUBAMBA	280 020	8 188 755	4 150	PD M	1	2	2	EN PRESENCIA DE AGUA PUEDEN PRODUCIRSE CORRIENTES Afecta 200 m de Carretera.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DEL RÍO LLUSTA DIVERGENTE, AUMENTO DE SU CAPACIDAD EN ÉPOCAS LLUVIOSAS.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	CALACOLLO (MARGEN DERECHA RIO LLUSTA)	424 650	8 125 210	4 025	PD M	1	2	2	Afecta la Carretera Mazo Cruz Tacña, tramo de 80 m. Necesita defensas ribereñas y encañonamiento del río Llusta.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				RÍO DIVERGENTE, AUMENTO DEL CAUDAL EN ÉPOCAS DE PRECIPITACIONES FLUVIALES.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	RÍO LLUSTA	423 957	8 133 713	4 000	PD M	1	2	2	Afecta la Carretera Mazo Cruz Tacña, tramo de 100 m en su margen derecha. A unos 100 m por su margen izquierdo es afectado el poblado de Ancofute. Requieren defensas ribereñas y encañonamiento del río.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DEL RÍO HUENQUE DIVERGENTE, AUMENTO DEL CAUDAL EN ÉPOCAS LLUVIOSAS, INCREMENTO DEL RÍO CON CAUCE AMPLO Y PENDIENTE SUAVE EN ESTE SECTOR.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	PUNTE CALALEQUENA	422 636	8 114 804	4 000	PD M	1	2	2	Afecta al Estribo Derecho del Puente Calalequena y parte de la Carretera Mazo Cruz Tacña. Los estribos están cimentados en depósitos aluviales. La parte del estribo izquierdo está colmatada.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DEL RÍO LLUSTA DIVERGENTE, AUMENTO DE SU CAPACIDAD EN PERÍODO LLUVIOSO.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	HUALLATIN	421 872	8 141 210	4 000	PD M	1	2	2	Afecta la Carretera Mazo Cruz Tacña, tramo de 80 m. El terraplén de lava se encuentra a más o menos 30 m por encima del cauce del río. Puede producirse en tiempo de crecida del río (Margen Derecha).	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DEL RÍO LLUSTA DIVERGENTE, AUMENTO DE SU CAPACIDAD EN PERÍODO LLUVIOSO.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	TEQUETEQUENE	423 750	8 135 603	4 000	PD M	1	2	2	Afectó en la Margen Derecha la Carretera Mazo Cruz Tacña. En un tramo aproximado de 120 m. El terraplén de Carretera está a 1,80 m del cauce. Es necesario las defensas ribereñas y encañonamiento del río.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DEL RÍO DIVERGENTE Y LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	PUNTE CHILSAYA (SANTA ROSA)	423 145	8 147 155	4 000	PD M	1	2	2	Afectó Puente ChilSaya y Carretera Mazo Cruz Tacña. El puente es pequeño para todo el cauce. El estribo izquierdo está siendo erosionado. El río ha migrado hacia la Margen Izquierda.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DIVERGENTE DEL RÍO PIZACOMA ZONA ALTRAFRANCA, LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES.	PUÑO	CHUQUITO	PIZACOMA	TAPPA	400 820	8 129 619	3 940	PD M	1	2	2	Afecta terrenos de cultivo. Necesita defensas ribereñas y encañonamiento en Margen Izquierda.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAMBIA	DTTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONG	LAT	ALT	R	AME MOZA	VULNERABILIDAD	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
EROSIÓN FLUVIAL				NATURALEZA PENDIENTE FORMA Y ANCHO DEL CAUCE SUJETO A LLUVIAS ESTACIONALES Y EXCEPCIONALES.	PUÑO	CHUCUITO	PIZACOMA	PIZACOMA	460.821	8 131 626	3 940	PD	M	2	2	EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO AFECTÓ AL DEBAGUE DEL PUEBLO EN UN TRAMO DE 20 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				FALTA DE ENCAJAMIENTO DEL RÍO CONDIRURI, DE CAUCE AMPLO, PENDIENTE SUAVE Y CURSO DIVAGANTE, AUMENTO DEL CAUDAL CON LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	EL COLLAO	CONDURINI	CONDURINI	424.300	8 182 100	3 950	PD	M	2	2	DEFENSAS EN LA MARGEN DERECHA ESTROBOS DEL PUENTE ESTÁN SOBRE DEPÓSITOS ALUVIALES. PRESENTA ENROSCADO TIPO MAMPONERÍA MARGEN IZQUIERDA, DEFENSA DEL POBLADO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				RÍO DIVAGANTE CON PENDIENTE SUAVE DESORDINA Y EROSIONA CON AUMENTO DE CAUDAL POR LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	EL COLLAO	ILAVE	RÍO HUENQUE-CHURUMA	431.494	8 180 497	3 900	D	M	2	4	AFECTÓ LA CARRETERA PUÑO-MAZO CRUZ, EN UN TRAMO DE 100 M. EL TERRAPLEN ESTÁ SIENDO DRAADO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				RÍO TUAVE AUMENTA DE CAUDAL CON LLUVIAS ESTACIONALES EN SU CUENCA ALTA, PENDIENTE DEL LECHO SUAVE, AMPLO CAUCE, FALTA DE DEFENSAS.	PUÑO	EL COLLAO	ILAVE	RÍO HUENQUE	429.989	8 183 429	3 900	D	M	2	4	AFECTÓ UN TRAMO DE LA CARRETERA PUÑO-LAVE-MAZO CRUZ, EN UNOS 200 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				SOLMATACIÓN DEL RÍO, FALTA DE ENCAJAMIENTO DEL RÍO HUENQUE Y DEFENSAS EN EL PUENTE AGUAS ARRIBA.	PUÑO	EL COLLAO	ILAVE	VALLES CARRETERA PUÑO-LAVE-MAZO CRUZ	428.882	8 184 251	3 900	D	M	2	4	EROSIÓN EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL PUENTE LUNALE (994.43). FALTA DE LIMPIEZA DEL CAUCE Y ENCAJAMIENTO DEL RÍO HUENQUE.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES AUMENTAN CAUDAL Y PODER EROSION DEL RÍO.	PUÑO	EL COLLAO	ILAVE	COMBOYA	441.584	8 222 248	3 850	PD	M	1	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO.	A. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES, FALTA DE DEFENSAS EN SUS MARGENES, PENDIENTE SUAVE Y CAUCE DIVAGANTE.	PUÑO	CHUCUITO	JULI	QUEBRADA VICALLAMAS O RÍO MOLINO	458.304	8 238 427	3 820	PD	M	1	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO. FALTA DEFENSAS RIBERENAS.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS EXCEPCIONALES Y/O ESTACIONALES.	PUÑO	CHUCUITO	JULI	EL MOLINO	458.387	8 237 014	3 820	PD	M	1	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO. PLANTACIONES DE CARRETERA AL ESTROBO DEL PUENTE EL MOLINO (CARRETERA ENCAJAMIENTO DEL RÍO).	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES Y ABLANDANTE MATERIAL SUJETO EN SU LECHO.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	SECTOR CHALLAVENTO	424.818	8 132 711	4 000	PD	B	1	1	AFECTA LA CARRETERA MAZO CRUZ, TACHA EN UN TRAMO DE 30 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES Y MATERIAL SUJETO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.	PUÑO	EL COLLAO	SANTA ROSA	C° TRUVENTO	425.243	8 130 331	4 010	PD	B	1	1	AFECTA LA CARRETERA MAZO CRUZ, TACHA EN UN TRAMO DE 50 M. EL TERRAPLEN HA SIDO RELENADO PORQUE FUE EROSIONADO. NECESITA LA CONSTRUCCIÓN DE UN BARRÉN.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS DE PERIODO ESTACIONAL Y EXCEPCIONAL, MATERIAL DISPONIBLE EN QUEBRADA Y LADERAS, PENDIENTE DE QUEBRADA.	PUÑO	EL COLLAO	CONDURINI	CASERIO CACHUMA	428.708	8 168 840	3 940	D	M	2	4	AFECTA A PARTE DEL CASERIO DE CACHUMA Y TRAMO DE LA CARRETERA LAVE-MAZO CRUZ HASTA 30 M. EN SU LECHO SE OBSERVA MATERIAL SUJETO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO PERIODO			LLUVIAS ESTACIONALES, ABLANDANTE MATERIAL SUJETO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.	PUÑO	EL COLLAO	CONDURINI	C° CHOQUELA (OOL ORUMMA)	428.947	8 171 890	3 950	PD	M	1	2	AFECTA BARRÉN DE CARRETERA LAVE-MAZO CRUZ, PRESENTA EN SU LECHO MATERIAL SUJETO, PREDOMINANTE 2-10 CM (70%) Y ENTRE 10-40 CM (30%).	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO PERIODO			FUERTES LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	EL COLLAO	CONDURINI	CHOQUELLUSCA (PUENTE CHILLIQUA)	428.489	8 172 842	3 950	PD	M	1	2	AFECTA TRAMO DE LA CARRETERA LAVE-MAZO CRUZ EN 40 M Y AL PUENTE CHILLIQUA.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO PERIODO			FUERTES LLUVIAS ESTACIONALES, ABLANDANTE MATERIAL SUJETO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA, PENDIENTE SUAVE.	PUÑO	EL COLLAO	ILAVE	QUEBRADA DEL CUERPO JAMCO COLLO	430.488	8 177 801	3 950	PD	M	1	2	AFECTA CARRETERA LAVE-MAZO CRUZ EN UN TRAMO DE 40 M. EN SU LECHO SE OBSERVAN BLOQUES HASTA DE 1 M DE DIÁMETRO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO PERIODO			LLUVIAS ESTACIONALES DE VERANO, PENDIENTE MODERADA.	PUÑO	EL COLLAO	ILAVE	CURUCURIAN	430.615	8 178 725	4 140	PD	M	1	2	AFECTA TRAMO DE LA CARRETERA LAVE-MAZO CRUZ EN 30 M. SE OBSERVAN BLOQUES HASTA DE 1 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES DE VERANO TRAJEN CONSIGO MATERIAL SUJETO DEL LECHO DE LA QUEBRADA.	MOQUEGUA	GENERAL SANJOSE CERRO	GUERBADA CHALSIANE	GUERBADA CHALSIANE	321.281	8 147 607	3 200	PD	B	1	1	AFECTA CARRETERA CARUMAS-CUCHUMBAYACALLACA, EN UN TRAMO DE 50 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO OCASIONAL			FUERTES LLUVIAS ESTACIONALES, ABLANDANTE MATERIAL SUJETO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.	MOQUEGUA	GENERAL SANJOSE CERRO	CARUMAS	CARUMAS	319.858	8 142 638	3 000	PD	B	1	1	AFECTA CARRETERA DE CARUMAS A TRES APADNETAS EN UN TRAMO DE 30 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DETRITABLE			ROCA AL TERADA Y CORTE DE CARRETERA, FILTRACIONES DE AGUAS DE LLUVA.	PUÑO	EL COLLAO	MAZO CRUZ	RÍO VIZCALACHE	408.346	8 148 895	4 340	PD	M	1	2	AFECTA CARRETERA LAVE-MAZO CRUZ EN UN TRAMO DE 80 M. EL TALUD TIENE APROXIMADAMENTE 20 M DE ALTURA, CONFORMADO POR FRAGMENTOS DE ROCAS VOLCÁNICAS, CON DIÁMETROS HASTA DE 1,50 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DEPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	SAT	ALT	AM-MAZAR	VTA-REAR	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	ESTILO
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			INTERRUPCIÓN DE SUELOS INADECUADOS, ALCOLUIMOSOS, ROCAS, FILTRACIONES DE AGUAS DE LLUVA, CORTE DE CARRETERA.	PUNO	EL COLLAO	CONCUENSI	C. PUCARÁ	411 525	8 155 619	4 130	PD	1	2	AECTA CARRETERA EN UN TRAMO DE 70 M. LA CUNETA PRESENTA EN SECTORES MATERIAL DE DERRUMBIE. EL TALUD ES CONFORMADO POR DEPÓSITOS COLLALUBA.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			CORTE DE TALUD INADECUADO EN ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	ALITO	317 449	8 145 021	2 800	PD	1	1	AECTA CARRETERA CARUMAS-CUCHUMBAYA EN UN TRAMO DE 20 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			ROCAS VOLCÁNICAS ALTERADAS Y FRACTURADAS. CORTE DE TALUD PARA LA CARRETERA ES INADECUADO.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CUCHUMBAYA	CUCHUMBAYA	321 281	8 147 807	3 200	PD	1	1	AECTA CARRETERA CARUMAS-CARRETERA. NECESITA CAMBIO DE TALUD EL CORTE DE CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			CORTE DE TALUD EN ROCAS VOLCÁNICAS DIALABADAS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CUCHUMBAYA	ALITO	317 477	8 145 705	2 850	PD	1	2	AECTA CARRETERA CARUMAS-CUCHUMBAYA EN VARIOS TRAMOS HASTA 500 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			CORTE DE CARRETERA EN ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS Y METEORIZADAS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	CERRO TRAMPAN	321 228	8 149 301	3 350	PD	1	1	TALUD DE FUERTE PENDIENTE CABI VERTICAL. AECTA CARRETERA CARUMAS CRUCE TRES APACHETA EN UN TRAMO DE 300 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			CORTE DE TALUD INADECUADO EN ROCAS VOLCÁNICAS ALTERADAS.	PUNO	PUNO	PICHACANI	HUACACHAYO	368 215	8 163 722	4 420	PD	1	1	AECTA CARRETERA ANTOGUA PUNO-MOQUEGUA EN UN TRAMO DE 200 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			TALUD DEL CORTE DE CARRETERA INADECUADO.	PUNO	CHUCUITO	HUACULLANI	CHUTANI	453 685	8 161 478	4 150	PD	1	2	AECTA CARRETERA PUNO-DESAGUADERO EN UN TRAMO DE 100 M (RM 343). SE APRECIA DERRUMBIE. ESTÁ SOBRE ROCAS DE LA FORMACIÓN PUNO Y DEPÓSITOS COLUVALIALES, CON BLOQUES HASTA DE 80 CM.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ROCAS SEDIMENTARIAS CON FRACTURAS PLANARES EN EL CORTE DE TALUD DE PENDIENTE SUBVERTICAL.	PUNO	CHUCUITO	DESAGUADERO	CERRO CARAHUAYLLO	485 658	8 170 140	3 850	PD	1	1	AECTA CARRETERA PUNO-DESAGUADERO EN PEQUEÑOS TRAMOS EN UN TRAMO DE 180 M. LOS TALUDES TIENEN HASTA 20 M DE ALTURA.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ROCAS FRACTURADAS E INADECUADO CORTE DE TALUD PARA CARRETERA.	PUNO	CHUCUITO	POMATA	CERRO TOCOKACHUA	488 408	8 202 500	3 850	PD	1	1	AECTA CARRETERA PUNO-DESAGUADERO EN UN TRAMO DE 200 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			CORTE DE CARRETERA (TALUD) INADECUADO. ROCAS FRACTURADAS; SISMOS.	PUNO	CHUCUITO	JULI	BARTOLOME	483 117	8 209 327	4 100	PD	1	1	AECTA TRAMO DE CARRETERA DE ACCESO A TORRES DE RADIO. ROCA FORMA BLOQUES HASTA DE 1 M DE DIAMETRO EN UN TRAMO DE 100 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL	10/00		FALTA DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EN TALUD DE CARRETERA. DEPÓSITOS COLUVALES Y FLUJOS PIROCLÁSTICOS; FILTRACIONES.	PUNO	EL COLLAO	SANTA ROSA	CERRO CARAHUAYLLO	488 284	8 148 757	4 170	PD	1	2	AECTA CARRETERA PUNO-DESAGUADERO EN UN TRAMO DE 100 M. PRESENTA GRETTAS CON ABERTURAS HASTA DE 18 CM Y PROFUNDIDAD DE 80 CM. SE APRECIA VARIAS ESCARPAS SEMICIRCULARES Y GRETTAS EN LA PISTA. SE HAN CONSTRUÍDO ESTRUCTURAS DE DRENAJE Y REPARLADO PISTA EN ESTE SECTOR (85-3033).	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	PAUDES			ROCAS DE NATURALEZA ARENOSOSA CON BUZAMIENTO ENTRE 40° A 50° A FAVOR DEL CORTE DEL TALUD DE CARRETERA. Y LLUVIAS ESTACIONALES; DESLIZAMIENTO PLANAR.	PUNO	CHUCUITO	HUACULLANI		488 583	8 178 804	4 000	PD	1	1	AECTA CARRETERA HUACULLANI-POMATA EN TRAMO DE 40 M. SE SUGIERE MEJORAR CORTE DE TALUD DE LA CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			DESPLAZAMIENTO DE AMAYANE EN UNA LADERA ESTRUCTURAL CON BUZAMIENTO DE 80°-70° A FAVOR DEL TALUD; LLUVIAS ESTACIONALES; FILTRACIONES DE AGUA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	AMAYANE	318 400	8 141 500	3 000	D	2	4	APECTO TERRENOS DE CULTIVO, CANAL DE REGADÍO AMAYANE Y UNA VIVIENDA (MAYO 2000). PRESENTA VARIAS ESCARPAS Y AGRIETAMIENTOS SEMICIRCULARES. EL FENÓMENO LLEGA HASTA EL CAUCE DEL RÍO EN UN ÁREA DE 700 M DE LONGITUD Y 200 M DE ALTURA. HA REPRENDIDO EL RÍO CHUMAS CON LLUVIAS EXCEPCIONALES PODRÍA AFECTAR EL POBLADO DE YODU UBICADO EN ESTE SECTOR ESTÁ SIENDO RECONSTRUIDO POR EL RÍO LLUBTA. EL TRAMO DE CARRETERA MANZO CRUZ-TACHA PUEDE SER BLOQUEADO EN UN TRAMO DE 20 M. NECESITA PUENTE MÁS GRANDE.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS ESTACIONALES ALIMENTAN CAUDAL DEL RÍO LLUBTA DE PENDIENTE SUAVE. CAUCE ANCHO Y DIVAGANTE.	PUNO	EL COLLAO	SANTA ROSA	SECTOR CRUCERO	424 886	8 128 830	4 000	D	2	4	AECTA CARRETERA PUNO-DESAGUADERO EN PEQUEÑOS TRAMOS EN UN TRAMO DE 180 M. LOS TALUDES TIENEN HASTA 20 M DE ALTURA.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				CAUCE DEL RÍO DIVAGANTE, ALUMENTO DEL CAUDAL EN EPocas LLUVIAS.	PUNO	CHUCUITO	DESAGUADERO	CERRO CARAHUAYLLO	425 528	8 121 280	4 070	PD	1	1		B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DFTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONG	LAT	ALT	R	AMF. NAZA	RUZAS	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
DESPRENDIMIENTO	DESPRENDIMIENTO			ROCAS FRACTURADAS (LLUVIAS EN BLOQUES); FILTRACIONES EN LA PARTE SUPERIOR POR CAUSA DE AGUADO SIN INVERTIR FUERTE PENDIENTE EN EL TALUD DE GRAN ALTURA.	TACNA	CANARAVE	CANARAVE	PATAPATI (A 80M AL NORTE DE CANARAVE)	365.582	8 094 225	3 800	PD	M	2	2	Afecta Carretera Candarave-Agua. Se aprecian filtraciones de agua. Canales de riego sin invertir. Peligroso en tiempo de lluvia y con sismos. Presenta un talud de 90 m y bloques sueltos.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
DESPRENDIMIENTO	CAÍDA DE ROCAS			ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS, CON TALUDES MAYORES DE 60°, SISMOS FUERTES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	TOMATOMA	329 712	8 143 384	4 550	PD	M	2	2	Afecta vía de acceso del poblado de Socosane-Puno. En tramo de 190 m se aprecian bloques hasta de 2,50 m.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	QUEBRADA QUELE GRANDE	302 252	8 115 477	2 550	PD	B	1	1	Presenta en el lecho de la quebrada bloques sueltos de 50 cm de diámetro (promedio). Podría afectar parte del puente. Estirbo derecho de la carretera Omate-Moquegua.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES ARASTRAN MATERIALES SUELTOS, DISPONIBLES EN LADERAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	QUEBRADA PARALAJUE	303 484	8 116 772	2 700	PD	M	2	4	Puente Paralajue. Peligroso para el cauce de la quebrada. Se aprecia palizada debajo de este. Afecto terrenos de cultivo y algunas viviendas (4 familias) aguas abajo. Quebrada de pendiente suave a moderada. Se ha efectuado limpieza del cauce aguas abajo de puente y arriado de material.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
EROSIÓN DE LADERAS				LADERA DE PENDIENTE FUERTE (46°). ESCASA COBERTURA VEGETAL Y LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	PARALAJUE	302 761	8 117 487	2 800	PD	B	1	1	Afecta Carretera Omate-Moquegua. En un tramo de 40 m.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	PARALAJUE	302 761	8 117 487	2 800	PD	B	1	1	Afecta Carretera Moquegua-Omate en tramo de 40 m. Fuerte pendiente en terreno de cultivo. Volcánicas. Está cubierta por material de flujo.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
DESPRENDIMIENTO	DESPRENDIMIENTO			CORTE DE CARRETERA Y BUZAMIENTO DE LAS ROCAS HACIA EL TALUD; AGUA DE LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	K 11+700 CARRETERA OMAATE-MOQUEGUA	302 250	8 117 515	2 600	PD	B	1	1	Afecta Carretera Moquegua-Omate en tramo de 180 m. Se presentan areniscas intercaladas con limulitas.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES MATERIAL SUELTO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	KM 13+700 CARRETERA OMAATE-MOQUEGUA	302 252	8 116 394	2 650	PD	B	1	1	Afecta Carretera Moquegua-Omate en tramo de 40 m.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES, MATERIAL SUELTO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	KM 13+100 CARRETERA OMAATE-MOQUEGUA	302 202	8 119 044	2 600	PD	M	2	2	Afecta terrenos de cultivo. Se observan bloques en el lecho. El puente está cimentado sobre rocas volcánicas.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS ESTACIONALES, CAUCE DEL RÍO DIVAGANTE.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	KM 13+100 CARRETERA OMAATE-MOQUEGUA	302 202	8 119 041	2 600	PD	M	1	2	2	Afecta terrenos de cultivo. En la margen izquierda del río.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DESPRENDIMIENTO			CORTE INADECUADO DE CARRETERA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	CERRO MAL PASO	301 290	8 118 231	3 400	PD	M	2	2	Afecta Carretera Llo-Segundo de 200 m. Presenta taludes de 15-20 m. Está conformado por depósitos aluviales y rocas alteradas.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXTRAORDINARIAS, ABUNDANTE MATERIAL SUELTO EN LA QUEBRADA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	CERRO CHULUNE	301 191	8 120 172	3 200	PD	B	1	1	Intermite Carretera Moquegua-Omate en tramo de 20 m.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
DESPRENDIMIENTO	DESPRENDIMIENTO			CORTE DE TALUD PARA CARRETERA INADECUADO. ROCAS VOLCÁNICAS NOY FRACTURADAS; AGUA DE LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	CERRO CHILLUNE	301 153	8 120 614	3 200	PD	M	2	2	Intermite Carretera Moquegua-Omate en tramo de 200 m. Se recomienda mejorar corte de talud.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	LOMA CARACOL CHICO	302 761	8 124 421	3 200	PD	B	1	1	Intermite Carretera Moquegua-Omate en tramo de 80 m. En el lecho del río hay material suelto hasta fragmentos de 1,50 m. Predominando entre 10 y 40 cm. Afecta también Alcantarilla.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
FLUJO	HIAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES, MATERIAL SUELTO EN EL LECHO DE LA QUEBRADA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	QUEBRADA CUENTO	301 698	8 125 258	2 500	PD	B	1	1	Afecta Alcantarilla y Carretera Moquegua-Omate en tramo de 40 m. Alcantarilla es insuficiente para el cauce.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
EROSIÓN DE LADERAS				FUERTE PENDIENTE DE TALUD; ESCASA VEGETACIÓN; ROCAS POCO CONSOLIDADAS; LLUVIAS ESTACIONALES Y EXCEPCIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	CERRO ATORONE JAGUAY CHICO.	288 500	8 127 060	2 700	PD	B	1	1	Interrupción de la Carretera Omate-Moquegua en tramo de 30 m.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONG.	LAT.	ALT.	IR	AM-MAZA	VULNE-RIAS	RIESGOS	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
DESPREN- MIENTO	DERRUMBE			ACCIÓN EROSIVA DEL RÍO TICALCO POR LUMBRAS ESTACIONALES A LUMBRAS EXCEPCIONALES; EN EL PE DE LADERA.	TACNA	TARATA	TICACO		369 977	8 079 219	2 800	PD	A	3	3	EL RÍO TICALCO EROSIONA LA BASE DEL TALLO DE CARRETERA. AGRIETAMIENTO; PUEDE PRODUCIR DERRUMBES EN EL TERRAPLÉN Y TALLO SUPERIOR.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	FLUJO COAGIONAL			LUMBRAS PERIÓDICAS; MATERIAL SUELO EN LAS CABECERAS DE QUERBUCA.	TACNA	TARATA	TICACO	CARRETERA A CANDARAVE	384 153	8 075 269	3 270	PD	B	1	1	AECTA LA CARRETERA EN UN TRAMO DE 30 M. TRAE BLOQUES HASTA DE 1,5 M DE DIÁMETRO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	DESPLAZAMIENTO-FLUJO DE DETRITOS		DERRUMBE DE ARICOTA	INSENTIVACIÓN SÍSMICA DE GRAN MAGNITUD; LADERAS DE ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS.	TACNA	CANDARAVE	CLURIBAYA	CERRO ALTO CABALLINE	393 550	8 000 250	2 630	D	A	2	3	DIQUE NATURAL POR UN DERRUMBE ANTRÓPICO QUE REPROSUJO EL RÍO ORIGINANDO LA ACTUAL LAGUNA ARICOTA	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL TRASLACIONAL		DESPLAZAMIENTO DE PALLATA (CERRO EL RODADO)	INSENTIVACIÓN SÍSMICA; FILTRACIONES DE AGUAS DE REGADO; NATURALEZA DE LAS ROCAS VOLCÁNICAS EN LADERAS DE FUERTE PENDIENTE.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE-QUILAHUANI	LAIURAHUANI-CHIVAPULO-TANCATACANI	399 291	8 087 309	3 110	D	A	2	3	INVOLUCRA MATERIALES VOLCÁNICOS DE NATURALEZA RIÓLTICA CON BLOQUES HETEROMÉTRICOS; FENÓMENO QUE HA OCURRIDO HACE MÁS DE 80 AÑOS CON DIRECCIÓN N106°; ACTUALMENTE EXISTEN REACOMODOS EN EL CUERPO DEL DESPLAZAMIENTO. HUNDIMIENTOS CONTINUOS DEL TERRAPLÉN (MTC, 1975); DAÑOS A TERRENOS DE CULTIVO. CARRETERA Y HUNDIMIENTO DE TERRENO 2 M EN 1986. AGRIETAMIENTOS DE VIVIENDAS EN EL SECTOR PALLATA. REINICIADAS EN 1994 POR INDECI.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	MTC, 1975. INSPECCIÓN GEOLOGICA DE DESPLAZAMIENTOS EN CARRETERA TARATA-CANDARAVE EL EXPRESO 80-03-1996. ARCHIVOS INDECI, 1993-94. ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPREN- MIENTO	DERRUMBE			FRACTURAMIENTO EN ROCAS VOLCÁNICAS; SÍSMOS.	TACNA	CANDARAVE	QUILAHUANI-CANDARAVE	CARRETERA QUILAHUANI	367 968	8 085 431	3 020	PD	B	1	1	AECTA APROXIMADAMENTE 80 M DE LA CARRETERA. LA PENDIENTE DEL TALLO ES DE 35°. ESTÁ ESTABILIZADO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPREN- MIENTO	DERRUMBE			ROCA VOLCÁNICA FRACTURADA; INSENTIVACIÓN SÍSMICA.	TACNA	CANDARAVE	QUILAHUANI-CANDARAVE		367 723	8 085 285	3 020	PD	B	1	1	DERRUMBE ANTIQUO ESTABILIZADO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	DERRUMBE-VUELCO			ROCAS MUY FRACTURADAS (TOBA DE LAPILLI); INSENTIVACIÓN SÍSMICA.	TACNA	CANDARAVE	QUILAHUANI		367 531	8 085 039	3 020	PD	B	1	1	DERRUMBE ANTIQUO TIPO TOPPING POR VOLTIO; INVOLUCRA AGLOMERADOS VOLCÁNICOS; ACTUALMENTE ESTABILIZADO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL			ROCA VOLCÁNICA DE NATURALEZA RIÓLTICA MUY FRACTURADA. SÍSMOS. FILTRACIONES.	TACNA	CANDARAVE	QUILAHUANI		367 069	8 084 871	3 020	D	B	2	2	DESPLAZAMIENTO ANTRÓPICO SE UBICA SOBRE UN DERRUMBE. SO CORONA VOLCÁNICAS. DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL-TRASLACIONAL. CON FORMACIÓN DE TERRENOS ESCALONADOS	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	DESPLAZAMIENTOS EN LA CUERCA DEL RÍO CALLAZAS (UNIGEO-TACNA 1997); ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSION DE LADERAS				AGUAS DE REGADO; NATURALEZA LITOLÓGICA DE FORMAS RIÓLTICAS SUSCEPTIBLES A EROSION.	TACNA	CANDARAVE	QUILAHUANI		366 160	8 084 620	3 060	PD	B	1	1	A. CUERCA MILLOCHANTA INESTABILIZA LOS TALLOES EN ÁMBROS MARGENES. AECTA TERRENOS DE CULTIVO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	DESPLAZAMIENTO TRANS-CANAL Y CULCA DE DETRITOS		DESPLAZAMIENTO Y DERRUMBE DE CAMILACA	PRENORTE DEL TERRENO 35°-42°. ACCIÓN ANTRÓPICA POR AGUAS DE REGADO; INSENTIVACIÓN SÍSMICA; ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS.	TACNA	CANDARAVE	CAMILACA	PUEBLO DE CAMILACA	353 650	8 090 100	3 200	D	A	2	3	EL PUEBLO SE UBICA EN UNA LADERA MUY INESTABLE CON HUELLAS DE ANTIGUOS CORONAS (8) DE DESPLAZAMIENTO Y REACTIVACIONES DE LOS MISMOS. LAS PENDIENTES DE LA LADERA SON DE 40°.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPREN- MIENTO	DERRUMBE		DERRUMBE DE CAIRANI	ROCAS VOLCÁNICAS RIÓLTICAS MUY FRACTURADAS; FILTRACIONES DE AGUAS DE REGADO; SÍSMOS.	TACNA	CANDARAVE	CAIRANI	PUEBLO DE CARAPAMPA	354 827	8 089 821	3 150	PD	B	1	1	DERRUMBE ANTIQUO, ANCHO DE CORONA 10 CM Y TALLO VERTICAL. BLOQUES DE HASTA 1 M DE DIÁMETRO CONSTITUIDO POR ROCAS VOLCÁNICAS FRAGMENTARIAS CON MATRIZ TAMARCO LAPILLI. ACTUALMENTE ESTÁ ESTABILIZADO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPREN- MIENTO	DERRUMBE			ÁNGULO DE TALLO DEL CORTE DEL CARRETERA MAL DISEÑADO; LITOLÓGIA DEL DEPÓSITO (MATERIALES COLUVIALES); HUMEDORECIMIENTO EN EL TALLO.	PUÑO	EL COLLAO	CONDURIRHUAVE	CARRETERA ILO-DESAGUADERO (SECTOR SANTA ROSA)	408 054	8 148 353	3 950	PD	B	1	1	LOS DERRUMBES EN LOS TALLOES DE LA CARRETERA RELLENAN LAS CUNETAS.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPREN- MIENTO	DERRUMBE			CORTES DE TALLO EN CARRETERA; MATERIAL COLUVIAL CON BLOQUES HETEROMÉTRICOS CAEN POR GRAVEDAD POR EL ÁNGULO DE INCLINACIÓN DEL TALLO (42°) Y POR SÍSMOS.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	CARRETERA A CANDARAVE	366 475	8 084 170	3 700	PD	B	1	1	BLOQUES DE 0,3 Y 2 M DE DIÁMETRO CONSTITUIDO POR ROCA VOLCÁNICA TALLO CASI VERTICAL Y DE 5 M DE ALTURA DESDE LA CARRETERA, AFECTANDO UN TRAMO DE 300 M. ACTUALMENTE SE ENCUENTRA ESTABILIZADO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL			FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES; FILTRACIONES.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	MARGEN IZQUIERDA RÍO CALLAZAS	367 590	8 094 400	3 680	PD	B	1	1	DESPLAZAMIENTO ANTIQUO ESTABILIZADO Y A SUS POSTERIORES REACTIVACIONES DE DERRUMBES Y DESPLAZAMIENTOS. ESTOS MATERIALES FORMAN PARTE DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS PROVENIENTES DEL VOLCÁN YUCAMANE.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	ESCALA	AMPL. HORIZONTAL	VOL. R. M.	RIESGO	OBSERVACIONES	PIERTE	TÍTULO	
146	EROSIÓN DE LADERAS			PRECIPITACIONES PLUVIALES, NATURALIDAD DE LAS ROCAS (FLUJOS PROCLASTICOS) SUSCEPTIBLES A EROSION LAMINAR Y EN SURCOS.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	MARGEN IZQUIERDA RIO CALLAZAS	387 500	8 094 400	3 400	PD	B	1	1	SON OBSERVABLES TAMBIEN ANTIGUAS CANCHAS DE DESLIZAMIENTOS; MATERIALES INVOLUCRADOS SON FLUJOS PROCLASTICOS.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
147	DESPRENDIMIENTO	7/82		FILTRACIONES EN LOS TALUDES POR AGUAS DE RIEGO; ROCAS MUY FRACTURADAS Y DEPÓSITOS FLUIDOLOGUARES.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	PATAPATANI	386 304	8 095 675	3 600	PD	M	1	2	DERRUMBIE EN DEPÓSITOS FLUIDOLOGUARES E INHIBERTAS CONSTITUIDOS POR BLOQUES DE HASTA 2 M DE DIÁMETRO, LA MATRIZ ES ARGILOSA Y LA MATRIZ ES TRATAMIENTO DE LADERAS CON PIRCHAS DE 30-40'. SALTO DE APROXIMADAMENTE 10 M.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
148	DESPRENDIMIENTO			TALUD VERTICAL; GRAVIDAD; DEPÓSITOS FLUIDOLOGUARES; HUMEDADES POR AGUAS DE FILTRACION.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE		386 215	8 093 641	3 600	PD	M	1	2	AFECTA LA CARRETERA; DEPÓSITOS FLUIDOLOGUARES CONSTITUIDOS POR BLOQUES Y CANCHAS DE 1 M DE DIÁMETRO; DEPÓSITOS DE LA MATRIZ ARGILOSA.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
149	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL		DESPLAZAMIENTO DE TORATA	FILTRACIONES DE AGUAS DE RIEGO ANULAN LA COHESION, DESLIZÁNDOSE POR GRAVEDAD.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA		302 921	8 111 712	2 500	D	M	2	4	TALUD DE CORTE DE LA CARRETERA (70') CONSTRUIDA EN MATERIAL COLLADO. PROCLASTICO CON CLASTOS DE DIFERENTES TAMAÑOS - 0.3 M ACTUAL YA AFECTADA, DETECTANDOSE CRISTAS Y ASIENTAMIENTOS PARCIALES.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
150	FLUJO OCASIONAL			FUERTES LLUVIAS EN LA ZONA; PENDIENTE DEL TALUD 80° 70'; ABUNDANTE MATERIAL SUELTO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	KM 22-23 CARRETERA OMATE-PUQUINA	278 050	8 188 800	2 850	PD	M	1	2	2	MATERIAL PREDOMINANTE COLLADO/DELLAVAL, FACILMENTE REMOVIBLE; INTERROMPE CARRETERA TODOS LOS AÑOS EN PERIODO LLUVOSO (EN UN TRAMO DE 1000 M).	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
151	DESPRENDIMIENTO			LLUVIAS ESTACIONALES, TALUDES COMPLEJOS POR ROCAS ALTERNADAS Y DEPÓSITOS ELUVIALES FACILMENTE REMOVIBLES; PENDIENTE DE LOS TALUDES; FILTRACIONES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	C° VISCHACHANI (KM 36 OMATE-PUQUINA) SECTOR LULLLO	274 910	8 158 100	3 250	PD	B	1	1	1	INTERROMPE TRÁNSITO EN LA CARRETERA DURANTE PERIODO LLUVOSO EN UN TRAMO DE 1.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
152	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES; TALUDES EXCEPCIONALES; MATERIAL SUELTO PROCLASTICO Y COLLADO FACILMENTE REMOVIBLE CON AGUA DE LLUVIAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE	QDA SANTA CATALINA (KM 16 OMATE-QUINISTA-QUILLAS)	288 760	8 148 000	1 600	PD	M	1	2	2	AFECTA LA CARRETERA EN UN TRAMO DE 50 M NO EXISTE DASEN NI ALICANTARILLA EN LA ODA. SE OBSERVA GRAN ACUMULACION DE MATERIAL PROCLASTICO RETRABAJADO ENGRANDIENDO LÍTIOS DE DIFERENTES NATURALIDAD Y TAMAÑO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
153	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE	C° SILLADO	288 110	8 148 700	1 400	PD	B	1	1	1	AFECTA 20 M DE CARRETERA CON CHORRENAS EN PERIODO DE LLUVIAS.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
154	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES FUERTES; ABUNDANTE MATERIAL SUELTO EN LADERAS PRODUCEN CHORRENAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE	KM 23 CARRETERA OMATE-QUINISTA-QUILLAS	288 360	8 148 150	1 400	PD	B	1	1	1	AFECTA LA CARRETERA EN UN TRAMO DE 50 M MATERIAL PREDOMINANTE CANVA; EXCEPCIONALMENTE CLASTOS DE 20 CM (70%) EXCEPCIONALMENTE CLASTOS DE 20 CM A 1 M DE DIÁMETRO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
155	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE	KM 25 CARRETERA OMATE-QUINISTA-QUILLAS	288 660	8 148 050	1 400	PD	B	1	1	1	AFECTA LA CARRETERA EN UN TRAMO DE 90 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
156	DESPRENDIMIENTO			FUERTES LLUVIAS EN EPOCA ESTACIONAL; TALUDES INESTABLES; DEPÓSITOS NO CONSOLIDADOS; PENDIENTE FUERTE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE		290 760	8 144 420	1 500	D	M	2	4	DERRUMBIE EN DEPÓSITOS ALUVIALES ALGUNAS CHORRENAS; MATERIAL SUELTO, NO CONSOLIDADO, GRAVOSO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
157	DESPRENDIMIENTO			LLUVIAS; TALUDES INESTABLES O DEPÓSITOS DE LAHARES ANTIGUOS O PROCLASTICOS (TERRAZAS ANTIGUAS), EN EL RIO TAMBO DE PENDIENTE FUERTE A SUBVERTICAL.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OMATE	KM 26 CARRETERA OMATE-QUINISTA-QUILLAS	290 750	8 144 420	1 500	D	A	2	3	6	ZONA CRITICA CON AGUA DE LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES; SE DESPRENDEN FACILMENTE AFECTANDO EN UN TRAMO DE 800 M.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
158	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES ARRASTRAN MATERIAL SUELTO EN CABECERA DE LA ODA, GENERALMENTE CENIZAS Y PÓNEZ.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	QUINISTACUILLAS	QDA. INOKON (KM 31 OMATE-QUINISTA-QUILLAS)	296 040	8 145 150	1 850	D	M	2	4	4	AFECTA LA CARRETERA EN UN TRAMO DE 50 M MATERIAL PREDOMINANTE PROCLASTICO DE PÓNEZ Y CLASTOS ANGULOSOS DE 2-10 CM DE DIÁMETRO.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
159	DESPRENDIMIENTO			ROCAS LUTÁCEAS Y CARBONOSAS MUY FRACTURADAS	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	QUINISTACUILLAS	QUEJANTO	308 550	8 148 780	1 900	PD	M	1	2	2	AFECTA TALUD DE TROCHA CARROZABLE QUINISTACUILLAS-QUEJANTO; ROCAS ESTRATIFICADAS (GRUPO YURA 7) DONDE SE OBSERVAN NIVELES LUTÁCEOS Y CARBONOSOS MUY FRACTURADOS, Y TAMBIEN ARGILICAS.	B. ZAVALA Y S. MUÑOZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONGO	LAT	ALT	AMF. MAZA	VULNE- RAB	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
160	CAIDA DE ROCAS			ROCAS LUTACEAS Y CARBONOSAS MUY SUELTOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	QUINISTACUILLAS	QUEANTO	300 530	8 143 780	1 900	PD B	1	1	Afecta talud de trocha carretable QUINISTACUILLAS-QUEANTO, ROCAS CARBONOSAS MUY FRACTURADAS, Y TAMBIÉN ARENISCAS.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
161	FLUJO EXCEPCIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES EN LA SUB CUENCA DEL RIO OIMATE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OIMATE	ODA, PALDOSEN	290 250	8 157 800	2 640	PD M	2	2	Afecta EN UN TRAMO APROXIMADO DE 6 M LA CARRETERA OIMATE-QUINISTACUILLAS Y TERRENOS DE CULTIVO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
162	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OIMATE	ODA, TAMANA (KM 2 CARRETERA OIMATE-PUQUINA)	287 950	8 156 450	2 200	D A	2	3	Afecta LA CARRETERA EN UN TRAMO DE 40-50 M SE OBSERVA BLOQUES GRANDES (0,5 M), GRANOS PREDOMINANTES DE 8-10 CM Y AREJA (70%). EXISTE BALEÓN.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
163	EROSIÓN FLUVIAL			LLUVIAS ESTACIONALES Y DESHIELO AFECTAN CAUDAL Y PODER EROSIVO DE LA ODA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	COLLAQUE	PUENTE AGUADA BUENA (KM 10+600 OIMATE-PUQUINA)	265 750	8 156 890	2 930	PD M	2	2	EL RÍO AGUADA BUENA SE CARCA CON LLUVIAS ESTACIONALES Y DESHIELO. EROSIONA AGUAS ARRIBA DEL PUENTE (APROX. 100 M) EN SU MARGEN IZQUIERDA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
164	DESPIENDIMIENTO			ROCAS SEDIMENTARIAS FRACTURADAS (BLIZAMIENTO FUERTE). FUERTE PENDIENTE, MOVIMIENTOS SISMICOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	COLLAQUE	KM 11 CARRETERA OIMATE-PUQUINA	292 750	8 158 610	2 930	PD M	2	2	DESPIENDIMIENTO DE ROCAS EN TALUD DE CORTE, COMPUESTO POR ROCAS SEDIMENTARIAS CON BLIZAMIENTO FUERTE Y FRACTURADAS. AFECTAN APROXIMADAMENTE 100 M DE LA CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
165	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LA CAPILLA	PUEBLO DE COLLAQUE	268 850	8 154 830	2 460	D M	2	4	LLUVIAS ESTACIONALES GENERAN FLUJO DE ODA (LUPANAS) QUE AFECTAN TERRENOS DE CULTIVO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
166	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LA CAPILLA	ODA, HONDA (COLLAQUE)	265 990	8 155 100	2 900	D M	2	4	Afecta TERRENOS DE CULTIVO AGUAS ARRIBA DE COLLAQUE, ESTRIBOS DE PUENTE SOBRE LA ODA. SE ENCUENTRAN ESTABILES.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
167	EROSIÓN FLUVIAL			FUERTES LLUVIAS INCREMENTAN CAUDAL DEL RIO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LA CAPILLA	FRENTE SAHUANAY (MARGEN IZQ. RIO CAPILLA)	287 520	8 143 900	1 850	PD M	2	2	PESCA TERRENOS DE CULTIVO Y TROCHA CARROZABLE LA CAPILLA-SAHUANAY	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
168	EROSIÓN FLUVIAL			FUERTES LLUVIAS INCREMENTAN CAUDAL Y PODER EROSIVO DEL RIO VAGABUNDO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	OIMATE	SECTOR LA GUIZA (MARGEN IZQ. RIO VAGABUNDO)	285 210	8 148 000	1 900	PD B	1	1	Afecta TERRENOS DE CULTIVO PRINCIPALMENTE TUNALES Y ALFALFA	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
169	DESPIENDIMIENTO			TALUD DE CORTE EN ROCAS FRACTURADAS CON RIVEL CARBONOSOS (GRUPO YURA)	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	K 22 OIMATE-PUQUINA.	279 050	8 180 715		PD M	2	2	MUY FRACTURADOS, TALUD SUBVERTICAL. INTERRUPE TRAFICO DE 100 M DE CARRETERA.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
170	COMPLEJO			DESIZAMIENTO ROTACIONAL-TRASLACIONAL	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	FRENTE A COLLAQUE (LAS MERCEDES)	268 300	8 154 400	2 800	PD M	2	2	ESCARPAS DE DESIZAMIENTO DE GRAN LONGITUD (RECTAS) AFECTA TERRENOS DE CULTIVO, CANALES DE REGADÍO Y CAMINOS DE HERRADURA; NECESITA CONSERVACIÓN DE BUELOS (ÁREAS DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN).	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
171	DESIZAMIENTO TRASLACIONAL			AUSENCIA DE VEGETACIÓN Y NATURALEZA DEL SUELO, LLUVIAS FUERTES, PENDIENTE DE LADERA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	FRENTE A HEMBRUNA	267 900	8 151 100	2 900	D A	2	3	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO; SE OBSERVA ESCARPAS RECIENTES.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
172	DESIZAMIENTO TRASLACIONAL			PENDIENTE DE LADERA DESPROVISTA DE VEGETACIÓN; BUELOS PERMEABLES DE BAJA COHESIÓN SE SATURAN CON AGUA DE LLUVIA. FILTRACIONES DE AGUAS DE CANAL ATLUADOS EN SU CABECERA; INVOLUCRA EL SUBSTRATO ROCOSO (GRUPO YURA).	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	FRENTE A CAIMAN	268 180	8 151 730	2 950	D A	2	3	SE OBSERVA DE 2 A 3 ESCARPAS RECTAS DE GRAN LONGITUD; SU REACTIVACIÓN PUEDE REPRESAR RIO PUQUINA, AFECTA TAMBIÉN CANAL DE REGADÍO Y CAMINOS DE HERRADURA.	LEONIDAS CASTRO B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	MOVIMIENTO DE TIERRAS EN EL PUEBLO DE HEMBRUNA; (INRA, 1987). ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
174	DESPIENDIMIENTO			TALUDES INESTABLES EN DEPÓSITOS INCONSOLIDADOS CON AGUA DE LLUVIA, DEJA BLOQUES SUELTOS, MOVIMIENTOS SISMICOS	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	GERCA DE LA ODA, HONDA	270 950	8 158 390	3 160	PD B	1	1	DESPIENDIMIENTO POR SECTORES EN DEPÓSITOS COLUVIALES AFECTANDO UN TRAMO DE 400 M.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
175	FLUJO EXCEPCIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	ODA, ZEGARRA	272 470	8 157 830	3 150	PD B	1	1	PALTA BALEÓN EN UN TRAMO DE 16 M SE OBSERVA BLOQUES DE HASTA 3 M DE DIAMETRO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
176	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	COLLAQUE	PUENTE AMARILLO (KM 14 OIMATE-PUQUINA)	281 050	8 158 750	2 460	PD B	1	1	Afecta LA CARRETERA EN EL KM 14. PUENTE EN BUEN ESTADO.	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
177	EROSIÓN FLUVIAL			LLUVIAS ESTACIONALES AUMENTAN PODER EROSIVO DEL RIO LA CAPILLA	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LA CAPILLA	SAHUANAY (MARGEN DER RIO CAPILLA)	267 320	8 144 520	1 700	PD B	1	1	Afecta TERRENOS DE CULTIVO DE LAS HERRADURAS DE SAHUANAY (CURVA SUDO)	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
178	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES EN EL ÁREA CARGAN ODA'S Y CHORRERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	ODA, CHULCHUMA	267 380	8 157 450	2 700	PD M	2	2	Afecta TERRENOS DE CULTIVO DE LAS HERRADURAS DE SAHUANAY (CURVA SUDO)	B. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

N°	TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CARGAS	PTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	AMPLITUD	VALOR MAX	TIPO DE RIESGO	OPORTUNIDADES	FUENTE	TÍTULO
179	EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS ESTACIONALES AUMENTAN EL CAUDAL Y PODER EROSION DEL RÍO.	AREQUIPA	AREQUIPA	YARABAMBA	YARABAMBA	286 120	8 168 825	2 460	PO B	1	1	MILEZON CONSULTA DE OFICINA DEL SERVICIO DE VARIAMINA CON SU ENCARGADO. ESTE ENCARGADO DEBE APLIQUARSE A LAS ARRIBA.	B. ZAVALA Y S. MONZÉ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
180	DESPRENDIMIENTO	DETRITARE			CORTE DE TALUD INADECUADO, FILTRACIONES DEL ANTIJO CANAL, NATURALEZA DE LA ROCA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA		303 128	8 111 762	2 370	PO B	1	1	AL LADO DE ESTE DERRUMBRE EXISTE UNA COTA DONDE SE OBSERVA QUE ANTE UNA LLUVIA EXCEPCIONAL LA PRESERA ALCANTARILLA NO SOPORTARÍA EL MATERIAL QUE TRAERÍA LA COTA.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
181	DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ROCAS GRANÍTICAS DEL COMPLEJO METAMÓRFICO CON METEORIZACIÓN CARACTERÍSTICA, FRACTURADAS, GENERAN BLOQUES SUELTOS, PENDIENTE DE LADERA.	AREQUIPA	AREQUIPA	LA LOYA	KM 37 VARIANTE DE UCHUMAYO	203 028	8 170 531	1 808	PO B	1	1	CON FUERTES SISMOS PODRÍA INTERRUPTIR TRÁFICO.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
182	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBRE			CONGLOMERADOS ALUVIALES, PLEISTOCENOS ENCIMA DE LIMOLITAS, ROCAS FRACTURADAS (PA. BOTTLO); PENDIENTE DE TALUD SUBVERTICAL; INCENTIVACIÓN POR SISMOS Y LLUVIAS ESTACIONALES.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR BOTTILLO	167 743	8 177 017	1 180	D A	2	3	PUEDEN AFECTAR VIVIENDAS DEL SECTOR BOTTILLO CON FUERTES SISMOS, UBICADAS AL PIE DE LA LADERA.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
183	FLUJO	HUAYO EXCEPCIONAL			MATERIAL DISPONIBLE EN CUENCA; LLUVIAS EXCEPCIONALES; QUEBRADA ANCHA CON DOS BRAZOS EN ESTE SECTOR.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	QUEBRADA DEL IMPERTINENTE	184 608	8 177 111	1 335	D M	2	2	ALCANTARILLA EXISTE SÓLO EN BRAZO DE QUEBRADA DE LA MARGEN DERECHA; SIN BARRANCO BU CALCE ES MAYOR DONDE SE HA CONSTRUIDO SADBEN, VARIAS QUEBRADAS SECAS CONFLUYEN EN ESTE SECTOR.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
184	ARENAMIENTO				ACCIÓN DEL VIENTO PREDOMINANTE NNE, MORFOLOGÍA DEL ÁREA Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIAL EN PAMPA COSTANERA, RENOVABLE PARA APASTAR ECULO.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA RITA DE SIGUAS	KM 83+000-838+000 (SECTOR MOLLE CHICO)	820 013	8 180 801	1 425	PO B	1	1	ACUMULACIÓN DE DUNAS CERCA DE LA CARRETERA CON VIENTO PREDOMINANTE NNE.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
185	ARENAMIENTO				ZONA DE PAMPAS COSTANERAS; DIRECCIÓN DE VIENTOS PREDOMINANTES.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA RITA DE SIGUAS	KM 828+300 (PAMPA DE SIGUAS)	812 018	8 184 570	1 465	PO B	1	1	AVANCE DE DUNAS PUEDE INTERRUPTIR TRÁFICO CARRETERO; DUNAS TIPO BARRANCO CON DIRECCIÓN NORO. LA DUNA SE ENCUENTRA A 51,05 M DE LA CARRETERA (13-06-2008).	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
186	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBRE			GAPAS DE ROCAS SEDIMENTARIAS FRACTURADAS DE LA FORMACIÓN CAMANÁ, SUBHORIZONTALES, POCO LITIFICADAS, LADERAS CON PENDIENTE DE 90°-80°. INCENTIVACIÓN SÍSMICA.	AREQUIPA	CAMANÁ	NICOLÁS DE PIÉROLA	HACIENDA EL MEDIO (CERRO PRIETO)	745 800	8 158 610	350	D A	2	3	AFECTA VIVIENDAS DE PUEBLOS JÓVENES UBICADOS AL PIE DE LOS CERROS; TAMBIÉN OCURREN DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
187	FLUJO	HUAYO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES, PENDIENTE SUAVE, ANCHO CAUCE DE QUEBRADA JAHUAY, ACUMULACIÓN DE MATERIAL EN CAUCE Y LADERAS DE QUEBRADA.	AREQUIPA	CAMANÁ	SAN JOSÉ	PUNTE JAHUAY	728 285	8 170 832	49	D M	2	2	NECESITA ENCAUZAR AGUAS ARRIBA; A 1 200 M AGUAS ARRIBA PUEDE ROMPERSE Y AFECTAR PANAMERICANA SUR, DONDE PARECE QUE YA HA OCURRIDO EN EVENTOS ANTERIORES.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
188	EROSIÓN FLUVIAL				GRAN CAUDAL Y PODER EROSION DEL RÍO OCORRER AUSEREN DE DEFENSAS EN MARGEN; MORFOLOGÍA DEL LECHO Y ANCHO DEL CAUCE, PENDIENTE DEL RÍO.	AREQUIPA	CAMANÁ	MARIANO N. VALCÁRCEL	SECTOR LA ATUENEA	686 420	8 227 600	360	D M	2	2	EROSIÓN EN MARGEN DERECHA AFECTARÍA TERRENAS DE CULTIVO; NECESITA INTERVENIR Y PROTECCIÓN DE RIEBENS.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
189	EROSIÓN FLUVIAL				RÍO DE GRAN CAUDAL Y PODER EROSION EN ÉPOCA DE LLUVIAS; FALTA DE DEFENSAS RIBERENAS, ANCHO DE CAUCE AMPLIO Y PENDIENTE SUAVE DEL RÍO.	AREQUIPA	CAMANÁ	MARIANO N. VALCÁRCEL	SECTOR URSABOLI	695 200	8 228 450	346	D M	2	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
190	EROSIÓN FLUVIAL				FALTA DE DEFENSAS ANTE CRESCIDA DEL RÍO OCORRER EN PERIODO LLUVIOSO ESTACIONAL; RÍO DE GRAN CAUDAL Y ANCHO DE CAUCE EN ESTE SECTOR.	AREQUIPA	CAMANÁ	MARIANO N. VALCÁRCEL	SECTOR JARILICHE	675 853	8 218 048	302	D M	2	2	DESBORDE Y EROSIÓN DEL RÍO EN MARGEN DERECHA AFECTA TERRENOS DE CULTIVO Y TAMBIÉN PODRÍA AFECTAR TRAMO DE CARRETERA, SI NO SE CONSTRUYEN DEFENSAS.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
191	COMPLEJO	CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			ESCOMBREROS O CANCHALES ACUMULADOS EN TALUD SUPERIOR DE CARRETERA CON PENDIENTE DE 30°-40°, GRAN ALTURA DE TALUD, LLUVIAS FUERTES, INCENTIVACIÓN POR SISMOS; DEPÓSITOS SUPERFICIALES.	AREQUIPA	CAMANÁ	MARIANO N. VALCÁRCEL	KM 12+000-11+100 CAMINO A PULCA (CERCA DE SURITA)	687 180	8 210 000	200	PO M	1	2	HA SIDO SOBREPASADOS; INTERRUPTIR CARRETERA EN TRAMO DE 500 M.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
192	COMPLEJO	CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			DEPÓSITOS COLUVIALES (CANCHALES) ACUMULADOS EN TALUD CON PENDIENTE DE 40°-46°; LLUVIAS ESTACIONALES FUERTES Y SISMOS, DEPÓSITOS SUPERFICIALES.	AREQUIPA	CAMANÁ	MARIANO N. VALCÁRCEL	KM 44+000 CARRETERA A PULCA (SECTOR SURITA)	6 977 885	8 238 885	274	D M	2	2	PODRÍA AFECTAR VIVIENDAS DEL CASERIO L. TALUD DE GRAN ALTURA, SOBREPASOS, DESPRENDIMIENTOS Y CAIDA DE ROCAS POR SISMOS.	L. FIDEL B. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONGO	LAT	ALT	R	ANILAZA	VENE RAB	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
183	COMPLEJO CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			INCREMENTO DE CAUDAL DEL RÍO OCCOÑA POR LLUVIAS ESTACIONALES; FALTA DE ENCAJAZAMIENTO Y PROTECCIÓN DE MARGENES DEL RÍO.	AREQUIPA	CAMAÑA	MARIANO N VALCÁRCEL	SECTOR SURITA	897 600	8 293 500	200	D	M	2	4	DESBORES Y EROSIÓN DE RIBERAS DEL RÍO OCCOÑA EN AMBAS MARGENES AFECTAN EXTENSAS ÁREAS DE CULTIVO. NECESITA ENCAJAZAMIENTO Y PROTECCIÓN DE RIBERAS.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
184	COMPLEJO CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			ACTIVIDAD EOLICA FUERTE; MATERIAL DISPONIBLE DE ACARREO POR EL VIENTO; FALTA DE MANTENIMIENTO DE LA CARRETERA.	AREQUIPA	CAMAÑA	MARIANO N VALCÁRCEL	KM 174000 CARRETERA A PUCCA	897 773	8 298 398	323	PD	B	1	1	SANTA RITA TRAMO DE CARRETERA CARRETERA A PUCCA.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
185	COMPLEJO CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			AGUAS DE LLUVIAS ESTACIONALES; FORMA, PENDIENTE Y ANCHO DEL CAUZE DEL RÍO OCCOÑA.	AREQUIPA	CAMAÑA	MARIANO N VALCÁRCEL	7,3 KM AGUAS ARIÑA DE SANTA RITA	897 600	8 205 000	140	D	M	2	4	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO EN AMBAS MARGENES. SE OBSERVA VARIOS BRAZOS DEL RÍO Y GRANDES PLAYAS INDICANDO UNA FUERTE ACTIVIDAD DEL RÍO OCCOÑA.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
186	COMPLEJO CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			LADERAS DE FUERTE PENDIENTE (80°-90°) CON DEPÓSITOS COLUVIALES SUPERFICIALES. SOBRE EL SUBSTRATO ROCOSO METAMÓRFICO; AGUAS DE LLUVIAS ESTACIONALES.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCOÑA	SECTOR HUANTAY	898 932	8 196 101	119	PD	B	1	1	MATERIAL PREDOMINANTE CON DIÁMETROS DE 10-15 CM, FORMANDO ESCOMBROS O CANCHALES.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
187	DESPRENDIMIENTO DERRUMBRE			ROCAS METAMÓRFICAS DE MUJ MALA CALIDAD (MUY FOLIADAS Y FRACTURADAS); SISMOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCOÑA	SECTOR PARARICANA	898 519	8 193 999	112	PD	M	1	2	INTERUMPE TROCHA CARROZABLE OCCOÑA-SAN JUAN DE CHURUNGA. ÁREA PELIGROSA CON SISMOS FUERTES.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
188	EROSIÓN FLUVIAL			LLUVIAS ESTACIONALES QUE INCREMENTAN CAUDAL DEL RÍO OCCOÑA EROSIONANDO MARGEN IZQUIERDA.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCOÑA	SECTOR PARARICANA	899 100	8 192 800	100	D	M	2	4	DESBORES Y EROSIÓN CON LLUVIAS ESTACIONALES AFECTAN TERRENOS DE CULTIVO.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
189	DESPRENDIMIENTO DERRUMBRE			ROCAS METAMÓRFICAS MUY FRACTURADAS Y FOLIADAS, CON TALUD DE 70°-80°; SISMOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCOÑA	FRENTE A CHIGLAY	899 221	8 191 984	113	PD	B	1	1	INTERUMPE TROCHA CARROZABLE OCCOÑA-LA HUACA-SAN JUAN DE CHURUNGA.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
190	EROSIÓN FLUVIAL			LLUVIAS ESTACIONALES Y PESADAS EN CUENCA DEL RÍO OCCOÑA CARROZABLE. ALIMENTANDO BU CAUDAL Y PODER DE EROSIÓN. MORFOLOGÍA DEL VALLE.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCOÑA	PUEENTE OCCOÑA	701 220	8 193 396	62	D	A	2	8	AFECTA VIVIENDAS EN LA MARGEN IZQUIERDA EN 1 KM AGUAS ARRIBA DEL PUEENTE. EN LA MARGEN DERECHA AFECTA TERRENOS DE CULTIVO. EN AMBAS MARGENES EXISTEN DEFENSAS COMO ARRIMADO DE MATERIAL Y ENROCCADOS (EN MARGEN IZQUIERDA EL ENROCCADO TIENE UNA LONGITUD DE 12 KM, EL CUAL ACTUALMENTE ESTÁ LEVANTANDO SU PASANTE (09-2000).	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
191	DESPRENDIMIENTO DERRUMBRE			FRAGMENTACIÓN EN CURVA, TALUD CON FUERTE PENDIENTE (70°-80°) CON BLOQUES CASI SUELTOS QUE FACILMENTE SE PUEDEN CAER CON SISMOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCOÑA	CERRO QUICHIN	700 669	8 193 448	42	PD	B	1	1	AFECTA TROCHA CARROZABLE OCCOÑA-PUEENTE VIEJO (MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO OCCOÑA).	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
192	COMPLEJO CAIDA DE DETRITOS Y FLUJO DE DETRITOS			DESGLAZAMIENTO EN EL CERRO DE ARENA.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	CERRO DE ARENA (KM 724-730-728-729; PUNTA LOS ANSELITOS)	872 815	8 198 332	171	PD	M	1	2	INTERUMPE TRAFICO EN PANAMERICANA SUR; LÍNEA TELEFÓNICA SUBTERRÁNEA TAMBIÉN PODRÍA SER AFECTADA.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
193	DESPRENDIMIENTO DERRUMBRE			DEPÓSITOS EÓLICOS INCONSOLIDADOS.	AREQUIPA	CARAVELI	ATE	CERRO DE ARENA (KM 734-730-732-733 Y 731-730-730-730)	877 259	8 194 648	57	PD	B	1	1	SE HA CONSTRUIDO MURO DE CONCRETO EN PARTE DE 2,50 Y 1,50 M DE ALTURA, EL CUAL EN PARTE YA SE ENCUENTRA CASI CUBIERTO POR ARENAS.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
194	DESPRENDIMIENTO CAIDA DE ROCAS			ROCAS INTRUSIVAS METEORIZADAS Y FRACTURADAS; TIPO DE ROCA Y METEORIZACIÓN GENERA BLOQUES SUELTOS; INCENTIVACIÓN CON SISMOS.	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	SECTOR CERRO (KM 15 DESVIA A ITE)	298 535	8 031 614	235	PD	B	1	1	PUEDEN INTERUMPIR TRAFICO CARRETERO.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
195	ARENAMIENTO			ACCIÓN EOLICA EN ÁREA PLANA ABIERTA AL LITORAL EN ZONAS DE PLAYA QUE APORTAN MATERIAL (ARENAS) CON FUERTES VIENTOS.	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	KM 38-200 CARRETERA ILO-TACNA	285 313	8 017 864		PD	B	1	1	VIENTOS CON DIRECCIÓN S-O-N-E. ARENAMIENTO INCIPIENTE.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
196	DESPRENDIMIENTO DERRUMBRE			DEPÓSITOS COLUVIALES GENERADOS DE FRACTURADAS Y FOLIADAS.	TACNA	JORGE BASADRE	ITE	KM 74-000 CARRETERA ILO-TACNA	304 (30)	8 006 (36)	66	PD	B	1	1	CON MOVIMIENTOS SISMICOS SE PUEDEN DESPRENDER BLOQUES SUELTOS E INTERUMPIR TRAFICO.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
197	FLUJO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES EN ÁREAS DESPRENSAS DE VEGETACIÓN CON ABUNDANTE MATERIAL.	TACNA	TACNA	PALCA	KM 30-700 CARRETERA TACNA-PALCA (CERRO LA MINA)	388 844	8 028 343	1 825	PD	M	1	2	PROYECTALES DE UNA QUEBRADA MUY ACTIVA. PODRÍA AFECTAR CARRETERA CON LLUVIAS EXCEPCIONALES.	L FIDEL S Y BZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DFTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	R	IR	AMENAZA	VOLUMEN	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
208	VEJUDO			ROCAS CON FRACTURAMIENTO PLANAR EN TALUDOS DE CARRERA CON PROMEDIO DE 20 M DE ALTURA. RISKOS PENDIENTE DE LADERAS 80°-70°.	TACNA	TACNA	PALCA	RM 108+000 CARRERA TACNA-PUNO	394 847	8 032 767	2 839	PD	B		1	1	1	INTERRUMPE TRAFICO CARRETERO POR SECTORES.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
210	DESPRENDIMIENTO			ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS CON ESCARPAS SUPERIORES CARI VERTICALES. RISKOS.	PUNO	CHUGUITO	POMATA	POMATA (CERRO CALVARIO)	488 200	8 200 230	4 000	PD	M	1	2	2	CAIDA DE BLOQUES DE ROCAS PODRAN AFECTAR VIVIENDAS DEL SECTOR DE POMATA. CON FUERTES RISKOS.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
211	EROSIÓN FLUVIAL			RIO SAN ANTONIO CARGA ABUNDANTE AGUA CON LLUVIAS ESTACIONALES. EROSIONANDO AMBAS MARGENES EN CADA AVENIDA DE AGUA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	ICHUJA	SECTOR QUELLAMAYO	350 089	8 217 745	4 064	PD	B	1	1	1	EROSIONA ANTIQUOS DEPÓSITOS ALUVIANOS FORMANDO TERRAZAS ALTAS CON ESCARPAS VERTICALES. INCAICIONES EL GRAN PODER EROSIIVO DE ESTE RIO.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
212	FLUJO		HUAYCO OCASIONAL NELLY	CONFLUENCIA DE DOS RIOS TRIBUTARIOS DE GRAN CUENCA DE RECEPCIÓN QUE ACARREAN MATERIAL CON LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES.	PUNO	PUNO	SAN ANTONIO	EL JUNCAL (RIOS KELLY Y YURIMAYO)	356 375	8 215 080	4 340	D	A	2	3	6	SE OBSERVA RESTOS DE ANTIQUO PUENTE DESTRUITO POR HUAYCOS CON LLUVIAS EXCEPCIONALES PODRAN AFECTAR PUEBLO DE EL JUNCAL. SE ROMPE AGUAS ARRIBA Y SE ABRE POR SU MARGEN IZQUIERDA. COMO TAMBIÉN PUENTE RECIBIENDO CONSTRUCCION. MAL DISEÑADO Y SIN DEFENSAS. NECESITA ENCAUZAMIENTO AGUAS ARRIBA DEL PUENTE.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
213	FLUJO		REPTACIÓN DE SUELOS	PENDIENTE DEL TERRENO. SUELOS COLUVALES SUJETOS A CONGELAMIENTO EN ÉPOCA INVIERNAL Y TAMBIÉN CAMBIOS BRUSCOS DE TEMPERATURA.	PUNO	PUNO	SAN ANTONIO	SECTOR FRENTE A JUNCAL	359 750	8 215 280	4 300	PD	B	1	1	1	PENDIENTE DEL TERRENO 30°. TERRENOS SIN CULTIVAR.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
214	FLUJO		HUAYCO OCASIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES. QUE ARRASTRAN MATERIAL ACUMULADO EN CABECERAS DE CUENCA PRESENTA AMPLIA CUENCA DE RECEPCIÓN.	PUNO	PUNO	SAN ANTONIO	RIO TACACORAME	357 109	8 215 088	4 370	D	B	2	1	2	AFECTA TRAMO DE 40 M DE TROCHA DE CARRERA JUNCAL-SAN ANTONIO DE ESQUILAQUE.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
215	FLUJO		HUAYCO OCASIONAL	FLUJOS DE LODO Y PIEDRAS CON LLUVIAS ESTACIONALES. QUEBRADA DE FUERTE PENDIENTE.	PUNO	PUNO	SAN ANTONIO	CERRO TACACORAME	365 025	8 215 831	4 400	D	B	2	1	2	AFECTA TROCHA CARROZABLE JUNCAL-MINA ESQUILAQUE.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
216	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBRE	EROSIÓN DE RIBERA DEL PIE DE TALUD DE FUERTE PENDIENTE (70°). CONFORMADA POR LANTAS OSCURAS FRACTURADAS Y SUELOS COLUVALES SUPERFICIALES. LLUVIAS ESTACIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	MARGEN DER DE LA ODA JAPUYTTA (C° CHIMPUYOC).	332 028	8 191 800	4 850	PD	B	1	1	1	TALUD DE 80 M DE ALTURA. NO AFECTA OBRA ALGUNA.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
217	FLUJO		HUAYCO EXCEPCIONAL	LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES. MATERIAL COLUVAL DISPONIBLE EN QUEBRADAS FACILMENTE REMOVIBLE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	SECTOR CARACULLO	338 233	8 197 889	4 306	D	B	2	1	2	AFECTA 100 M DE TROCHA CARROZABLE TITRE-CHOJATA. MATERIAL PREDOMINANTE CON CLASTOS DE 10-30 CM DE DIÁMETRO.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
218	EROSIÓN FLUVIAL			AUMENTO DEL CAUDAL POR LLUVIAS COPIOSAS EN CUENCA ALTA DEL RIO CHOJATA (RIO CURO); PENDIENTE SUAVE DEL CAUCE EN ESTE SECTOR. QUE LO VACE DIVAGANTE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	1,5 KM AGUAS ABAJO DE CARACULLO	339 307	8 197 894	4 287	D	M	2	2	4	AFECTA TROCHA CARROZABLE TITRE-CHOJATA.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
219	DESPRENDIMIENTO		CAIDA DE ROCAS	ROCAS PROCLÁSTICAS (TOBAS) FRACTURADAS EN CLAVA Y FUERTE PENDIENTE DE TALUD. GENSIRAN GRANDES BLOQUES DE ROCA SUELTOS QUE SE DESPRENDEN POR GRAVEDAD Y FUERTES SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	CABECERA RIO CHOJATA (CERROS HUECO, SAN FRANCISCO Y QUENTO)	321 785	8 194 848	4 042	PD	B	1	1	1	GRANDES BLOQUES DE ROCA DE HASTA 2,5 M DE DIÁMETRO.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
220	FLUJO		HUAYCO PERIÓDICO	LLUVIAS ESTACIONALES Y PERIÓDICAS. CAUCE AMPLIO DE QUEBRADA CON ABUNDANTE MATERIAL DISPONIBLE DE AFRASITE. PENDIENTE SUAVE DE SU CAUCE Y FALTA DE ENCAUZAMIENTO AGUAS ARRIBA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	ODA. OPON	330 574	8 189 840	3 605	D	A	2	3	8	CON LLUVIAS EXCEPCIONALES PUERE AFECTAR CARRERA RECIBIENDO CONTRIBUCIÓN Y PUENTE CORALUQUE. ADELANTE DISTRITO DE CHOJATA. BASEN CONSTRUIDO DE 10 M ES INSUFICIENTE PARA PASO DE UN FLUJO CON LLUVIAS EXCEPCIONALES. PODRAN REPRESENTAR RISKOS EN LA CARRERA.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
221	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBRE	CORTE DE CARRERA DE FUERTE TALUD. EN ROCAS MUY FRACTURADAS. MAL DESDORCHADO. ZONA INESTABLE CON SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	SECTOR PUENTE CORALUQUE	330 494	8 180 750	3 612	PD	B	1	1	1	EROSIONA TALUD INCHAS BU COLAS RIESGOS. TALUD DE 50 M DE ALTURA. MAL ENTERRAR TRAFICO EN TRAMO CORALUQUE-CHOJATA.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
222	FLUJO		HUAYCO OCASIONAL	APORTE DE MATERIAL POR EROSIÓN DE LADERAS. FACILMENTE REMOVIBLE CON LLUVIAS ESTACIONALES DEL VERANO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	ODA. JUCHUYHUASI	321 098	8 171 853	3 700	PD	B	1	1	1	AFECTA TRAMO DE CARRERA COMUNAL-CHOJATA EN PERIODO LLUVIOSO.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
223	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL		DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL	EROSIÓN DEL PIE DE LADERA POR EL RIO CORALUQUE. NATURALIDAD DE SUELOS COLUVALES-DELLAVALE. DESMOLBE GRADUAL DE LA COLA DE LAGUNA CORALUQUE. SATURACIÓN DE SUELOS Y PÉRDIDA DE PRESIÓN DE POROS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	QUINTO	310 210	8 172 866	3 599	D	M	2	2	4	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO DEL SECTOR DE QUINTO. SE OBSERVAN 3 ESCARPAS DE DESPLAZAMIENTO. AGUAS ARRIBA SE OBSERVA UN PEDREGO DE DESPLAZAMIENTO ANTIQUO.	L FIDEL S.Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DFTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONGO	LAT	ALT	R	AMENAZA	VALOR PUNTAJE	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
224	FLUJO OCASIONAL			AGUAS DE LLUVIAS ESTACIONALES; CUENCA AMPLIA DE QUEBRADA CON MATERIAL DISPONIBLE EN LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	A 7 KM DE FUENTE CORALAJUE (CDA. HUISCANIPATA)	321 533	8 173 805	3 935	PD M	1	2	2	QUEBRADA ARRASTRA GRANDES BLOQUE DE HASTA 2.20 M CON LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
225	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES; EROSIÓN DE LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	CDA. PASOYA	321 621	8 174 805	4 032	PD D	1	1	1	PUEDA AFECTAR TRAMO DE CARRETERA CORALAJUE - CHOJATA.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
226	FLUJO OCASIONAL			EROSIÓN EN CARCANAS EN LADERAS CON LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES GENSERAN FLUJOS DE LODO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	CDA. HUISCANIPATA	321 228	8 174 850	4 035	PD B	1	1	1	PUEDA INTERFERIR TRAFICO CARRETERO CORALAJUE-CHOJATA.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
227	FLUJO OCASIONAL			FLUJOS CON LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES. CON MATERIAL PROVENIENTE DE EROSIÓN DE LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	CERRO PATANUS	320 219	8 175 884	4 050	PD B	1	1	1	MATERIAL DE ARRASTRE DE FRACCIONES ENTRE 5 Y 30 CM.; BADÉN DE 5 M DE LONGITUD.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
228	COMPLEJO			SATURACIÓN DE SUELOS COLUVIALES SUPERFICIALES, QUE INVOLUCRA SUBSTRATO ROCOSO EN PARTE, POR FUERTES LLUVIAS; PENDIENTE DE LADERA; FILTRACIONES DE AGUA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	3.2 KM AGUAS ARRIBA DE PACHAS	318 500	8 175 850	3 800	D A	2	3	6	REPRESO RIO CORALAJUE FORMANDO LAGUNA DE CORALAJUE, LA CUAL BE ESTÁ DESAGUANDO GRADUALMENTE EN FORMA NATURAL; AFECTÓ TERRENOS DE CULTIVO DE ANTIGUA ANDENIERA.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
229	FLUJO OCASIONAL			CUENCA DE RECEPCIÓN; PROBABLEMENTE DESHELOS? (C' CRUZANI).	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	RIO COCALI	319 698	8 178 623	3 850	D M	2	2	4	ARRASTRA BLOQUES DE ROCA DE HASTA 0.80 M DE DIAMETRO; MAYORMENTE DE 15-40 CM. AFECTÓ BADÉN DE CONCRETO, SU COSTADO OTRA PEQUEÑA QUEBRADA QUE EN CONJUNTO AFECTAN TRAMO DE 40 M DE CARRETERA CORALAJUE-CHOJATA.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
230	FLUJO OCASIONAL			CON LLUVIAS ESTACIONALES; EROSIÓN EN CARCANAS APORTAN MATERIAL DE ARRASTRE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	CDA. AFLUENTE DE RIO TUNILAJUE	319 216	8 180 170	3 740	D M	2	2	4	AFECTÓ TRAMO DE CARRETERA DONDE BE HA CONSTRUIDO ALCANTARILLA TIPO ARCO. HAYCO CON CLASTOS PREDOMINANTES DE 10-30 CM Y EXCEPCIONALMENTE HASTA 80 CM DE DIAMETRO.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
231	EROSIÓN DE LADERAS			EROSIÓN EN CARCANAS PRODUIDA POR AGUA DE LLUVIAS ESTACIONALES EN SUELOS COLUVIALES-DELUVIALES EN LADERA PENDIENTE DE 49°-50°.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	SAN MIGUEL DE COHISE (CDA. CANCELAJUE)	318 980	8 187 750	3 600	D A	2	3	6	AVANCE DE SOCAVAMENTO DE QUEBRADA EN UN FUTURO CERCAO PUEDE AFECTAR CASERO DE SAN MIGUEL DE COHISE; QUEBRADAS CRUZA EL PUEBLO MENSIONADO.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
232	DESPRENDIMIENTO			LLAVAS MUY FRACTURADAS; LADERAS CON ESCARPAS DE PENDIENTE SUBVERTICAL; SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHOJATA	CABECERAS DEL PUEBLO DE CHOJATA (C' JATUNMOCO)	318 300	8 188 200	4 000	PD B	1	1	1	1	PUEDE INTERFERIR CARRETERA DE ACCESO A CHOJATA CON MOVIMIENTOS SISMICOS.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
233	FLUJO OCASIONAL			PRECIPITACIONES FLUVIALES ESTACIONALES A EXCEPCIONALES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	LOOQUE	TALUDE (CDA. CHINTAR)	314 400	8 192 500	3 195	PD B	1	1	1	1	FLUJO DEBIDA AGUAS DEL RIO TAMBO HACIENDO REBOSAR PROYECTO DE ARRASTRE DE MATERIAL EN EL TRAMO AFECTADO. CAMINO DE HERRADURA CHOJATA-LOOQUE.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
234	EROSIÓN FLUVIAL			ALUMEN TO DE CAUDAL DEL RIO TAMBO EN PERIODO LLUVIOSO; MORFOLOGIA DEL VALLE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	TORATA	314 200	8 191 500	3 200	D M	2	2	4	DESBRIBASE DEL DESLIZAMIENTO DE LLOQUE (SECTOR SUR) AFECTO ESTE ARRIOLAS.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
235	DESPRENDIMIENTO			FLUJOS PROCLASTICOS (TOSAS) CON FRACTURAMIENTO PLANAR FAVORABLE A SISMOS.	MOQUEGUA	MARGASCAL NIETO	CARUMAS	CERRO BAGAHUNE	323 185	8 193 283	4 370	PD B	1	1	1	1	PUEDA AFECTAR TRAFICO CARRETERO A CARUMAS.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
236	FLUJO			FILTRACIONES DE AGUA DE LAGUNA COCHAPATA; AGUA DE LLUVIAS ESTACIONALES; NATURALIDAD DE DEPÓSITOS COLUVIALES; PENDIENTE SUAVE DE LADERA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	SECTOR JATUNMOCO	313 423	8 212 887	4 440	D B	2	1	2	2	AFFECTA TRAMO DE CARRETERA. MAYAZO-TASSA-YUNGA. PROBABLE MOVIMIENTO DE COJINETE (ROCAS Y SUELOS SUPERFICIALES).	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
237	DESPRENDIMIENTO			EROSIÓN DE RIBERA DEL PIE DE TALUD; FILTRACIONES DE AGUAS DE RIEGO INDISCRIMINADO; LLUVIAS ESTACIONALES SUELOS POCO COHESIVOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	TASSA	318 668	8 210 330	3 773	D A	2	3	6	COMPROMETE TERRENOS DE CULTIVO. TRAMO DE CARRETERA TASSA-YUNGA Y VIVIENDAS RURALES INMEDIATAS AL PIE DEL TALUD.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
238	DESPRENDIMIENTO			FRACTURAMIENTO DE TIPO PLANAR Y EN CUENCA EN LADERA DE FUERTE TALUD COMPLEJO POR CUARCITAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	MARGEN IZQUIERDA DE RIO TASSA	319 900	8 209 460	3 500	PD B	1	1	1	1	REPRESO EL RIG TASSA.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
239	DESPRENDIMIENTO			EROSIÓN EN EL PIE DEL TALUD DEL RIO TASSA; FILTRACIONES DE AGUA; LLUVIAS ESTACIONALES; DEPÓSITOS COLUVIALES Y ROCAS LUTITAS CARBONÍFERAS	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	FRENTE A TASSA (MARGEN IZD. DEL RIO TASSA)	319 400	8 210 250	3 750	D B	2	1	2	2	AFFECTA TERRENOS DE CULTIVO, CAMINOS DE HERRADURA Y CANALES.	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
240	EROSIÓN FLUVIAL			(GRUPO TUBO) FRACTURAMIENTO PLANAR CON LLUVIAS ESTACIONALES; FLUJO DE LODO DEL RIO TASSA DESMÁS RIAS HACIA MARGEN IZQUIERDA AUMENTANDO INCIÓN DE AGUA EN ESA MARGEN.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	YUNGA	YUNGA	320 050	8 209 000	3 520	D B	2	1	2	2	AFFECTA TERRENOS DE CULTIVO UBICADOS EN ANTIGUOS PROLVIALES DE LA QUEBRADA YUNGA (ANDENIERA INCA).	L FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

N°	TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	R	MAZ	VALSE	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
257	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			NATURALEZA DE SUELOS COLUVIALES HETEROMÉTRICOS MEDIANAMENTE CONSOLIDADOS; AGUAS DE LLUVIA, FILTRACIONES Y PENDIENTE DE LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	SECTOR ODA HONRA (KM 47 ONATE-PUQUINA)	271 025	8 159 325	3 209	PD	B	1	1	ESTA AFECTANDO TALUD SUPERIOR DE CARRETERA EN TRAMO DE 30 M DERRUMBES EN TALUD DE 25 M DE ALTURA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
258	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			SUELOS COLUVIALES POCO CONSOLIDADOS EN CABECERA DE QUEBRADA, SE DESPRENDEN CON AGUAS DE LLUVIA, PENDIENTE DE LADERAS MODERADA A FUERTE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	POCOHUAYO	267 702	8 159 542	2 724	PD	B	1	1	PUEDEN INTERLUPIR TRAMO DE TROCHA CARROZABLE PUQUINA-LA CAPILLA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
259	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			MATERIAL SUAVI EN CABECERAS Y LADERAS DE QUEBRADAS, SE ACTIVA CON Lluvias excepcionales, erosión en cárcavas, flujos de corto recorrido.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 14 CARRETERA ATICO-CARAVELI	546 450	8 216 200	450	PD	B	1	1	HUAYCO CON MATERIAL PREDOMINANTE ARENOS-LIMOSOS, DESVIA AGUAS DEL RIO ATICO HACIA MARGEN IZQUIERDA QUE SE CARGA CON LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
260	EROSIÓN FLUVIAL				AUMENTO DE CAUDAL DEL RIO IRAJARA (ODA, PACO-HANI), AUMENTA PODER EROSIVO EN MARGEN DERECHA; PENDIENTE SUAVE DE QUEBRADA DIVAGANTE, CAUCE ANPLO.	PUÑO	PUÑO	PCHACANI	RIO IRAJARA (SECTOR PAMPA JAHUAYUNE)	347 286	8 180 185	4 455	PD	S	1	1	AFECTA TROCHA TITRE-ICHUJA EN UN TRAMO DE 50-60 M HACIA AGUAS ABAJO A 1.2 KM SE OBSERVA TAMBIÉN EROSIÓN CERCA DE CASERIO DE PACO-HANI.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
261	FLUJO	HUAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES, ABUNDANTE MATERIAL REMOVIDO EN QUEBRADA Y LADERAS; EROSIÓN EN CÁRCAVAS.	PUÑO	PUÑO	SAN ANTONIO	SECTOR AGUAS ABAJO DE FUNDICIÓN (RIO CRUZANE)	349 012	8 216 468	4 004	PD	B	1	1	INTERLUPIR TRAMO DE 50 M DE CARRETERA TOQUILLACA-ICHUJA. MATERIAL HETEROGÉNEO, EROSIÓN DE RIBERA 100 M AGUAS ABAJO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
262	FLUJO	HUAYCO OCASIONAL			ABUNDANTE MATERIAL SUAVI, FÁCILMENTE REMOVIDO SE ACTIVA CON LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	PUÑO	SAN ANTONIO	RIO SHORABIRE (SECTOR HORNILLO)	349 584	8 216 932	4 032	PD	B	1	1	AFECTA TROCHA CARROZABLE ACCESO A ICHUJA, MATERIAL PREDOMINANTE DE 20-30 CM DE DIAMETRO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
263	FLUJO	HUAYCO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES, PENDIENTE MODERADA, CABECERAS CON ACUMULACIÓN DE MATERIAL COLUVIAL.	PUÑO	PUÑO	SAN ANTONIO	CERCA DE CASERIO DE KONEMLACHO (ODA, VISAVISANE)	356 653	8 222 586	4 517	PD	B	1	1	AFECTA TRAMO DE CARRETERA TOQUILLACA-ESQUILACHE DE 20 M DE LONGITUD.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
264	COMPLEJO	CAÍDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			ABUNDANTE MATERIAL COLUVIAL EN LADERA DE PENDIENTE 20-30°, SE ACTIVA Y DESLIZAN CON LA GRAVEDAD Y LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	PUÑO	SAN ANTONIO	SECTOR C° CAGUENE PUNTA	356 828	8 220 846	4 354	PD	B	1	1	MATERIAL PREDOMINANTE CASCAJOL DE 5-10 CM DE DIAMETRO, VARIAS CHORREAS EN UN TRAMO DE 2 KM.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
265	EROSIÓN FLUVIAL				INCREMENTO DE CAUDAL DEL RIO Y APORTA DE TRIBUTARIOS CON LLUVIAS ESTACIONALES.	PUÑO	PUÑO	SAN ANTONIO	CERCA A DOQUEALQUE (RIO JUCHATA)	355 158	8 227 328	4 313	PD	B	1	1	AFECTA TRAMO DE 100 M DE CARRETERA TOQUILLACA-ESQUILACHE.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
266	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			TALUD DE CORTE EN PIEDRAS FRAGILIZADAS CON FUERTE PENDIENTE, CONSTITUIDAS POR ROCAS LUTACEAS CON NIVELES CARBONACEOS (GRUPO YURA); AGUAS DE LLUVIAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	KM 22 ONATE-PUQUINA	279 060	8 160 715		PD	M	1	2	EN PERIODO DE LLUVIAS INTERUMPIRES TRAMO CARRETERO ONATE-PUQUINA EN VARIOS SECTORES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
267	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			ESTACIONES DE QUEBRADA (S-35°) ABUNDANTE MATERIAL SUAVI, LLUVIAS EXCEPCIONALES ACTIVAN FLUJOS.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	EL INFIERNILLO	347 801	8 206 337	87	D	B	2	1	2	AFECTA TIERRAS DE CULTIVO Y GORRALES EN MARGEN DERECHA DE RIO ATICO CONSTRUCCIÓN BADÉN, SE	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
268	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES, PENDIENTE MODERADA DE QUEBRADA CON ABUNDANTE MATERIAL.	AREQUIPA	CARAVELI	OCONA	KM 730-800 PANAMERICANA SU	680 065	8 163 001	45	PD	B	1	1	1	PUEDEN INTERLUPIR CARRETERA OCONA ATICO Y AFECTAR TAMBIÉN TENDIDO SUBTERRÁNEO DE TELEFONO AL ACTIVARSE QUEBRADA CON LLUVIAS EXCEPCIONALES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
269	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			QUEBRADA SE ACTIVA CON LLUVIAS EXCEPCIONALES (CUENCA BAJA DEL RIO CARAVELI).	AREQUIPA	CARAVELI	OCONA	PESCADORES (ODA, PESCADORES)	688 024	8 167 252	38	PD	B	1	1	1	SE HA CONSTRUIDO BADÉN PARA PASO DE PESCADORES EN LA CARRETERA ESTA SIENDO REHABILITADA; MATERIAL PREDOMINANTE CON CLASTOS DE 5-25 CM Y TAMBIÉN PUEDE AFECTAR TERRENOS DE CULTIVO AGUAS ABAJO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
270	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES, EROSIÓN EN CÁRCAVAS, PENDIENTE FUERTE Y PODRÍAN ACTIVAR QUEBRADA.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 20-800 CARRETERA ATICO-CARAVELI	646 180	8 224 363	871	PD	B	1	1	1	PUEDEN AFECTAR CARRETERA EN TRAMO DE 100 M LA CARRETERA ESTA SIENDO REHABILITADA; MATERIAL PREDOMINANTE CON CLASTOS DE 5-25 CM Y TAMBIÉN PUEDE AFECTAR TERRENOS DE CULTIVO AGUAS ABAJO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
271	EROSIÓN FLUVIAL				LLUVIAS EXCEPCIONALES Y GENERACIÓN DE FLUJOS DE LODO EN CUENCA DEL RIO ATICO AUMENTAN CAUDAL Y PODER EROSIVO; CAUCE ANPLO Y PENDIENTE SUAVE EN ESTE TRAMO.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 25-700-27-300 CARRETERA ATICO-CARAVELI	648 337	8 229 258	800	D	M	2	4	ABASTE NECESITA SER LEVANTADA Y ASIMISMO LA COLOCACIÓN DE DEFENSAS COMO ENRICHIDOS, EN ALGUNOS SECTORES, PRINCIPALMENTE EN LA PROGRESIVA, 25-700-28-000.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
272	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES A ESTACIONALES QUE ACTIVAN CUENCA DEL RIO ATICO, AUMENTANDO CAUDAL DEL RIO Y TRIBUTARIOS.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 9 CARRETERA ATICO-CARAVELI (SECTOR ACHICOTO)	646 461	8 212 605	273	PD	B	1	1	1	HUAYCO AFECTA Y EROSIONA MARGEN IZQUIERDA DE CARRETERA ANTIOJA (166 M), CUYA RAMANTE HA SIDO MODIFICADA HACIA EL CERRO; QUEBRADA HUAYQUEERA EN ESTE SECTOR (ODA, MAJUA).	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONG	LAT	ALT	INCLINACIÓN	AMPL. NAZCA	VALOR. MUEL	RIESGO	CONSERVACIONES	EFECTOS	TÍTULO
273	EROSION FLUVIAL			ALUMEN DEL CAUDAL DEL RIO ATICO POR LLUVIAS EXCEPCIONALES Y FLUIDOS DE LOCO QUE INCREMENTAN EL PODER EROSION DEL RIO ATICO; CAUCE ANCHO DE OUBIERA CON PENDIENTE SUAVE.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 12+400- KM 10+000 CARRERA ATICO-CARAVELI	646 121	8 213 655	317	PO M	1	2	2	ASPECTO VARIOS TRAMOS ENTRE KM 10 Y 12+400 POR EL CAUCE QUE DESVA AGUAS HACIA LA MARGEN IZQUIERDA (CDA. BORDO).	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
274	FLUJO			LLUVIAS EXCEPCIONALES CARGAN EL RIO ATICO ALIMENTANDO LA CARGA SOLIDA Y PODER DE EROSION.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	ATICO	647 000	8 107 300	90	PO M	1	2	2	INVOLUCRA A PARTIR BAJAS DEL PUEBLO DE ATICO, MARGEN DERECHA; AGUAS AMARRA DEL PUEBLO Y TERRENOS DE CULTIVO AGUAS AMARRA, EN AMBAS MARGENES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
275	DESPRENDIMIENTO			INCOMPETENCIA DE SUELOS ARENOSOS ENTRE DOS CAPAS INFERIOR Y SUPERIOR DE SUELO GRAVOSO SEMICOMPACTO; VIBRACIONES SÍSMICAS; TALUDES DE CORTE SUBVERTICALES; FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALUD; INVOLUCRA SUBSTRATO ROCOSO METAMÓRFICO FRACTURADO.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 17+000-18+200 PANAMERICANA SUR	686 850	8 183 456	155	PO M	1	2	2	APECTO TRAMO DE CARRETERA POR SECTORES ENTRE COCHA Y ATICO INTERFERIENDO TRAFICO; GRANAS COLLADO-PROLIVALES Y ARENAS ALIVADO-DELLIVALES; SUBSTRATO METAMORFICO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
276	DESPRENDIMIENTO			ROCAS METAMÓRFICAS MUY FRACTURADAS (EN CUÑA Y PLANAR); SISMOS FUERTES; VIBRACION DE TRÁNSITO PESADO Y GRAVEDAD; ESFUERZOS TENSIONALES.	AREQUIPA	CARAVELI	ATICO	KM 784+700- 789+000	683 751	8 194 518	117	PO M	1	2	2	EL SISMO DE NAZCA (1997) INTERUMPIÓ CARRETERA EN VARIOS SECTORES (KM 782-783) OBLIGANDO UTILIZAR RUTA ALTERNATIVA (CUNA CRITICA). EL 11-08-2000 DERRUMBE EN KM 787+600 INTERUMPIENDO VARIOS TORNOS EL TRAFICO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
277	DESPRENDIMIENTO			ROCAS FRACTURADAS EN TALUD SUPERIOR DE CARRETERA QUE FORMAN ESCARPAS SUBVERTICALES; GRAVEDAD.	PUNO	CHUCUITO	SANTA ROSA	KM 340 CARRETERA ILO-OROSAMAYO (C° LARAMAYUE)	451 250	8 338 083	4 193	PO B	1	1	1	PUENTE INTERUMPIR CARRETERA CON MOVIMIENTO DE SISMOS FUERTES, TRAMO DE 200 M Y TAMBIEN PUEDE AFECTAR TERRENOS DE PASTOREO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
278	DESPRENDIMIENTO			SISMOS FUERTES; PENDIENTE PROMANADA DE TALUD; ROCAS EXTRATRICADAS SUBHORIZONTALES CON PRESENCIA DE SALES Y POCO UTILIZADAS (PA. CAMANÁ); LLUVIAS EXCEPCIONALES; FRACTURAMIENTO DE ROCAS.	AREQUIPA	ISLAY	PUNTA DE BOMBON	PAMPA EL ALTO (MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TAMBO)	204 728	8 689 217	100	PO B	1	1	1	PUEDE INTERUMPIR CARRETERA MEJIA-SUBVERTICALES DE 100 M DE ALTURA; DERRUMBES EN VARIOS SECTORES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
279	FLUJO			LLUVIAS EXCEPCIONALES (NO 97-98); MATERIAL SUELTO EN CUENCA SECAS; AFLUENTES SE ACTIVAN CON PRECIPITACIONES PLUVIALES; EROSION EN CARCAVAS.	MOQUEGUA	ILO	PACCOCHA	KM 84+000 CARRET. MOLLENDO-ILO (SECTOR AMOQUINTO)	237 883	8 688 185	264	PO M	1	2	2	AFECTO TRAMO DE CARRETERA, QUE SE ENCUENTRA EN CONSTRUCCION; SE ESTA CONSTRUENDO PASO DE FLUJO DE LODO Y FALTA RELLEVAR TERRAPLEN.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
280	FLUJO			LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES; EROSION EN CARCAVAS; MATERIAL DISPONIBLE EN CUENCA.	MOQUEGUA	ILO	PACCOCHA	QUEBRADA YARAVANA	240 114	8 686 513	367	D B	2	1	2	FALTA COMPACTACION EN TERRAPLEN HECHO EN CRUCE DE QUEBRADA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
281	FLUJO			LLUVIAS EXCEPCIONALES; EROSION EN CARCAVA; MATERIAL SUELTO.	MOQUEGUA	ILO	PACCOCHA	10+18+000 MOLLENDO-ILO (CDA. DEL MEDIO)	288 750	8 688 037	364	D B	2	1	2	SE HA CONSTRUIDO PASO DE FLUJO Y RELLENO EN CUENCA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
282	EROSION FLUVIAL			ALUMEN DE CAUDAL DEL RIO TAMBO EN PERIODO DE LLUVIAS EN CUENCA ALTA; CARGA ABUNDANTE MATERIAL EROSIONANDO EN MARGENES.	AREQUIPA	ISLAY	COCHACHACA	PUENTE PAMPA BLANCA	288 710	8 110 330	122	D A	2	3	6	AFECTO PUENTE DE ACCESO A HACIENDA CALCHACAPU; PUNTA Y BORDO MARGEN IZQUIERDA FUERON AFECTADOS; ANTES MARGEN 500 M SE OBSERVA EROSION EN MARGEN DERECHA Y TAMBIEN HACIA AGUAS AMARRA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
283	DESPRENDIMIENTO			LLUVIAS ESTACIONALES Y PERIÓDICAS; ALUMEN DE CAUDAL Y PODER EROSION DEL RIO TAMBO. EROSION TRANSVERSAL EN MARGEN DERECHA; DESVA AGUAS HACIA MARGEN IZQUIERDA, SOCORRIENDO LA BASE DE LAS TERRAZAS ALIVALES.	AREQUIPA	ISLAY	COCHACHACA	CARAVELI (SECTOR LA PASCANNA)	619 000	8 118 500	250	D M	2	2	4	APECTA TERRENOS DE CULTIVO EN MARGEN IZQUIERDA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
284	DESPRENDIMIENTO			ROCAS INTRUSIVAS MUY FRACTURADAS (FRACTURAS EN CUÑA Y PLANARES) Y ALTURAS; LADERAS CON FUERTE PENDIENTE.	AREQUIPA	ISLAY	COCHACHACA	SECTOR PUERTO VIEJO (MARGEN DERECHA RIO TAMBO)	217 880	8 118 903	228	PO B	1	1	1	CON SISMOS PUEDE INTERUMPIR TROCHA CARRIZABLE EN MARGEN DERECHA DEL RIO TAMBO EN UN TRAMO DE 300 METROS; ALTURA DEL TALUD MAYOR DE 80 M.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
285	DESPRENDIMIENTO			NATURALEZA DE DEPÓSITOS (ALIVALES PLUVIESTOCOS CON PRESENCIA DE SALES Y CALICHE); AGUAS DE IRRIGACIÓN EN PARTE SUPERIOR; FALTA DE SOPORTE EN LA PARTE INFERIOR POR ANTIGUA EROSION MARINA (ACANTILADOS); FRACTURAMIENTOS VERTICALES PARALELOS AL TALUD; SISMOS.	AREQUIPA	ISLAY	MOLLENDO	KM 17 CARRETERA MATARANA MOLLENDO-MEJIA	162 187	8 113 388	12	PO M	1	2	2	TALUDES SUBVERTICALES CON SUELOS GRABO-AMOROSOS; DIRECCION DEL TALUD; K170 CON 8°-40° AL NE. FRACTURAMIENTO K170-150° NE. SE OBSERVA ENTRE MEJIA Y MOLLENDO EN VARIOS SECTORES DE LINEA DE COSTA ANTIGUA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	CANTON	PARAJE	LONG	LAT	ALT	DIR	ARE. MAZA	VIV. RAB.	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
286	DESPRENDIMIENTO			MOVIMIENTOS SÍSMICOS; SUELOS PROLIVALES A ALUVIALES FRACTURADOS SOBRE EL SUBSTRATO ROCOSO METAMÓRFICO FRACTURADO; NATURALIDAD POCO COHESIVA DE LOS SUELOS (GRAVAS Y ARENAS INTERCALADAS).	AREQUIPA	ISLAY	MOLLENDO	PUERTO MATARANI	803 442	8 118 669	45	D A	2	3	6	PUEDE AFECTAR INCLINEL ARTESANAL DE PERFORACIONES DE MATARANI Y CARRETERA. FRACTURAS TENSIONALES PARALELAS AL TALUD CARA LIBRE.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
287	DESPRENDIMIENTO			CAIDA DE ROCAS	AREQUIPA	ISLAY	MOLLENDO	KM 49 DESVÍO A MATARANI	813 978	8 128 538	628	PD M	1	2	2	BUENE INTERLUMBR TAMBO CARRETERO EN VARIOS SECTORES DE ESTE TRAMO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
288	FILLO			REPTACION DE SUELOS	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	SECTOR JURISCA	398 240	8 210 390	4 450	PD B	1	1	1	INTERCALACION DE ROCAS SEDIMENTARIAS (EN RICHA), ARGILLARAS, MEDIANAMENTE CONSOLIDADAS.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
289	FILLO			HUAYCO PERIODICO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	TOTORANI	334 500	8 218 790	3 900	D A	2	3	6	CÁRCAVA EN LA PARTE SUPERIOR, QUE AGUAS ABAJO SE COMPORTA COMO HUAYCO DE GRAN MAGNITUD QUE AFECTA CABEEROS DE TOTORANI Y TOTORAL. POBLADOS SE ASIENTAN SOBRE ANTIGUA TIERRAZA PROLIVAL.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
290	FILLO			HUAYCO OCASIONAL	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	RIO TUMLAQUE	319 879	8 181 002	3 800	D M	2	2	4	AFECTA TRAMO DE 30 M DE CARRETERA CORALLAQUE-CHUJA. FILLO CON MATERIA PREDOMINANTE DE CANGAJO DE 5-15 CM DE DIAMETRO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
291	DESPRENDIMIENTO			CAIDA DE ROCAS	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	CERRO CARON	318 708	8 184 331	4 150	PD B	1	1	1	CAIDA DE BLOQUES DE ROCA, ANTE SISMOS FUERTES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
292	DESPRENDIMIENTO			DERRUMBE	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	FRONTE A TALOG	314 200	8 180 200	3 200	PD B	1	1	1	SECTOR ENCAJONADO DEL RIO TAMBO CON LADERAS DE PENDIENTE FUERTE.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
293	FILLO			HUAYCO PERIODICO	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	GOA. PINCU HUAYCO	324 000	8 186 400	3 850	PD M	1	2	2	DEBÍA CURSO DEL RIO CORALLAQUE HACIA MARGENIZQUERDA. SE OBSERVA SECUENCIAS DE ANTIOSOS HUAYCOS DE MAYOR MAGNITUD Y COMO GRABO. IGUALMENTE PRODUCEN EROSION AGUAS ABAJO EN MARGEN IZQUIERDA DEL RIO CORALLAQUE.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
294	DESPLAZAMIENTO			TIPO DE ROCAS SEDIMENTARIAS POCO CONSOLIDADAS (PK. PICHU), CON PRESENCIA DE RIVILES DE TESO; EROSION DEL PIE DE LADERA EN MARGEN DERECHA DEL RIO CORALLAQUE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	A. 3 KM AGUAS ARRIBA DE CORALLAQUE (CAMPAMENTO MTO)	324 950	8 188 200	3 800	PD B	1	1	1	1	SE OBSERVAN DOS ESCARPAS DE DESPLAZAMIENTO CON BANCALTO PROLIVADO. CUERPO DE DESPLAZAMIENTO DE ALREDEDOR DE 40 M DE ALTURA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
295	FILLO			LLUVIAS ESTACIONALES EN SUBCUENCA DEL RIO CORALLAQUE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	CHUJA	GOA. POCHOCO	324 889	8 188 843	3 850	PD M	1	2	2	INTERLUMBR CARRETERA DE ACCESO A CORALLAQUE Y CHUJA. SE HA CONSTRUÍDO BAJEN EN ESTE SECTOR. NO PRODUCE RIESGO.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
296	DESPRENDIMIENTO			LAVAS MUY FRACTURADAS (PLANAR Y EN CURVA A FAVOR DEL TALUD), CON ESCARPAS SUBVERTICALES, INCENTIVACION CON SISMOS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	SAN CRISTOBAL	CERRO PUMASOLO	330 790	8 158 700	4 800	PD B	1	1	1			L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
297	DESPRENDIMIENTO			DERRAMES LAVICOS EN LADERA SUPERIOR MUY FRACTURADOS (PLANAR Y EN CURVA) EN FRONTE DE LAVAS DEL TICSANI.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CUCHUMBAYA	CERRO QUEZUANE (LADERA NORESTE)	320 660	8 147 100	3 000	PD M	1	2	2	BLOQUES DE ROCA AL DESPRENDERSE POR ACTIVIDAD SÍSMICA PODRIAN AFECTAR VIVIENDAS DEL POBLADO DE CUCHUMBAYA, Y TAMBIEN TROCHA CARROZABLE CARUMAS-CUCHUMBAYA-CALACA.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
298	EROSION FLUVIAL			AUMENTO DEL CAUDAL DE LOS RIOS CUCHUMBAYA Y PUTINA Y AFLUENTE OCA. SOQUEJANE EN PERIODO LLUVIOSO.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CUCHUMBAYA	HUATLAQUE	316 250	8 147 000	2 500	D M	2	2	4	COMPROMETE TERRENOS DE CULTIVO Y PARTES BAJAS DEL CASERIO DE QUEBAYA. EROSION EN AMBAS MARGENES.	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
299	EROSION FLUVIAL			AUMENTO DE CAUDAL DEL RIO CUCHUMBAYA EN PERIODO LLUVIOSO; EROSION Y SOCAMAMIENTO DE TIERRAS PROLIVAS ALUVIALES; FALTA DE DEFENSA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CUCHUMBAYA	A 600 M DE SU DESEMBOCADURA AL RIO CARUMAS	318 280	8 148 500	2 450	D M	2	2	4	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO AGUAS ABAJO DE HUATLAQUE (MARGEN DERECHA).	L. FIDEL. S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DIPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	AM	ME	NUM. PUNTS	TÍTULO
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		DERRUMBIE DE YUJO	EROSIÓN DEL PIE DEL TALLO POR EL RÍO CARVANS Y POR AGUAS DE FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES EN DEPÓSITOS PROLIVALES, FILTRACIONES DE AGUAS DE RIEGO.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	YUJO	318 200	8 143 200	2 450	D	A	3	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			PENDIENTE DE LADERA DE 60° A SUBVERTICAL COMPUESTA POR DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS MEDIANAMENTE CONSOLIDADOS; EROSIÓN DE LADERAS Y EROSIÓN DEL TALLO INFERIOR POR EL RÍO VOLCÁN MAYO.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	UBINAS	FRENTE A TONCHOYA	302 050	8 108 310	3 250	D	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	CAÍDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			LADERA DE FUERTE PENDIENTE (70°-80°) COMPUESTA POR ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS (PARALELA AL TALLO) QUE AGRAVAN ESCOMBROS; FACILMENTE SE DESLIZAN CON AGUAS DE LLUVIAS; GRAVEDAD.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	MATALAQUE	HUARIÑA (A 2 360 AGUAS ARRIBA DE BAÑOS TERMALES)	305 153	8 100 335	2 050	PD	M	1	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAÍDA DE ROCAS			FRAGMENTACIÓN DE ROCAS DE TIPO PLANAR EN FRENTE DE FLUJOS PIROCLÁSTICOS (IMBIBITAS), FAVORABLE A TALLO DE FUERTE PENDIENTE; FUERTES SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	MATALAQUE	YANAC HUARIÑA (CERRO CHINTAR)	308 038	8 181 128	2 680	PD	B	1	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN FLUVIAL				NATURALEZA DE DEPÓSITOS POCO CONSOLIDADOS; LLUVIAS COPIOSAS HACIA CARRERAS DE QUEBRADA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	UBINAS	CERCA DE ANASCAPA (A 2 1 KM)	301 252	8 102 033	3 700	D	B	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
COMPLEJO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL TRASLACIONAL	8/1-80		RECAUSAS AL GRUPO YURA Y DEPÓSITOS COLUVIALES FUERTE PENDIENTE DE LADERA ENTRE 20° (INFERIOR) A 80° (SUPERIOR) FILTRACIONES DE AGUAS DE LLUVIA Y DESMIELLOS.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	UBINAS	COCHITAYOC (CERCA DE CASERIO DE SACOYATA)	298 457	8 105 943	3 850	D	A	3	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO OCASIONAL	HUAYCO			LLUVIAS COPIOSAS EN ESTACION DE VERANO ARRASTRAN MATERIAL SUBLITO ACUMULADO EN LADERAS Y CAÑISE DE QUEBRADA DE PENDIENTE MODERADA A FUERTE.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	UBINAS	CERRO PATACOLEÑA (MARGEN DERECHA DEL RÍO TAMBO)	313 308	8 107 177	3 250	PD	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			ROCAS MUY FRACTURADAS (FRACTURAS PLANARES Y EN CUÑA A FAVOR DEL TALLO); CORTE DE CARRETERA; FILTRACIONES DE AGUA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	LLOQUE	CERCA DE LUCCO	313 878	8 105 907	3 334	PD	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			CORTES INADECUADOS EN TALLOS DE CARRETERA DE FUERTE PENDIENTE COMPUESTOS POR DEPÓSITOS COLUVIALES, QUE FACILMENTE SE SATURAN CON AGUAS DE LLUVIAS COPIOSAS.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	LLOQUE	CERCA DE LUCCO	313 981	8 105 938	3 300	PD	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO OCASIONAL	HUAYCO			LLUVIAS COPIOSAS ESTATACIONALES; EROSIÓN EN CARVANS EN CASERIO DE GUA LUCCO; MATERIAL DISPONIBLE PARA ARRASTRE.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	LLOQUE	QUEBRADA LUCCO	313 770	8 107 133	3 300	PD	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			DEPÓSITOS COLUVIO-PROLIVALES, PENDIENTE DE LADERA; DESLIZAMIENTO ANTIGUO REACTIVADO.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	YUNGA	HUASAPAMPA (MARGEN DERECHA ODA YUNGA)	321 000	8 209 450	3 750	D	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			NATURALEZA DE LOS SUELOS (DEPÓSITO COLUVIALES Y PROLIVALES); SATURACIÓN CON AGUAS DE LLUVIA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	YUNGA	INCACHUICHUCHO	321 840	8 209 050	3 050	D	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			EROSIÓN EN EL PIE DEL TALLO INFERIOR DE LADERA, POR EL RÍO YUNGA EN MARGEN DERECHA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	YUNGA	PUEBLO DE YUNGA ANTIGUO	320 500	8 209 230	3 050	PD	B	1	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			PENDIENTE DE LADERAS; NATURALEZA DEL SUELO SUPERFICIAL COLUVIAL Y SUBSTRATO ROCOSO SEDIMENTARIO (GRUPO YURA); LLUVIAS COPIOSAS. REACTIVACIÓN DE DESLIZAMIENTO ANTIGUO POR MAL USO DE AGUAS DE REGADÍO Y CORTE DE CARRETERA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	UBINAS	CERRO CACAHUARA (TABSA)	318 700	8 208 650	4 100	D	M	2	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO EXCEPCIONAL	HUAYCO			REGADÍO Y CORTE DE CARRETERA; LLUVIAS ESTATACIONALES A ESCALERA EN MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO TAMBO.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	OMATE	SECTOR CAMPAYTA (CDA. CHURUMIR)	291 350	8 143 800	1 400	PD	B	1	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DFTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	DIR	AMENAZA	VALOR PÉLIGRO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE			ROCAS MUY FRACTURADAS (EN CUÑA); PENDIENTE FUERTE EN AMBAS MARGENES DE QUEBRADA; INCENTIVACIÓN CON SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	OMATE	SECTOR QDA SANTA CATALINA	286 353	8 147 663	1 614	PD M	1	2	FRACATURAS: (N43°E, 75°O, 2M75 E, 75°N); (S40°E, 30°SE, 41°N, 6°W, 1°NE, 48°E, 80°E, 2°N, 40°E, 20°SE, 1) (N40°E, 80°N); (N40°E, 80°SE, PODRÍA INTERLUPIR TROCHA CARROZABLES OMATE-QUINISTAGUILLAS EN TRAMO DE 150 M. EN LADERA INFERIOR EXISTE CANAL DE REGADÍO Y TROCHA CARROZABLE OMATE-HALAHUAYA.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			FUERTE PENDIENTE DE LADERAS EN ROCAS FRACTURADAS SEDIMENTARIAS; COLUVIOS SUELTOS; SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	OMATE	CERRO PUCARÁ	250 400	8 155 200	2 850	PD B	1	1	QUINISTAGUILLAS EN TRAMO DE 150 M. EN LADERA INFERIOR EXISTE CANAL DE REGADÍO Y TROCHA CARROZABLE OMATE-HALAHUAYA.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			EROSIÓN DE RIBERA POR LA QDA. CHALSAHUAYA, EN PIE DE TERRENOS; FILTRACIONES DE AGUA DE REGADÍO Y DE POZA DE AGUA UBICADA EN LA PARTE SUPERIOR; NATURALLEZA DE LOS SUELOS INCONSOLIDADOS DEL ÁREA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	SECTOR COTAPAMPA (CAMBRUNE)	321 700	8 138 850	3 320	D M	2	2	AFECTA TIERRAS DE CULTIVO.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			NATURALLEZA DE SUELOS COLUVIO-PROLUVIALES; SATURACIÓN DE SUELOS POR LUVIAS COPIOSAS Y FILTRACIONES; PENDIENTE DE LADERA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	SECTOR CUALLAN	321 435	8 138 050	3 300	D B	2	1	AFECTA PRINCIPALMENTE TERRENOS AGRÍCOLAS; DESLIZAMIENTO ANTIGUO QUE MUESTRA 2 A 3 ESCARPAS SEMICIRCULARES, QUE PODRÍA REACTIVARSE.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	1988/99		PENDIENTE DE LADERA CONFORMADA POR SUELOS COLUVIALES; FILTRACIONES DE AGUA EN SUELOS NO COHESIVOS, HETEROMÉTRICOS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	TINTILACA	319 980	8 136 650	3 650	D B	2	1	DESPLAZAMIENTO ACTIVO CUYO CUERPO INVOLUCRA TERRENOS DE CULTIVO; OBSERVANSE VARIAS ESCARPAS Y SALTOS DE TERRENO.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	REPTACIÓN DE SUELOS			FILTRACIONES DE AGUA EN SUELOS COLUVIO-DELUVIALES, SUPERFICIALES CON PENDIENTE MODERADA.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	SECTOR CHACUATA (QDA. CHUDUCHICUERO)	321 750	8 137 270	3 500	D B	2	1	ESTÁ AFECTANDO TERRENOS DE CULTIVO EN UNA ÁREA DE 2.200 X 200 M Y TERRENOS PASTIZALES; ABENTAMIEROS DE TERRENO HACIA CARUMAS COMO GUERRA, COMPORTAMIENTO DEL CUERPO INVOLUCRA AL PIE PENDIENTE DE 1:2.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			PRECIPITACIONES COPIOSAS SATIRAN DEPÓSITOS COLUVIALES Y PROLUVIALES QUE PRESINTEN UNA PENDIENTE DE 80°-70°; SUBSTRATO ROCCOSO SEDIMENTOS DEL GRUPO VIRA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	PUCUINA	SECTORES TCHATA (QDA. TARI MARSEN COLADERA RIO PUCUINA)	268 480	8 154 607	2 650	PD B	1	1	DESPLAZAMIENTO DE ENTÁ REACTIVANDO POR SECTORES COMO DERRUMBES.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			DEPÓSITOS PROCLÁSTICOS FRACTURADOS, QUE PRESENTAN ESCARPAS SUBVERTICALES; BLOQUES SUELTOS SE DESPRENDEN CON VIBRACIÓN SÍSMICA.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	PUCUINA	CERRO BUENA VISTA (CHUHUAYO)	268 400	8 143 500	3 500	PD M	1	2	CAIDA DE BLOQUES SUELTOS COMPROMETE VIVIENDAS DEL CASERIO DE CHUHUAYO AL PIE DEL CERRO BUENA VISTA. SE OBSERVAN BLOQUES DE HASTA 0,50 M.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO OCCASIONAL			LUVIAS ESTACIONALES ABUNDANTES EN LA SUBCUENCA DE PUCUINA, ARRASTRAN MATERIALES SUELTOS EN CABECERAS Y LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SÁNCHEZ CERRO	LA CAPILLA	CERCA DE UNIÓN ENTRE RÍOS SECHE Y PUCUINA (ITALAHUAYA)	267 300	8 148 500	2 000	PD B	1	1	CON LUVIAS EXCEPCIONALES AFECTAN TERRENOS DE CULTIVO DEL SECTOR TALAHUAYO, HACIA AGUAS ABAJO.	L. FIDEL. S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ROCAS FRACTURADAS; PENDIENTE ALTA; SISMOS.	AREQUIPA	CALLOMA	LLUTA	MARGEN DERECHA RIO PICHIRUJA	196 100	8 222 000	3 200	PD B	1	1	EXISTE TAMBIÉN EROSIÓN DE LADERAS; PENDIENTE NATURAL DEL TALUD DE 60°; SÓLO AFECTA ÁREAS CON TERRENOS DE CULTIVO.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO OCCASIONAL			FUERTES LUVIAS ESTACIONALES; MATERIAL SUELO EN LADERAS; DESPROVISTAS DE VEGETACIÓN.	AREQUIPA	CALLOMA	HUANCA	SECTOR DE MURO (RIO LIHUAYA)	198 200	8 219 650	2 600	PD M	1	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO EN LOS TALUDES CERCANOS A LA RIBERA; TAMBIÉN SE OBSERVAN DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			FILTRACIONES DE AGUAS DE REGADÍO EN SUELOS COLUVIALES; LUVIAS EXCEPCIONALES; FRACTURAMIENTO EN EL SUBSTRATO ROCCOSO; SISMOS.	AREQUIPA	CALLOMA	LLUTA	MARGEN IZQUIERDA (SECTOR HUASAMAYO).	187 892	8 221 277	2 850	PD B	1	1	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO; DERRUMBES INVOLUCRAN SUBSTRATO ROCCOSO.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN DE LADERAS	HUAYCO PERIÓDICO			LITOLÓGIA (TOSAS); PRECIPITACIONES FUERTES; HUANCA; PENDIENTE PRONTO; FILTRACIONES DE AGUA DE LUVIAS ESTACIONALES; CIENCA DE RECEPCIÓN CON MATERIAL DISPONIBLE.	AREQUIPA	CALLOMA	LLUTA	MARGEN DERECHA (DESARÍO DE CARRETERA A TAYA)	188 100	8 223 000	3 200	PD B	1	1	PENDIENTE DE LADERAS DE 60°; LUVIAS ESTACIONALES; AFECTA TERRENOS DE CULTIVO.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
FLUJO	HUAYCO PERIÓDICO			RECEPCIÓN CON MATERIAL DISPONIBLE.	AREQUIPA	CALLOMA	LLUTA	QDA. LISERA (DESARÍO DE CARRETERA A TAYA)	188 161	8 223 750	3 450	PD M	1	2	AFECTA TRAMO DE CARRETERA EN PERIODO DE LUVIAS, ACCESO A TAYA.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
EROSIÓN DE LADERAS	HUAYCO PERIÓDICO			NATURALLEZA DE SUELOS Y ROCAS QUE CONFORMAN EL SUBSTRATO (FM HUANCA, CONGLOMERADOS Y ARENISCAS); LUVIAS ESTACIONALES; PENDIENTE DE LADERAS.	AREQUIPA	CALLOMA	HUANCA	SECTOR HUANCANAYOC	188 700	8 225 000	3 500	D M	2	4	AFECTA GRANDES ÁREAS DE TERRENOS DE CULTIVO.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			NATURALLEZA DE SUELOS POCO CONSOLIDADOS EN LADERAS DE FUERTE PENDIENTE; INCENTIVACIÓN POR SOBRESATURACIÓN.	AREQUIPA	CALLOMA	LLUTA	MARGEN DERECHA QDA. LLUTA	619 158	8 225 840	3 250	PD M	1	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO Y TROCHA CARROZABLE; INVOLUCRA DEPÓSITOS COLUVIALES Y SUBSTRATO DE ROCAS CUARZÍTICAS.	B. ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	DIR	AMES. INICIAL	TIENE SUELO	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		DESPLAZAMIENTO DE HUAYURA	LLUVIAS EXCEPCIONALES SATURARON CUERPO DE DESLIZAMIENTO ANTIGUO, REACTIVÁNDOLO EN LA PARTE INFERIOR; FILTRACIONES DE AGUA DE RIEGO Y EROSIÓN EN EL PIE DEL TALLO POR EL RÍO LLUTA.	AREQUIPA	CAJALLOMA	LLUTA	SECTOR HUAYURA (MARGEN DEL RIO LLUTA)	817 579	8 228 838	3 050	D M	2	3	8	Afecto terrenos de cultivo. Caminos de herradura, se observan adrietamientos y hundimientos de terrenos, probablemente ocasionado por lluvias del año 1982-83.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			LLUVIAS EXCEPCIONALES; FILTRACIONES DE AGUA DE RIEGO; REACTIVACIÓN DE DESLIZAMIENTO ANTIGUO QUE INVOLUCRA SUBSOLO COLUMNALES SATURADOS EN LADERA DE FUERTE PENDIENTE (40°-50°).	AREQUIPA	CAJALLOMA	LLUTA	300 M. AGUAS ARRIBA DE ODA, HUAYLAHUYOC, AFLUENTE DEL RÍO LLUTA.	810 250	8 228 900	3 000	D M	2	2	4	Afecta terrenos de cultivo; se presenta como un deslizamiento con fallido, provocado por lluvias excepcionales (año 1982-83).	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			REACTIVACIÓN DE DESLIZAMIENTO ANTIGUO POR FILTRACIONES DE AGUA DE RIEGO.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	SECTOR SANTA CECILIA	189 840	8 222 460	2 750	D M	2	2	4	Escarpa de 300-400 m de longitud en cuerpo de deslizamiento antiguo de mayor dimensión; reactivado con arrietamientos debajo de la escarpa principal, afectando terrenos de cultivo.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			LLUVIAS ESTACIONALES; PENDIENTE DE LADERA ESCARPA DE DESLIZAMIENTO ANTIGUO REACTIVADO COMO DEBILIDAD POR EROSIÓN DE RIBERA EN EL PIE Y FILTRACIONES DE AGUA DE RIEGO.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	SECTOR LA MANCHA (MARGEN DEL RIO HUAYTA)	182 400	8 224 600	3 200	PD B	1	1	1	Involucra depósitos coluvio-proluviales afectados por lluvias de cultivo, canal de riego y caminos de herradura, pendiente de ladera 30°-35°.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			FILTRACIONES DE AGUA DE RIEGO Y EROSIÓN EN EL PIE DE LADERA, PRODUCE TALLO DE 80°-70° DE PENDIENTE.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	2,5 KM ARRIBA DE HUAYURA	182 830	8 224 810	3 150	PD M	1	2	2	Se observan catrines de derrumbes antiguos y otros más recientes, donde si se ha forestado.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			LLUVIAS ESTACIONALES; MATERIALES COLUMNALES EN SU CUENCA; CLASTOS DE 30 A 60 CM DE DIÁMETRO EN UN 40%.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	QUEBRADA HUAYCO	182 415	8 224 860	3 190	PD M	1	2	2	Santuario del Señor de Huayca y al Caserio de Toiroyo.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			EROSIÓN FLUVIAL EN EL PIE DE LADERA MARGEN (QUERDA DEL RIO HUAYTA, NATURALIDAD DE LOS SUELOS FILTRACIONES DE LAS PARTES SUPERIORES.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	FRENTE AL SANTUARIO DEL SEÑOR DE HUAYCA	185 200	8 224 800	3 100	PD M	1	2	2	Asentamientos de terreno y terrenos de cultivo; suelos coluvio-proluviales.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES; DEPÓSITOS COLUMNALES EN LADERAS FACILMENTE REMOVIbles CON AGUA DE PRECIPITACIONES.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	A 1 KM AL OESTE DE TOIROYO.	187 554	8 225 159	3 250	PD B	1	1	1	Pequeña quebrada que genera chorrera, interrumpiendo trocha carrozable Huayca-Toiroyo.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			PRECIPITACIONES ESTACIONALES QUE REMOVIEN MATERIALES COLUMNALES ACUMULADOS EN LADERAS Y QUEBRADAS.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	FALDA DEL C° SACOCUILLA	193 526	8 224 532	3 100	PD B	1	1	1	Desprendimiento de rocas en canchales; interrumpen tráfico en ferrocarril; necesita limpieza de cauce aguas arriba y construcción de barden en este sector.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			FLUJOS PIROCLASTICOS TOBACOSOS CON ESCARPAS SUBVERTICALES Y FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALLO.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	FALDA DEL C° PAMPACOLLO	182 709	8 223 448	3 250	PD B	1	1	1	Con fuertes sismos, grandes bloques de roca forman interrumpen tráfico en carretera.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			CAPAS ROJAS CONGLOMERADAS FACILMENTE EROSIONABLES CON AGUAS DE LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES, EN LADERA CON PENDIENTE MODERADA A FUERTE (40°).	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	LADERA ESTE DEL C° SOMBREROTOC	189 340	8 218 184	3 300	PD M	1	2	2	Procesos erosivos en surcos o canchales; problemas de lodos y chorreales en un tramo de 10-15 KM (por sectores) de la carretera Huayca-Arequipa; en algunos casos las alcantarillas son insuficientes.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			PRECIPITACIONES EXCEPCIONALES EN CUENCA ANCHA DE QUEBRADA CON GRAN APORTE DE TRIBUTARIOS.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	ODA HUAYLA VIEJO (SECTOR CHILCANE)	186 878	8 215 687	3 600	D M	2	2	4	Asentamiento ya afectado anteriormente la carretera; afecta tramo de 1 km de carretera; poder erosivo aumenta al confluir con ODA, Chilcane, se ha observado el arrimado de material en el cauce para proteger carretera; necesita levantar en algunos sectores.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO			CALZAS FRACTURADAS (RAMAS Y EN SUAS PLEGADAS, FORMAN BLOQUES SUELOS DE GRAN DIMENSIÓN DE HASTA 2 M DE DIÁMETRO.	AREQUIPA	CAJALLOMA	HUANCA	2 KM AGUAS ABAJO DE ODA, CHILCANE	187 487	8 213 264	3 400	PD M	1	3	3	Fracturas principales, 40° E, S, N, 30°-30°, capas plegadas en tallo natural de 80°, dirección del tallo norte.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DFTO	PROVINCIA	CENTRO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	AMBITO	VALOR PUNTO	RIESGO	OBSERVACIONES	PUNTO	TITULO
344	COMPLEJO CAIDA DE TIERRAS Y FLUJO DE DETRITOS		DESIZAMIENTO FRENTE A LA BERENQUELA	FILTRACIONES ABUNDANTES DE IRRIGACIONES LA CANO Y SAN ISIDRO, EN SECUENCIAS DE LA FM. MOQUEGUA (ARENISCAS ROJIZAS Y MATERIALES TOMACOS POCO COMPACTOS); FRACTURAMIENTO DE ROCAS A FAVOR DEL TALUD.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	FRENTE AL SECTOR DE BERENQUELA	182 750	8 183 300	1 150	D M	2	4	MARCA TERRENOS DE CULTIVO EN MARGEN IZQUIERDA DEL RIO VITOR; FILTRACIONES ABUNDANTES EN EL CUERPO Y EL PIE DEL DESLIZAMIENTO.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
345	DESPRENDIMIENTO		DERREMBLAME	CONGLOMERADOS Y ARENSICAS CONGLOMERADAS CON FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALUD DE FUERTE PENDIENTE.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA RITA DE SIGUAS	SECTOR LA OPELA	818 800	8 183 812	1 050	PD A	3	3	AFECTA TRAMO DE 350 M DE TROCHA CARROZABLE VITOR-LA OPELA EN ESTE SECTOR TAMBIÉN SE PRODUCE EROSIÓN FLUVIAL CUANDO CHECA RÍO VITOR.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
346	DESPRENDIMIENTO		DERREMBLAME	EROSIÓN FLUVIAL DEL PIE DEL TALUD PRODUCE SOCAVAMIENTO DE LA BASE EN LA LADERA FORMADA POR ARENSICAS QUE PRESENTAN FRACTURAMIENTO PLANAR.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA RITA DE SIGUAS	FRENTE A LA OPELA	180 000	8 183 900	1 100	D M	2	4	DEBILIMAS POCORAN REPRESAR Y/O DERRIBAR AGUAS DEL RÍO VITOR AFECTANDO TERRENOS DE CULTIVO DEL SECTOR.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
347	DESPRENDIMIENTO		CAIDA DE ROCAS	GRANDES BLOQUES DE CONGLOMERADOS CAIDOS POR GRAVEDAD GENERADOS POR FRACTURAMIENTO PLANAR E INCONSISTENCIA DE LAS ROCAS EN TALUD DE MODERADA PENDIENTE (35°); FUERTES SISMIOS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA RITA DE SIGUAS	2 KM AGUAS DEBAJO DE LA COSIO (MARGEN DERECHA RÍO VITOR)	179 979	8 185 004	1 050	PD B	1	1	PODRÍA INTERRUPTIR TRÁFICO EN TROCHA COSIO-LA OPELA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
348	DESIZAMIENTO ROTACIONAL		DESIZAMIENTO DE SAN JUAN DE SIGUAS	FILTRACIONES DE LA IRRIGACIÓN MAJES QUE INVOLUCRA CONGLOMERADOS Y ALGUNOS TIPOLOGOS; INCONSISTENCIA DE MATERIALES Y FUERTE PENDIENTE DE TALUD.	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE SIGUAS	SAN JUAN DE SIGUAS	802 818	8 184 509	1 300	D A	2	6	ESCARPA RECTA DE MAS DE 300 M DE LARGO EN LA CORONA PRINCIPAL Y MATERIAL REMOVIDO CON BALDOS Y AGRIETAMIENTOS EN LA PARTE DEBAJO; AFECTA TROCHA CARROZABLE; UNA VIVIENDA DESTRUIDA Y FILTRACIONES ABUNDANTES EN LA PARTE INFERIOR (TERMINA ZONA MUY INESTABLE LOCALIZADA).	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
349	DESPRENDIMIENTO	1998	DERREMBLAME	ABUNDANTES FILTRACIONES DE AGUA DE IRRIGACIONES DE ALTO SIGUAS; INVOLUCRA CONGLOMERADOS, ARENSICAS ROJAS (FM. MOQUEGUA), LADERA CON 30° DE PENDIENTE.	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE SIGUAS	EL ZARZAL	503 898	8 187 638	1 250	PD M	2	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO Y TROCHA CARROZABLE ENTRE SAN MARTIN-EL ZARZALLA RAMADA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
350	FLUJO		FLUJO EXCEPCIONAL	LLUVIAS EXCEPCIONALES ACTIVAN VARIAS QUEBRADAS SECAS EN MARGEN DERECHA DEL RÍO SIGUAS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	TRAMO ENTRE SONCORO Y QUILCAPATA	812 887	8 198 073	1 550	PD B	1	1	PUEDA AFECTAR TROCHA CARROZABLE ENTRE SONCORO Y QUILCAPATA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
351	FLUJO		FLUJO EXCEPCIONAL	PRECIPITACIONES PLUVIALES EXCEPCIONALES QUE ACTIVAN QUEBRADAS SECAS QUE ACLAVAN DERRIBOS EN BURQUEÑAS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	ENTRE SOCORO Y COQUINES	813 400	8 200 300	1 550	PD B	1	1	PUEDA AFECTAR TERRENOS DE CULTIVO DEL AREA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
352	FLUJO		FLUJO EXCEPCIONAL	LLUVIAS EXCEPCIONALES	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	FRENTE A HUABANGAL	813 288	8 203 929	1 650	D B	2	2	EN ESTA QUEBRADA DRUZA EL CANAL MAJES, EN EL CUAL SE HA PREVISTO DEFENSA DEL MISMO.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
353	DESPRENDIMIENTO		CAIDA DE ROCAS	FUERTES SISMIOS; LADERAS CON ROCAS FRACTURADAS EN LAS PARTES SUPERIORES.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	LLULLA	817 380	8 208 000	1 900	PD B	1	1	PODRÍA COMPROMETER VIVIENDAS EN LA PARTE INFERIOR DEL CASERIO DE LLULLA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
354	DESPRENDIMIENTO		DERREMBLAME	ROCAS CONGLOMERADAS MASIVAS, SEMICOMPACTAS CON AGRIETAMIENTOS HACIA EL TALUD; FUERTES LLUVIAS Y SISMIOS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	25-300 ALTO SIGUAS-HUAMBO (CDD. JAGUAY)	812 462	8 203 931	1 900	PD M	2	2	DERRUMBES Y DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS AFECTA TRAMO DE 1 KM DE TROCHA ENTRE QUILCAPATA Y ALTO SIGUAS.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
355	ARENAMIENTO		ARENAMIENTO	ACCION EOLICA EN SECTOR DE PAMPAS COSTANERAS Y QUEBRADAS SECAS CON MATERIAL DISPONIBLE ACARREABLE POR EL VIENTO.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	KM 4-900 ALTO SIGUAS-HUAMBO (CDD. HOSPIICIO)	801 978	8 198 208	1 530	PD B	1	1	ARENAMIENTO INCIPIENTE; PUEDE AFECTAR TRAMO DE 150 M DE CARRETERA AFIRMADA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
356	FLUJO		FLUJO EXCEPCIONAL	LLUVIAS EXCEPCIONALES; QUEBRADA AMPRA DE PENDIENTE SUAVE CON VARIOS BRAZOS DE CAUCE EN ESTE SECTOR.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	KM 2-500 CARRETERA ALTO SIGUAS-HUAMBO (CDD. JAGUAY)	802 995	8 208 600	1 795	PD M	2	2	BASÉN CONSTRUIDO INSUFICIENTE ANTE PASO DE FLUJO DE LUJO EXCEPCIONAL.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
357	FLUJO		FLUJO EXCEPCIONAL	LLUVIAS EXCEPCIONALES CASCAN QUEBRADA Y TRIBUTARIOS; GRAN QUEBRADA DE RECEPCION CON APORTE DE SÓLIDOS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	CDD. MARCONAN (KM 25-300 CARRETERA ALTO SIGUAS-HUAMBO)	800 481	8 214 190	2 000	D M	2	4	AFECTA TRAMO DE 150-200 M DE CARRETERA; SE OBSERVA EROSIÓN DE TIPO PUNTA EN MARGEN IZQUIERDA DE QUEBRADA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
358	EROSIÓN DE LADERAS		EROSIÓN DE LADERAS	NATURALEZA DEL SUBSTRATO ROCOSO ANTE EROSIÓN FLUVIAL CON LLUVIAS COPRASAS; PENDIENTE DE LAS LADERAS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	HUACON (LADERA NO DEL CT GENTILIAS)	798 800	8 117 350	2 280	PD M	2	2	CONFRONTE TERRENOS DE CULTIVO EN LAS LADERAS FRENTE A HUACON.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
359	ARENAMIENTO		ARENAMIENTO	ACCION EOLICA FUERTE CON ACUMULACIÓN DE ARENAS GRUESAS EN MANTOS PEQUENOS A LAS FALDAS; MATERIAL DISPONIBLE EN LAS LADERAS POR EROSION.	AREQUIPA	AREQUIPA	HUANCAROLI	HUANCAROLI	770 864	8 215 885	900	PD B	1	1	ENTRE TROCHA CARROZABLE Y FRENTE LA CUAL ES POCO TRANSPORTADA, POR FALTA DE MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FRONTERA	NOMBRE	CIUDADES	DEPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONG	CAT	ALT	AN	AREA	VOLUMEN	RIESGO	OBSERVACIONES	PUNTO	TITULO
DESPRENDIMIENTO	DESRUMBIE			ROCAS METAMÓRFICAS MUY FRAGMENTADAS Y CON ESCURRIDOS PLANAS; TALUDES INESTABLES CON SIMOS (87°-90°); ESCURRIDOS 80°-70° HACIA EL TALUD; ACTIVIDAD ANTROPICA	AREQUIPA	CASTILLA	URACA	CERCA DE CHAMPALAYO	767 481	8 183 228	500	PD A	1	3	3	Afecta tramo de 2 km de trocha entre Torán y Bahuanj; bloques inestables con peligro por simos.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	DESRUMBIE			FRAGMENTACIÓN EN ROCAS (LIMOLITAS, CONGLOMERADOS ROSOS, P.M. MOQUELUA) PARALELO AL TALUD; GRANDES AGRIETAMIENTOS; TALUDES SUBVERTICALES; SIMOS.	AREQUIPA	CASTILLA	URACA	ENTRE PITIS Y PEDREGAL	772 533	8 202 096	500	PD A	1	3	3	Talud mayor de 100 m de altura; fracturamiento 100%. Afecta trocha carrozable entre punta Colomada y Pedregal.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ESQUISTOSIDAD PLANAR PARALELA AL TALUD DE LADERA CON PENDIENTE ENTRE 80°-70°.	AREQUIPA	CAMAÑA	NICOLÁS DE PIÉROLA	CERRO EL TUNEL	744 248	8 168 618	200	PD M	1	2	2	Afecta trocha carrozable San Gregorio-Socos en tramo de 300 m.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
363 COMPLEJO	CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			ABUNDANTE MATERIAL (ESCOMBRERAS) EN LADERA DE MODERADA PENDIENTE DONDE OCURREN DESPRENDIMIENTO DE ROCAS; LUMAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES	AREQUIPA	CAMAÑA	NICOLÁS DE PIÉROLA	CERCA DE RISKES	754 156	8 173 638	200	PD M	1	2	2	Afecta trocha carrozable con conos de derrubios compuestos por clastos amalgamados de 30 cm de diámetro.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
364 COMPLEJO	CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			LADERA COMPLETA POR SUBSTRATO METAMÓRFICO MUY FRAGMENTADO QUE ACUMULA DEPÓSITOS COLUVIALES (CANCHALES); PENDIENTE DE LADERA: 40°; LUMAS EXCEPCIONALES, SIMOS; 40°; LUMAS EXCEPCIONALES, SIMOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	NICOLÁS DE PIÉROLA	CERCA DE BOMAY	756 353	8 174 881	300	PD M	1	2	2	Afecta trocha carrozable a socos en tramo de 3-3.5 km, algunas viviendas del AA. H.I. SONAY (SOCO CHICO)	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
365 EROSION FLUVIAL				AUMENTO DEL CAUDAL DEL RÍO CAMAÑA EN AVENIDAS.	AREQUIPA	CAMAÑA	NICOLÁS DE PIÉROLA	J.A. H.R. BOMAY (FRENTE A ODA PUTUMAYAS)	758 050	8 173 800	230	PD A	1	3	3	Podría afectar viviendas cercanas a la ribera del río (MARGEN IZQUIERDA); AGUAS ARRIBA AFECTA TERRENOS DE CULTIVO.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
366 DESPRENDIMIENTO	DESRUMBIE			FRAGMENTACIÓN DE LAS ROCAS PARALELO AL TALUD; SOCAMIENTO MARINO POR LAS OLAS Y MARÉJAS; SIMOS; ROCAS POCO CONSOLIDADAS (CON LUMAS Y PRESENCIA DE SALES).	AREQUIPA	CAMAÑA	QUILCA	SECTOR EL ALTO	759 350	8 185 100	50	PD B	1	1	1	Podría afectar en un futuro el tramo de carretera a Quilca y el socavamiento avanza hacia el acantilado.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
367 DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			REGIÓN DE ANEGAS ORIEBAS CON RESTOS DE CONCHAS, SEMICOMPACTAS QUE FORMAN ANTIPODOS ACANTILADOS MARINOS DE 60-80 M DE ALTURA; SIMOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	QUILCA	SECTOR LA VIRGEN	760 882	8 164 788	50	PD A	1	3	3	Afecta tramo de trocha carrozable entre Cerro de las Playas y Bahuanj; bloques de roca, peligro con simos.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
368 DESPRENDIMIENTO	DESRUMBIE			EROSIÓN MARINA; SIMO; NATURALIDAD DE LAS ROCAS QUE CONFORMAN LOS ACANTILADOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	QUILCA	PUNTA EL CHURAL	770 792	8 162 014	20	PD M	1	2	2	Tramo antiguo de túnel; camino a Quilca el cual fue destruido en parte por un sismo fuerte.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
369 DESPRENDIMIENTO	DESRUMBIE			SOCAMIENTO DE LA BASE DE ACANTILADO POR GOLPEO Y EROSIÓN DE LAS OLAS.	AREQUIPA	CAMAÑA	QUILCA	PUNTA EL CHURAL	771 387	8 151 787	25	PD B	1	1	1	Apriada que va a Quilca; si avanza la erosión hacia la costa.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
370 DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			TALUDES SUBVERTICALES A VERTICALES; REGIÓN SUBCOSTANERA; ARENAS CON NIVELAS DE CONCHAS; P.M. CAMAÑA SEMICOMPACTAS Y FRAGMENTADAS; INCENTIVACIÓN POR SIMOS.	AREQUIPA	CAMAÑA	QUILCA	ENTRE PLAYALLAS QUEVAS Y VILLAS MARINO	784 818	8 158 130	48	PD M	1	2	2	Afecta por tramos trocha carrozable entre Playas Olveas y Bahuanj; bloques de rocas de hasta 3 m de diámetro.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
371 DESPRENDIMIENTO	DESRUMBIE			EROSIÓN EN PIE DE LA LADERA; MARGEN DEBILIDAD DE LA ODA; MULLO CON LUMAS EXCEPCIONALES; FRACTURAMIENTOS EN LAS CAPAS DE ROCAS DE LOCALIDAD Y AVENIDAS DEL P.M. MOQUEGUA; PENDIENTE FUERTE.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	MARG. DERECHA DE LA ODA; MULLO; A 7 KM DE BARRIOCOCHA AL RÍO VITOR	181 818	8 182 280	800	PD B	1	1	1	Podría afectar trocha carrozable que va a Putumayo y canal de riego (PROTECCIÓN 1300MMX50).	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
372 EROSIÓN FLUVIAL				AVENIDAS CON LUMAS ESTACIONALES DEL RÍO VITOR; EROSIÓN EN BUIS MARGENES.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR MOGRO	184 464	8 169 794	900	D M	2	2	4	Afecta áreas de cultivo en ambas márgenes del río.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
373 EROSIÓN FLUVIAL				AUMENTO DE CAUDAL DEL RÍO TAMBO POR AVENIDAS ESTACIONALES.	AREQUIPA	ISLAY	COACHACHA	1 KM AGUAS ABAJO DEL PUENTE EL FISCAL	213 380	8 114 387	180	D M	2	2	4	Afecta terrenos de cultivo; podría comprometer carretera a Cochachaca; toma y canal de riego; necesita defensas en este sector.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
374 FLUJO EXCEPCIONAL	FLUYCO EXCEPCIONAL			LUMAS EXCEPCIONALES EN EL ÁREA QUE ACTIVA LA CUBRADA SECA; DE CORTA LONGITUD; CON ABUNDANTE MATERIAL EN SU CUENCA.	MOQUEGUA	MOQUEGUA	PACCOCHA	CARRETERA COSTANERA MOLLENDO-ILO	242 377	8 079 915	200	PD A	1	3	3	Avance de cubrada y/o alchamirilla en paso de cubrada que trae huaycos; podría afectar carretera Costanera; vía alterna en construcción.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
375 VUELCO DE BLOQUES	VUELCO DE BLOQUES			TALUD DE CARRETERA CON BUZAMIENTO EN CONTRA DEL TALUD (DESPRENDIMIENTO DE ROCAS Y DERRUMBIE POR VUELCO); FRACTURAMIENTO TAMBIÉN EN QUAMA EN ROCAS INTRUSIVAS.	AREQUIPA	ISLAY	COACHACHA	CERCA DE EL FISCAL	213 321	8 114 128	200	PD M	1	2	2	Peligro de caída de bloques por vuelco y en cura con simos; afectaría tramo de carretera de acceso a Cochachaca; COACHACHA; FAMILIA DE FRACTURAS: 1) E-O; 2) E-N; 3) N-E; 4) N-O; 5) N-E; 6) N-O; 7) N-E; 8) N-O; 9) N-E; 10) N-O.	B.ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DFTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARQUE	LONGO	LAT	ALT	R	IR	ARE-MAZA	VULN-PAE	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO	
376	FLUJO EXCEPCIONAL			LOS TRES QUEBRADAS CONFLUYEN EN LAZ PRINCIPAL PONDE EN SUS CAÑERAS SE OBSERVA EROSION DE LADERAS, LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SECTOR BAJADA CERRO GALLANAZOS (KM 16-000-16-000) CARRETERA A TICAPAMPA)	342 285	8 082 873	1 800	PD	M	1	2	2	AECTARIA INTERSECCIONES VARIOS KILOMETROS DE CARRETERA ALTERNIA ZONA LABAYA-TICAPAMPA CON LLUVIAS EXCEPCIONALES VIA ES UTILIZADA EN PERIODO DE AVENIDAS DEL RIO LOCULIMKA QUE AFECTA TROCHA QUE BAJA POR TODO EL VALLE.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')	
377	DESRENMIENTO			LLUVIAS COPIOSAS, SISMOS, TALUDES DE 80° A SUBVERTICALES COMPLETOS POR ROCAS CONGLOMERADAS CON FRACTURAMIENTO Y AGRIETAMIENTOS HACIA EL TALUD.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	KM 47-000-48-000 CARRETERA A TICAPAMPA	341 725	8 082 385	1 500	PD	M	1	2	2	2	TALUDES DE 70-80 M DE ALTURA, CON FUERTES SISMOS AFECTARIA 2,5 KM DE CARRETERA POR SECTORES.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
378	FLUJO			LLUVIAS EXCEPCIONALES, MATERIAL DISPONIBLE CAIDO EN SUS LADERAS Y QUEBRADA POR DESPRENDEMIENTOS DE ROCAS Y EROSION DE LADERAS.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	QUEBRADA QUE BAJA DEL C° ALTO POOLERA	343 350	8 070 500	1 550	D	M	2	2	4	4	AFECTO TERRENOS DE CULTIVO AGUAS ABAJO, GRANDES BLOQUES DE ROCAS SE OBSERVAN EN EL CAUCE DEL RIO CURIBAYA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
379	COMPLEJO			ACUMULACIONES DE CANCHALES DE ROCAS, DEPOSITOS SUELTOS, FUERTES LLUVIAS, SISMOS, GRAVEDAD, ROCAS FRACTURADAS DEL SUBSTRATO QUE PROVIENE MATERIAL.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	LADERAS DEL SECTOR NORTE DEL C° PONDERA (SECTOR ALTO CHOLUBAYA)	344 600	8 070 500	1 500	PD	M	1	2	2	2	ZONA INESTABLE CON SISMOS Y FUERTES LLUVIAS, AFECTANDO TERRENOS DE CULTIVO AL PIE DE LADERAS, LINEA ELÉCTRICA, TALUDES DE 20°-45° DE PENDIENTE Y 200 M DE ALTURA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
380	COMPLEJO			LLUVIAS EXCEPCIONALES DESLIZAN ACHILLAGOS DE CLASTOS SUPERFICIALES UBICADAS EN LADERAS DE 30°-50° DE PENDIENTE.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SECTOR ANOSTURA (ANRAS MARGENES DEL RIO CURIBAYA)	353 066	8 074 504	2 000	D	M	2	2	4	4	AFECTA TROCHA DE CARRETERA A CURIBAYA, LINEA ELÉCTRICA Y TAMBIÉN CANAL DE REGADÍO, TRAMO DE APROXIMADO DE 1 KM.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
381	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			ELTRACIONES DE AGUAS DE REGADÍO, NATURALEZA DE SUELOS SUPERFICIALES COLUMNALES, PENDIENTE DE LADERA.	TACNA	CANDARAVE	HUANUARA	1 KM AGUAS ABAJO DE HUANUARA	358 700	8 064 900	3 200	PD	B	1	1	1	1	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO, SE OBSERVA ASIENTAMIENTOS Y DERRUMBES DE TIERRAS.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
382	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			INVOLOCRA SUELOS COLUVIALES SUPERFICIALES Y SUBSTRATO ULTRACIONES DE ROCAS DE REGADÍO, PENDIENTE DE 30°-40°, LLUVIAS EXCEPCIONALES.	TACNA	CANDARAVE	HUANUARA	2,5 KM AGUAS ABAJO DE HUANUARA	357 450	8 084 000	3 000	PD	M	1	2	2	2	ÁREA DE 300 M DE LONGITUD Y 80 M DE ANCHURA, SUELOS SUPERFICIALES CON GRANDES INGRESOS MÁS PEQUEÑAS CON SALTOS DE APROX. 2 M, AFECTA TERRENOS DE CULTIVO Y CANAL DE REGADÍO.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
383	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES COPIOSAS A EXCEPCIONALES, ABUNDANTE ACUMULACION DE CLASTOS DE ROCAS POR CAÍDA DE BLOQUES EN CUENCA DE RECEPCIÓN AMPLIA.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SECTOR JAGUAY (MARGEN DERECHA ODA, HUANUARA)	348 320	8 078 000	2 150	D	M	2	2	4	4	FLUJO CON PENDIENTE FINAL DE 5°-15° Y MATERIAL PREDOMINANTE DE 10-20 CM DE DIÁMETRO, AFECTA TERRENOS DE CULTIVO DEL SECTOR Y OBSTRUYE CAUCE DE LA QUEBRADA HUANUARA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
384	FLUJO OCASIONAL			PRECIPITACIONES PLUVIALES ESTACIONALES A EXCEPCIONALES, MATERIAL SUELO EN CARCERA (PENDIENTE 35°), FRACTURAMIENTO DE ROCAS QUE PROVEE EN ABUNDANTE MATERIAL POR CAÍDA DE CLASTOS.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SECTOR JAGUAY (MARGEN IZQ. ODA, HUANUARA)	348 712	8 077 700	2 150	PD	M	1	2	2	2	AFECTA TROCHA CARROZABLE HUANUARA (LABYA 120 M); FLUJO INFERIOR CON PENDIENTE SUAVE (5°-8°), CLASTOS DE TAMAÑO PREDOMINANTE MENOR DE 30CM DE DIÁMETRO.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
385	FLUJO OCASIONAL			LLUVIAS ESTACIONALES COPIOSAS A EXCEPCIONALES, ABUNDANTES DESPRENDEMIENTOS DE ROCAS EN CABERA DE QUEBRADA QUE ALIMENTAN DE MATERIAL SUELO.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	C° ALTO CHINTARI (MARG. IZQ. ODA, HUANUARA)	348 257	8 077 257	2 150	PD	M	1	2	2	2	CONO AMPLIO DE SUAVE PENDIENTE CON DETRITOS MENORES DE 30 CM DE DIÁMETRO, INTERLUPE TROCHA CARROZABLE HUANUARA ILABAYA E INCLUSIVE OBSTRUYE CAUCE DE LA QUEBRADA HUANUARA.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
386	EROSIÓN DE LADERAS			LADERAS DE FUERTE PENDIENTE (30°-40°), LLUVIAS COPIOSAS, DEPÓSITOS SUPERFICIALES.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	ENTRE MACHAGMARCA Y CHULLUNE	342 700	8 079 000	1 600	D	M	2	2	4	4	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO EN MARGEN DERECHA DEL RÍO ILABAYA, SE PRESENTA EROSIÓN EN CARCAVAS O SURCOS, FLUJOS DE LODO Y CHORRERAS ALGUNAS VIVIENDAS CERCA DE LA RIBERA VALENZUELA D.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
387	EROSIÓN FLUVIAL			AUMENTO DEL CAUDAL DEL RIO LABAYA EN AVENIDAS, LLUVIAS COPIOSAS EN 8U CUENCA HÚMEDA.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SECTOR ENTRE CHULLUNE Y TOCO	344 295	8 080 300	1 900	D	M	2	2	4	4	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO Y ALGUNAS VIVIENDAS CERCA DE LA RIBERA VALENZUELA D.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
388	DESRENMIENTO			TALUDES INESTABLES CON ROCAS MUY FRACTURADAS Y DEPÓSITOS COLUVIALES EN PARTE, FUERTES LLUVIAS, SISMOS, ACTIVIDAD ANTROPICA POR CORTES DE CARRETERA.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	TOCO	345 160	8 081 402	2 200	PD	A	1	3	3	3	ZONA INESTABLE EN DESARROLLO DE CARRETERA ENTRE TOCO CHICO Y TOCO GRANDE, PELIGRO DE DERRUMBES Y DESPRENDEMIENTO DE ROCAS.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
389	COMPLEJO			LADERAS DE MODERADA A FUERTE PENDIENTE (40°-50°), ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS, ACUMULACIONES DE DETRITOS EN ESCOMBROS O CANCHALES EN LAS FALDAS, LLUVIAS FUERTES, SISMOS.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	FRONTE A TOCO GRANDE	346 110	8 082 380	2 100	PD	M	1	2	2	2	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO Y ALGUNAS VIVIENDAS RURALES UBICADAS EN LA PARTE INFERIOR.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
390	COMPLEJO			FUERTES LLUVIAS Y SISMOS, ESCOMBROS O CANCHALES ACUMULADOS EN FUENTE PENDIENTE (45°-50°), FRACTURAMIENTO FUERTE EN ROCAS DEL SUBSTRATO.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	ENTRE TOCO GRANDE Y CAMBAY	346 756	8 082 263	2 200	PD	M	1	2	2	2	AFECTA CERCA DE 500 M DE TROCHA CARROZABLE.	B ZAVALA C. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	INDICADOR ESPERADO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DEPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	AMBITO	VALOR PUNTO	RIESGO	DESCRIPCIONES	PUNTO	TITULO
381	COMPLEJO		CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS	LADERAS DE PENDIENTE ENTRE 30°-40° CON PRESENCIA DE DETRITOS SUELTOS (ESCOMBRERAS), FÁCILMENTE REMOVIBLES POR LUVIAS COPIOSAS Y MOVIMIENTOS SÍSMICOS.	TACNA	CANDARAVE	CARAN	CERCA DE CAMRAYA	348 208	8 083 371	2 250	D M	2	4	Afecto terreno de cultivo y andenería, canal de regadío, se presenta también chorrevas y erosión en surcos.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
382	COMPLEJO		CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS	DEPOSITOS PROCLASTICOS POCO CONSOLIDADOS; ESCORPIMENTA DE AGUJA SUPERFICIALES EN PERIODOS LUVIOSOS.	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	SECTORES DE MULLUNTOTORA-PALLATA	372 000	8 088 000	3 000	D M	2	4	Afecta en parte terrenos de cultivo y trocha carrozable y caminos de herradura.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
383	COMPLEJO		CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS	NATURALEZA DE LAS ROCAS DEL SUBSTRATO Y SUELOS RESIDUALES CON AUSENCIA DE VEGETACION; ESCORPIMENTA CON LUVIAS EXCEPCIONALES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	MARJEN DERECHA DEL RIO CHULLUYAL	306 050	8 115 550	2 560	PD A	1	3	EROSION, EN CARICAVAS, MODERADA EN ZONA INTANGIBLE POR PRESENCIA DE TERRAZAS EN ANDENERIA PIERHISPANICAS.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
384	COMPLEJO		CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS	ACCION EOLICA POR MATERIAL DISPONIBLE DE ACARRO POR EL VIENTO EN MORFOLOGIA DE PAMPAS OBJETIVADAS.	AREQUIPA	ISLAY	COCACHACRA		222 812	8 116 025	680	PD B	1	1	Afecta moderadamente trocha carrozable poco transitada entre Pampa El Toro y Rio Tambo; por sectores.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
385	COMPLEJO		CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS	AVENIDAS FUERTES EN EPOCA ESTACIONAL DEL RIO TAMBO; PALTA DE DESBORDAMIENTO DE ROCAS Y AGUJAS DE ESCOMBROS.	AREQUIPA	ISLAY	COCACHACRA	SECTOR CHICA ALTA	222 860	8 119 360	245	D A	2	6	Afecta principalmente areas de terrenos de cultivo en ambas márgenes.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
386	COMPLEJO		CAIDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS	LADERAS DE MODERADA A FUERTES PENDIENTE (35°-40°); PRECIPITACIONES EXCEPCIONALES; SISMOS FUERTES.	AREQUIPA	ISLAY	COCACHACRA	SECTOR LA HACIENDITA	222 025	8 118 115	300	PD B	1	1	Afecta algunas corrales del sector y también trocha carrozable a Quechua y Uchma.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
387	EROSION FLUVIAL			AVENIDAS ESTACIONALES Y/O EXTRAORDINARIAS DEL RIO TAMBO; AUSENCIA DE DEFENSAS DE RIBERA.	AREQUIPA	ISLAY	COCACHACRA	1 KM AGUAS ARRIBA DE QUELUGUA CHICA	226 375	8 110 528	220	PD M	1	2	Afecta trocha carrozable interrumpiendo paso de vehículos a Quechua y Uchma en el periodo de avenidas.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
388	EROSION FLUVIAL			CRECIDAS DEL RIO TAMBO DURANTE EL VERANO LUVIOSO EN LA SIERRA.	AREQUIPA	ISLAY	COCACHACRA	SECTOR LUCHAS	229 400	8 116 100	340	PD B	1	1	EROSION EN MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TAMBO; HACIA AGUAS ARRIBA SE HA COLOCADO DIQUE DE ENROSCADO QUE PROTEGE AREAS DE CULTIVO DEL SECTOR.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
389	DESPRENDIMIENTO			ROCAS TUFACEAS (TOMAS ROSADAS SENCAS) MAY FRATURADAS; TALUDES SUBVERTICALES; SISMOS.	AREQUIPA	AREQUIPA	LA JOYA	QUISHUARAN	206 400	8 185 300	1 830	PD A	1	3	Afecta trocha carrozable Arequipa-Quishuamarka Joya, algunas viviendas ubicadas en la parte baja del sector.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
400	DESPRENDIMIENTO			ROCAS INTUSIVAS FRATURADAS; LADERAS SUPERIORES ESCORPIDAS; SISMOS.	AREQUIPA	AREQUIPA	TIABAYA		220 450	8 176 586	2 400	PD B	1	1	CON SISMOS PODRA INTERRUMPIR CARRETERA CERRO VERDE-TIABAYA.	B.ZAVALA C. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
401	DESPRENDIMIENTO			MATERIALES COLUVIALES Y VOLCANICOS PARCIALMENTE SATURADOS POR AGUAS DE REGADIO.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	CARRETERA MOQUEGUA-TORATA	304 226	8 103 745	2 000	D M	2	4	MALOSORO EN TRAMO DE CARRETERA EN MARGEN DERECHA DE RIO COCOTECA.	A.GUZMAN M. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
402	EROSION DE LADERAS			ROCAS VOLCANICAS FACILMENTE EROSIONABLES POR AGUAS DE ESCORPIMENTA PROVENIENTES DE FILTRACIONES DE CANAL HUMEDRIENDO TALUDES, PROVOYENDO INESTABILIDAD.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA		304 284	8 105 943	2 200	PD B	1	1	MARJEN IZQUIERDA DEL RIO COCOTECA.	A.GUZMAN M. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
403	DESPRENDIMIENTO			ROCA MAY FRATURADA, PENDIENTE ALTA DEL TALUD; SISMOS.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA		302 106	8 108 677	2 200	PD M	1	2	ZONA MUY INESTABLE EN ROCAS VOLCANICAS MUY FRATURADAS; TALUD DE 70-80° DE PENDIENTE PARADAS DE FRATURAS; 100 M O. 07 M E. 2 NOPE.	A.GUZMAN M. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
404	EROSION FLUVIAL			CAUCE DIVAGANTE DEL RIO LUVIAS ESTACIONALES ORIGINAN AVENIDAS FUERTES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	LOCUMBA		311 196	8 050 628	650	D A	2	6	INESTABILIDAD EN LA BASE DE LOS TERRAPLENES DE LA CARRETERA; EXISTEN DEFENSAS CON Muros DE CONCRETO Y CAMIONES.	A.GUZMAN M. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
405	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			NATURALEZA DEL SUELO, LUVIAS; PENDIENTE FUERTE DE LAS LADERAS; SISMOS; INVOLUCRA ROCAS VOLCANICAS.	TACNA	TARATA	TARATA	MARJEN IZQ. RIO TICALAJCO	362 300	8 070 800	3 400	PD B	1	1	TORRETES DE CULTIVO; SE OBSERVA UNA ESCARPA DE GRAN LONGITUD CASI RECTA.	A.GUZMAN M. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
406	DESPRENDIMIENTO			ROCA VOLCANICA RICHTICA MUY FRATURADA; INCENTIVACION SISMICA.	TACNA	TARATA	TARATA	TICAYCO TARATA	380 752	8 080 828	3 050	PD B	1	1	DERRUMBE ESTABILIZADO.	A.GUZMAN M. Y G. VALENCIUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
407	DESPRENDIMIENTO			DEPOSITOS COLUVIALES Y FILLOS DE LUVIAS MAY FRATURADAS (EN CUNA Y PLANAR); SISMOS; PENDIENTE PROMANCIADA.	TACNA	TACNA	PACHA	RM 118-117 CARRETERA TACNA-HAZO CRUZ	418 845	8 053 727	4 772	PD A	1	3	CORTE CERRADO DE CARRETERA QUE AFECTA 300-600 M.	L. FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')
408	DESPRENDIMIENTO			FLUJOS DE LUVIAS EN BLOQUES Y DEPOSITOS COLUVIALES; PENDIENTE DEL TALUD; AGUAS DE LUVIA Y SISMOS.	TACNA	TACNA	PACHA	RM 112-000 - 115-000 CARRETERA TACNA-HAZO CRUZ	418 659	8 051 026	4 960	PD M	1	2	Afecta tramo de carretera en corte cerrado.	L. FIDEL S. Y B.ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18°30')

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18'30")

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	INCLINACIÓN	VALOR INICIAL	VALOR FINAL	RIESGO	OBSERVACIONES	FECHA	TÍTULO
409	DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS		LADERAS CON FUERTE PENDIENTE COMPUESTAS POR LAVAS MUY FRACTURADAS; SISMOS.	PUÑO	CHUCUITO	SANTA ROSA	KM 172 CARRETERA TACNA-AMAZO CRUZ-ILAVE	419 251	8 095 524	4 370	PD	B	1	1	PUEDO INTERRUPTIR TRAFICO CARRETERO CON FUERTES SISMOS	L. FIDEL S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
410	FLUJO	FLUJO DE LODO OCASIONAL		CAIDAS DE DETRITOS EN ROCAS FRACTURADAS ACUMULADOS EN LAS FALDAS Y QUEBRADAS; LLUVIAS Y DESHIELOS.	TACNA	TACNA	PACHA	SECTOR PASO DE LOS VIENTOS (KM 109-900 AL 108-200)	414 300	8 051 250	4 310	PD	M	1	2	FLUJOS DE DETRITOS Y DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS POR SECTORES.	L. FIDEL S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
411	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		SOCAMIENTOS DE LA BASE DEL TALLO INFERIOR EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO CALLAZAS EN MATERIAL VOLCÁNICOS (FLUJOS PROCLASTICOS).	TACNA	CANDARAVE	OULAHUANI-BITALARA		370 000	8 005 600	2 300	PD	B	1	1	APECTO TERRENOS DE CULTIVO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
412	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL		LLUVIAS EXCEPCIONALES Y ESTACIONALES; MATERIAL SUELO EN BU CARACTER; PENDIENTE.	TACNA	JORGE BASADRE	LABAYA	PAQUJUA	352 322	8 074 378		D	A	2	3	APECTO TRAMO DE CARRETERA A CURIBAYA, VIVENDAS Y TERRENOS DE CULTIVO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
413	EROSIÓN DE LADERAS			MATERIALES POCO CONSOLIDADOS; FILTRACIONES DE AGUAS DE REGADÍO.	TACNA	CANDARAVE	QULAHUANI	SECTOR SAN ISIDRO	365 105	8 043 077	3 000	D	A	2	3	APECTO LA CARRETERA AFIRMADA QUE CONDUCE A ARCICOTA Y TERRENOS DE CULTIVO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
414	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL		LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES; MATERIAL DISPONIBLE DE ACARBEO.	TACNA	JORGE BASADRE	LABAYA	ANDOGIRCA (MARGEN DERECHA RÍO CURIBAYA)	351 508	8 073 532	1 690	D	A	2	3	APECTO PUEBLO DE ANCOGIRCA Y LAS INSTALACIONES DE LA OC. IH ARCICOTA N° 2.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
415	EROSIÓN DE LADERAS			PRECIPITACIONES PLUVIALES;	TACNA	TARATA	TARATA	ALTO DE POMA	388 270	8 072 246	4 200	D	M	2	2	APECTO TRAMO DE CARRETERA CARROZABLE TAPATANI-CHALLAPALLA.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
416	EROSIÓN DE LADERAS			ROCAS SOBREGAS SUSCEPTIBLES A LA EROSIÓN POR ESCORPIENTA DE AGUAS DE REGADÍO.	PUÑO	CHUCUITO	PIZCOMA		454 766	8 124 284	4 200	PD	B	1	1		A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
417	DESPRENDIMIENTO	CAIDAS DE ROCAS		ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS; PENDIENTE ALTA (90°); SISMOS.	PUÑO	CHUCUITO	PIZCOMA	PIZCOMA	480 445	8 130 596	4 000	D	A	2	3	CON INCENTIVACIÓN SIEMCA POORJA AFECTAR PUEBLO DE PIZCOMA.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
418	EROSIÓN DE LADERAS			LLUVIAS PROCLASTICOS FACILMENTE EROSIONABLES CON PRECIPITACIONES PLUVIALES ABUNDANTES.	PUÑO	CHUCUITO	PIZCOMA	MARGEN IZQUIERDA RÍO CHARAHUJURA	461 376	8 141 865	4 200	PD	B	1	1	ACCION ANTRÓPICA CON QUEBNA DE LA VEGETACION EN LAS LADERAS.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
419	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL		LLUVIAS ESTACIONALES A EXCEPCIONALES; MATERIAL DISPONIBLE DE ACARBEO EN LA QUEBRADA Y LADERAS; EROSIÓN DE LADERAS.	TACNA	JORGE BASADRE	LABAYA	ODA COLOCATVA	359 470	8 073 099	1 400	D	A	2	3	DESTRUYO 12 VIVENDAS, ANIMALES Y PUEBLO UN MUERTO; MURO DE DEFENSA PUE DESTRUIDO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
420	BUJECO	BUJECO DE BLOQUES		FRACTURAMIENTO EN ROCAS VOLCÁNICAS; ZONA INESTABLE CON SISMOS Y FUERTES LLUVIAS.	TACNA	JORGE BASADRE	LABAYA	MARGEN DERECHA RÍO CURIBAYA	345 555	8 070 865	1 500	D	B	2	1	APECTO TERRENOS DE CULTIVO Y VIA CARROZABLE A CURIBAYA.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
421	EROSIÓN FLUVIAL			LLUVIAS ESTACIONALES ALIMENTAN CAUDAL DEL RÍO LOCUMBA ON VAGACIÓN DEL RÍO.	TACNA	JORGE BASADRE	LABAYA	ZONA DE LA PACHANA	337 889	8 070 545	1 250	D	A	2	3	EROSIÓN EN MARGEN DERECHA DEL RÍO LOCUMBA APECTO CARRETERA CARROZABLE Y TERRENOS DE CULTIVO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
422	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		ROCAS CONOLMERADICAS MUY FRACTURADAS (FM. MOQUEJUA); TALLIDES SUBVERTICALES INESTABLES; SISMOS; LLUVIAS COPIOSAS EXCEPCIONALES.	TACNA	JORGE BASADRE	LABAYA	MARGEN IZQUIERDA RÍO LOCUMBA	336 233	8 068 842	1 100	PD	A	1	3	TALLIDES VERTICALES DE 70 M DE ALTURA. HA AFECTADO TERRENOS DE CULTIVO.	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
423	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		SATURACIÓN DEL SUELO POR FILTRACIONES DE LA PARTE SUPERIOR EN TERRENOS DE CULTIVO; SOCAMIENTOS DE LA BASE DEL TALLO POR EL RÍO PALCA; LLUVIAS FUERTES.	TACNA	TACNA	PALCA	MARGEN DERECHA DEL RÍO PALCA	388 354	8 034 109	3 000	PD	M	1	2	APECTO TERRENOS DE CULTIVO	A. GUZMÁN M. Y G. VALENZUELA O.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
424	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		DESPLAZAMIENTO DE AGUAS DE RIEGO; DEPÓSITOS COLUVIALES.	TACNA	CANDARAVE	SAN PEDRO	SECTOR AGUAS ABAJO DEL CASERIO DE PATAPATANI	367 220	8 184 450	3 450	D	M	2	2	APECTO TERRENOS DE CULTIVO EN LADERA, MARGEN DERECHA DEL RÍO CALLAZAS.	L. FIDEL S. Y B. ZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
425	ARENAMIENTO			ACCIÓN EOLICA	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	DIVISORIA RUTA A VITOR (K. 920-947)	200 050	8 172 410	1 300	PD	B	1	1	ARENAMIENTO EN UN TRAMO DE 4 KM AFECTADOS CON POSIBILIDAD DE ACCIDENTES; REQUIERE ATENCIÓN PERMANENTE	M.T.C. DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
426	ARENAMIENTO			ACCIÓN EOLICA	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JOSÉ	K967-981 RUTA REPARTICIÓN R690 (P. S. R)	198 000	8 166 000	1 050	PD	B	1	1	ARENAMIENTO QUE ABARCA UNA LONGITUD DEL TRAMO CARRETERO DE 5 KM; PUEDE CAUSAR ACCIDENTES TERRESTRES	M.T.C. DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
427	ARENAMIENTO			ACCIÓN EOLICA	AREQUIPA	IBLAY	LA JOYA	RUTA SAN JOSÉ- CACHENO DIVIS. #09 (K. 990-1021)	185 000	8 137 610	1 200	PD	B	1	1	ARENAMIENTO EN UN TRAMO DE 9 KM. PUEDE ORIGINAR ACCIDENTES Y REQUIERE ATENCIÓN PERMANENTE	M.T.C. DIRECCIÓN GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")
428	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		DERRUMBIE Y ARENAMIENTO: ODA EL TUNEL; CARGAVAS; ODA; FLUJO; AMBAS MARGENES; DEPÓSITOS INCONSOLIDADOS SUELOS; DESPRENDIMIENTOS DE ROCAS FRACTURADAS Y ALTERADAS.	AREQUIPA	AREQUIPA	CHIGUATA	TUNEL CERRO VARIETA	253 800	8 166 240	4 200	PD	B	1	1	DERRUMBIE EN ROCAS VOLCÁNICAS Y SECTORES EN DEPÓSITOS COLUVIALES	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR- QUILCA	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA SUR (16°-18'30")

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	UPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARALELO	LONG.	LAT.	ALT.	AMPL. HORIZONTAL	AMPL. VERTICAL	RIESGO	CONSERVACIONES	PUENTE	TÍTULO	
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FRAGMENTACIÓN DE ROCAS ASIENTAMIENTO HUMANO MUY CERCA A LA ZONA DE PELIGRO; SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	PUERTO NUEVO-VITOR	106 300	8 177 600	1 200	D	M	2	4	PUEDEN AFECTAR A VIVIENDAS DEL BARRIO DE PUEBLO NUEVO	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FRAGMENTACIÓN DE ROCAS DE LA F.M. MOQUEJUA; PELIGRO; SISMOS; BLOQUES SUELTOS; FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALUD	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR VALENCIA GRANDE	189 035	8 176 650	2 200	D	M	2	4	PUEDEN CAUSAR DAÑOS A LA TROCHA CARROZABLE EN EL SECTOR DE VALENCIA GRANDE Y TERRENOS DE CULTIVO	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FRACTURAMIENTO DE ROCAS F.M. MOQUEJUA, ARENISCAS, LIMOLITAS, ARENISCAS LIMPOSAS, SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR MOCCORO	194 735	8 182 680	1 970	D	M	2	4	PUEDEN AFECTAR TERRENOS DE CULTIVO (SECTOR MOCCORO) Y GRANJAS	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FRACTURAMIENTO DE ROCAS DE LA F.M. MOQUEJUA, ARENISCAS, ANCLITAS; SISMOS; FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	AREÑO LA CANO-EX HACIENDA ABAD PUEBLO VITOR	106 800	8 173 300	1 280	D	M	2	4	PUEDEN AFECTAR A VIVIENDAS Y TERRENOS DE CULTIVO DE ZONA LA CANO	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			INTENSO FRACTURAMIENTO DE ROCAS DE LA F.M. MOQUEJUA; SISMOS; FUERTE PENDIENTE; INCOMPETENCIA DE MATERIALES	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	LA CAPILLA AGUAS ABAD PTE.VITOR	105 150	8 171 250	1 100	PD	M	1	2	AFECTAN LA TROCHA CARROZABLE VIVIENDAS RUSTICAS Y ALGUNAS ÁREAS DE CULTIVO; EN UN TRAMO DE 100 M.	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			RESISTENCIA DIFERENCIAL DE LOS MATERIALES ARENISCAS ANCLITAS CON CALAMERADOS Y DESPROLINALES EN LA PARTE SUP. PRESENCIA DE APRETAMIENTOS Y BLOQUES BUELTOS, SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA	SIGUAS	M 17450 ANTES DE PTE. SIBUAS (M. DERECHA)	806 300	8 191 150	1 400	D	M	2	4	PUEDEN INTERFERIR CARRETERA PANAMERICANA SUR EN EL KM 917-920	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			INTENSO FRACTURAMIENTO DE DEPÓSITOS PROLINALES FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALUD	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE SIGUAS	KM-200 CARRET PANAMERICANA SUR	803 400	8 186 200	1 200	PD	M	1	2	PUEDEN AFECTAR TROCHA CARROZABLE	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			INTENSO FRACTURAMIENTO DE ROCAS DE LA F.M. CAMANA; SISMOS; FUERTE PENDIENTE; ARENISCAS, COQUINAS, ESCALINADAS	AREQUIPA	AREQUIPA	CAMANA	K12450 TROCHA LOS CERRILLOS-QUILCA	761 000	8 154 300	50	PD	M	1	2	AFECTA LA TROCHA CARROZABLE ENTRE PLAYAS LAS CUEVAS Y QUILCA	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIBUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FUERTE FRACTURAMIENTO DE ROCAS INTRUSIVAS ANTIPLASABRTE PENDIENTE; SISMOS; FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALUD; LUMVAS	AREQUIPA	CAMANA	NICOLÁS DE PIÉROLA	GERCA DE PAMPATA (CERRO EL TUNEL)	745 205	8 166 490	200	D	A	2	3	AFECTA TROCHA EN UN TRAMO DE 300M CANAL Y TERRENOS DE CULTIVO; CONOSOS DE DERRUMBOS Y DESPRENDIMIENTO DE BLOQUES DE HASTA 4 M. DE DIÁMETRO.	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FUERTE FRACTURAMIENTO EN ROCAS INTRUSIVAS ANTIPLASABRTE; SISMOS; DESPRENDIMIENTO DE BLOQUES HASTA 3 M. DE DIÁMETRO.	AREQUIPA	CAMANA	NICOLÁS DE PIÉROLA	MASPAS	748 140	8 170 345	250	PD	A	1	3	AFECTA TROCHA CARROZABLE SAN GREGORIO-SOCRO; Y TERRENO DE CULTIVO	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			ROCAS MUY FRACTURADAS Y AGRIETADAS (FRACTURAS EN CUÑA); TALUD NATURAL Y TALUD DE CORTE; INESTABLES POR SISMOS	AREQUIPA	CAMANA	NICOLÁS DE PIÉROLA	FRENTE C/SOTO MARBENIZO DE RI	752 120	8 173 080	150	D	A	2	3	LOS DERRUMBES POSTERIORES HAN AFECTADO LA TROCHA CARROZABLE CAMANA; LOS MOLLES Y TERRENOS DE CULTIVO (ZONA CRÍTICA); VARIANTE SE HA RECONSTRUIDO	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			ROCAS METAMÓRFICAS (GREISES) MUY FRACTURADAS; FALLADAS Y DIACLASADAS; TALUD FUERTE 75°; SISMOS; SOCAVAMIENTO DEL RÍO	AREQUIPA	CAMANA	NICOLÁS DE PIÉROLA	PALCAN	768 300	8 165 150	600	PD	A	1	3	AFECTARÁ TERRENOS DE CULTIVO, REPRESENTARÁ EL RÍO SE CONSIDERA PD POR LA INCIDENCIA MENOR DE DESTRUCCIÓN, A LA RZ. DE 60.	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA RÍOS CAMANA-MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			ROCAS METAMÓRFICAS (GREISES) MUY FRACTURADAS; FALLADAS Y DIACLASADAS; FUERTE PEND. - 40°-70° SE CAE POR ACTIVIDAD SÍSMICA	AREQUIPA	CAMANA	NICOLÁS DE PIÉROLA	CERCA A PALO PARADO	765 770	8 181 600	450	PD	A	1	3	AFECTA TERRENOS DE CULTIVO	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			MATERIALES SEDIMENTARIOS MUY FRACTURADOS (CONG. TOMAS ARENAS); PRESENCIA DE YESOS INESTABLES CON SISMOS Y LUMVA	AREQUIPA	GASTILLA	HUANCAVELICA	RECCO CERRO	769 905	8 219 660	600	D	A	2	3	PUEDEN AFECTAR CARRETERA HUANCAVELICA Y TERRENOS DE CULTIVO; LA CARRETERA PUEDE SER AFECTADA EN APROXIMADAMENTE 1,5 KM	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			ROCAS ARENISCAS, CUARTIZAS, LUTITAS MUY FRACTURADAS Y DIACLASADAS TALUDES NATURALES VERTIC.; SISMOS Y LUMVAS	AREQUIPA	GASTILLA	APLAO	MAMAS	768 000	8 212 600	570	D	A	2	3	AFECTA CARRETERA ASFALTADA HACIA APLAO; TERRENOS DE CULTIVO	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			ROCAS CALIZAS, ARENISCAS, LUTITAS CARBONOSAS MUY FRACTURADAS; PRESENCIA DE SALES Y SULFATOS; SISMOS; PRECIPITACIÓN	AREQUIPA	GASTILLA	APLAO	QUERULPA GRANDE	767 700	8 210 950	550	D	A	2	3	AFECTA CARRETERA ASFALTADA TERRENOS DE CULTIVO, ALGUNAS VIVIENDAS, AFECTA 0,9 KM DE CARRETERA	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES
DESPRENDIMIENTO	DERRUMB			FRACTURAMIENTO PARALELO AL TALUD; FRACTURAMIENTO PARALELO (PLANAS) Y CUÑA DE CUARTIZAS INTERCALADAS CON LUTITAS CON BIZAMIENTO A FAVOR DEL TALUD; PRESENCIA DE SALES, SULFATOS; SISMOS; PRECIPITACIONES	AREQUIPA	GASTILLA	URACA	FRENTE A SANTO DOMINGO	770 137	8 208 684	530	D	A	2	3	AFECTA CARRETERA CORRIENTE APLAO EN TRAMO DE 1-1,5 KM. TERRENOS DE CULTIVO Y VIVIENDAS RUSTICAS; ZONA CRÍTICA DESPRENDIMIENTO DE ROCAS	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMANA - MAJES

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE ESPECÍFICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARALELO	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD	ESCALA	PROYECTO	INSTRUMENTOS	FECHA	TÍTULO
DESPLAZAMIENTO	DERRUMBIE			FUERTE FRACTURAMIENTO EN ROCAS METAMÓRFICAS, TALUD DE CORTE DE CARRETERA ENTRE 70° Y VERTICAL, FALLAS, SISMOS	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCONA	BANAJA LLOCANA (AL DERECHA DEL RÍO OCCONA)	700 800	8 162 200	100	D M	2	4	L FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
DESPLAZAMIENTO	DERRUMBIE			ROCAS METAMÓRFICAS MAY FRACTURADAS, TALUDES ENTRE 75° Y 85°, POSIBLES FALLAS EN CUÑA Y PLANARES.	AREQUIPA	CAMAÑA	OCCONA	AL SUR DE LA PLANCHADA (RM 708+000 AL 704+000)	695 700	8 164 400	100	D M	2	4	L FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
DESPLAZAMIENTO	DERRUMBIE			INTENSO FRACTURAMIENTO EN ROCAS VOLCÁNICAS, FUERTE PENDIENTE, SISMOS, REACTIVACIÓN DEL VOLCÁN.	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	LADERA OESTE DEL VOLCÁN MISRI	237 780	8 194 500	3 400	D A	2	3	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA RÍO OULCA-BHUALAS-VITOR
DESPLAZAMIENTO	DERRUMBIE			INTENSO FRACTURAMIENTO EN LAS ROCAS DE LA FORMACIÓN YUPA, FRECUENCIA DE AGUA, FILTRACIONES, SISMOS, FUERTE PENDIENTE DE LADERA (80°)	AREQUIPA	CAILLOMA	HUANCA	PIE DE SAN BASILIO, MARG. IZD. RÍO PICHININGA	180 500	8 223 510	3 000	D A	2	3	INGENIEMET, 1993 L FIDEL Y S. CASTRO	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA DEL RÍO OULCA-BHUALAS-VITOR
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			MATERIAL CUATERNARIO INHOMOGÉNEO, PUNTONES DE ROCA VOLC. MAY FRACTURADA, TALUD DE CORTE INESTABLE, FILTRACIONES.	AREQUIPA	AREQUIPA	CHAPACATO	K18,3 CARRETERA HAGA CHIGUATA	228 500	8 193 150	2 980	PD M	1	2	INGENIEMET, 1985 FIDEL SNOLL LONEL	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO VITOR-BHUALAS-OULCA
COMPLEJO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL Y FLUJO DE DETRITOS			DESPLAZAMIENTO DEL TAMBOR-PIE DE LA CUESTA O DESPLAZAMIENTO DE VITOR	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR EL TAMBOR (PIE DE CUESTA)	192 494	8 177 659	2 350	D M	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS BHUALAS-VITOR-OULCA. MINERO PERÚ (AÑO 1979). RESEÑA QUINTANILLA MENCIONA COMO EL DESLIZAMIENTO DE VITOR.
COMPLEJO	DESPLAZAMIENTO ROTACIONAL-TRASLACIONAL			FRACTURAMIENTO INTENSO DE ROCAS DE LA PAMACOLGUA, FILTRACIONES DE AGUAS DE LA IRRIGACIÓN EN LA PAMPA SUPERIOR, SISMOS RESISTENCIA DIFERENCIAL	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR FRENTE A ANCHO TACAY (ABLAO-PUENTE VITOR)	185 910	8 171 400	1 250	D A	2	3	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO VITOR-BHUALAS-OULCA
DESPLAZAMIENTO	DERRUMBIE Y FLUJO DE DETRITOS			INTENSO FRACTURAMIENTO DE LA PAMACOLGUA; FILTRACIONES DE LA IRRIGACIÓN EN LA PARTE SUP.; FUERTE PENDIENTE, SISMOS, INCOMPETENCIA DE MATERIALES.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR FRENTE A HUANCHIPA (M. IZD. RÍO VITOR)	183 940	8 166 480	1 000	D A	2	3	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO VITOR-BHUALAS-OULCA
DESPLAZAMIENTO	CAÍDA DE ROCAS Y FLUJO DE DETRITOS			INTENSO FRACTURAMIENTO DE ROCAS DE LA FORMACIÓN MOQUEGUA, SISMOS Y FUERTE PENDIENTE, FILTRACIONES DE LA IRRIGACIÓN DE LA PARTE SUPERIOR.	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	SECTOR FRENTE A HDA. LA OCHO	181 780	8 184 950	1 225	D A	2	3	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS BHUALAS-VITOR-OULCA
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			INTENSO FRACTURAMIENTO FM. MOQUEGUA; FILTRACIONES DE LA IRRIGACIÓN; SISMOS; RESISTENCIAS DIFERENCIALES	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE SIGUAS	SAN JUAN DE SIGUAS, FRENTE A PACHAQUI	903 196	8 183 206	1 300	D M	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS BHUALAS-VITOR-OULCA
DESPLAZAMIENTO	PANDEO			FUERTE FRACTURAMIENTO DE LOS TALUDES; FUERTE PENDIENTE. PALLADOR; SISMOS; DESLIZAMIENTO EN CUÑA; AL INHOMOGÉNEO; DESPUNTES ALUJO - PROLIVALES; MAL USO DE AGUAS DE REGADÍO	AREQUIPA	CAMAÑA	SAN GREGORIO - PIÉRCOLA	FRENTE A SONAY	757 290	8 174 216	500	PD A	1	3	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CHAMAÑA - MAJES.
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			DESPLAZAMIENTO FUERTE DE ROCAS Y MATERIAL DE COBERTURA LLUVIAS; SISMOS; FUERTE PENDIENTE DE TERREN AP. CANAL DE REGADÍO EN EL CUERPO DEL DESLIZAMIENTO.	AREQUIPA	CAYLLOMA	HUANCA	SAN BASILIO-LADERA SO	189 296	8 223 490	3 000	D A	2	3	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS BHUALAS-VITOR-OULCA
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			EN LA PALDA DEL MATERIAL DE COBERTURA LLUVIAS; SISMOS; FUERTE PENDIENTE DE TERREN AP. CANAL DE REGADÍO EN EL CUERPO DEL DESLIZAMIENTO.	AREQUIPA	CAYLLOMA	HUANCA	FALDA CERRO LLURACHOCO	187 550	8 225 080	3 000	D A	2	3	INGENIEMET, 1986	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS BHUALAS-VITOR-OULCA
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			DESPLAZAMIENTO ANTIGUO REACTIVADO AL CONSTRUIR CARRETERA TRAMO PUENTE PAIS VASCO-TAYA; INCOMPETENCIA DE MATERIALES; AGUAS DE REGADÍO Y AGUAS DE LLUVA.	AREQUIPA	CAYLLOMA	LUITA		187 280	8 223 650	3 000	D A	2	3	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS BHUALAS-VITOR-OULCA

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE SÍSMICO	FECHA	NOMBRE	CAUSAR	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	DIR	INSTRUMENTOS	VALORES SISM.	PERIODO	OBSERVACIONES	PUNTEO	TÍTULO
DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL			DEPOSITOS PROLVIALES, ROCAS ARENSICAS Y CAJAZAS MUY FRACTURADAS, CANALES DE REGADÍO, PLANCO DERECHO DE QUEBRADA	AREQUIPA	CAYLLOMA	LLUTA	FRENTE A TAYA	168 900	8 226 630	3 360	D A		2	3	6	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
DESPLAZAMIENTO				INCOMPETENCIA DE MATERIALES EN TI; FUERTES PRECIPITACIONES; POSIBLE EROSIÓN FLUVIAL, SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIHUAS	FRENTE A TINTIN	812 390	8 196 440	1 475	D B		2	1	2	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
COMP-EJO	DESPLAZAMIENTO Y FLUJO DE DETRITOS			COMPETENCIA DE MATERIALES (FM, MOQUEGUA); FILTRACIONES DE AGUAS DE IRRIGACIÓN MAJES UBICADA EN LA PARTE SUPERIOR.	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE SIHUAS	ENTRE LA RAMADA PACHAQOUI FRENTE A HDA. SANTA ANA	801 981	8 182 127	1 150	D M		2	2	4	INGENIEMET, 1985; SET, 2000.	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA ESTUDIO DE RIESGOS GEOLÓGICOS DE LA FRANJA N° 1.
DESPLAZAMIENTO	PANDEO			INTENSO FRACTURAMIENTO EN ROCAS METAMÓRFICAS (GNEIS) PROLVIALES DESPLAZAMIENTO EN CUNA Y PLANARES; SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA	PUEBLO NUEVO	CAYÓN DEL RÍO SIHUAS	790 650	8 194 620	700	D M		2	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
CONPLEJO	DESPLAZAMIENTO Y FLUJO DE DETRITOS			DESPLAZAMIENTO DE SANTA ISABEL DE SIHUAS	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIHUAS	MARGEN IZQUIERDA DEL VALLE DE SIHUAS (SANTA ISABEL DE SIHUAS)	810 000	8 193 500	1 360	D M		2	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ROCAS PROCLÁSTICAS MUY FRACTURADAS; DESPRENDIMIENTO DE ROCAS CON SISMOS O PRECIPITACIONES Y ALTERADAS; FUERTES PENDIENTES SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA		CABECERA ODA JATUNACCO	261 870	8 223 670	4 400	PO A		1	3	3	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS Y ALTERNADAS; FUERTES PENDIENTES SISMOS	AREQUIPA	AREQUIPA	CAYMA	LA CHULMA-FRENTE ASOC. VIVIENDA BUEN AMANECER	226 300	8 191 440	2 625	D A		2	3	6	INGENIEMET, 1983 L FIDEL SIMOL.	EST. GEOC. DE LA CUENCA DEL RÍO SIHUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			INCOMPETENCIA DE MATERIALES/ROCAS VOLCÁNICAS SOBRE LA FM. MAURE	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	COLPACCOCHA	275 850	8 217 250	4 120	D M		2	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			INTENSO FRACTURAMIENTO, ROCA VOLCÁNICA, FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	SECTOR CHARCANI V. LADEIRA NO	239 790	8 299 200	4 000	D A		2	3	6	INGENIEMET	EST. GEOC. DE LA CUENCA DEL RÍO SIHUAS-VITOR-QUILCA
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			FRACTURAMIENTO ROCA VOLCÁNICA, FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	CERRO JAYO	245 150	8 229 890	4 250	D A		2	3	6	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA DEL RÍO QUILCA-SIHUAS-VITOR
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			FRACTURAMIENTO INTENSO DE ROCAS VOLCÁNICAS, FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	LA JOYA	QDA. HONDA	203 890	8 187 630	1 648	PO M		1	2	2	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA RÍOS QUILCA-SIHUAS-VITOR
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			PLANOS DEL RÍO CHILI CON ROCAS MUY FRACTURADAS QUE FORMAN DISCONTINUIDADES PLANARES Y EN SUELO	AREQUIPA	AREQUIPA		AGUAS ARRIBA PTE. QUISHUAYANI	207 900	8 194 850	1 750	PO B		1	1	1	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA RÍOS QUILCA-SIHUAS-VITOR
DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS			FRACTURAMIENTO INTENSO EN ROCAS DE LA FORMACIÓN MIOCENO (ARENISCAS), FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	LA CAPILLA	283 890	8 171 230	1 089	D M		2	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA RÍOS QUILCA-SIHUAS-VITOR
EROSIÓN DE LADERAS				MATERIAL INCONSOLIDADO DE BAJA CUALIDAD/PROCLÁSTOS, TUFOS ARENSICAS TUFALICIAS, CÁRCAVAS; MALA UBICACIÓN DE REPRESA, FILTRACIONES DEL VASO DE LA PRESA EL FRAYLE	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	QUEBRADA EL CAZADOR	264 260	8 214 100	4 080	PO A/E		1	4	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS SIHUAS-VITOR-QUILCA
EROSIÓN FLUVIAL		03-94		FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES E INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RÍO MAJES.	AREQUIPA	CASTILLA	HUANCARQUI	PUNTE HUANCARQUI	788 290	8 220 785	600	D A		2	3	6	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMAMA - MAJES
EROSIÓN FLUVIAL		01-94		INCREMENTO DEL CAUDAL DEL RÍO MAJES POR FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES	AREQUIPA	CASTILLA	APLAO	QUEBRADA GRANDE	768 840	8 210 990	500	D A		2	3	6	INGENIEMET, 1984	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS CAMAMA - MAJES
EROSIÓN FLUVIAL				ACCIÓN DINÁMICA DEL RÍO SIHUAS EN LA MARGEN IZQUIERDA	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIHUAS	FRENTE A GUJAN	808 675	8 192 665	1 375	PO A		1	3	3	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO SIHUAS-VITOR
EROSIÓN FLUVIAL		02-88		INTENSAS PRECIPITACIONES PLUVIALES; DESBORDE DE LA REPRESA DE AGUADA BLANCA	AREQUIPA	AREQUIPA	YANAHUARA	PUNTE ABELARDO QUINONES	228 900	8 186 000	2 360	D M		2	2	4	EL CONSERGIO, 02-08	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO SIHUAS-VITOR
EROSIÓN FLUVIAL				FUERTES PRECIPITACIONES GRAN CUENCA DE RECEPCIÓN/ABUNDANTE MATERIAL SUELO	AREQUIPA	AREQUIPA	CHIGUATA	ODA INVERSA	243 200	8 183 950	2 950	D M		2	2	4	INGENIEMET, 1985	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA DEL RÍO VITOR-QUILCA-SIHUAS.

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NUMERO EFECTIVO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJES	LONG	LAT	ALT	AMENAZA	VULNERABILIDAD	TIPO DE RIESGO	PREVENCIONES	INVEST.	TITULO
500	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA DE EL PERAL	FUERTE PRECIPITACION PLUVIAL, AMPLIA CUENCA DE RECEPCION	AREQUIPA	AREQUIPA	YARABAMBA	YARABAMBA BAJO	225 800	8 188 250	2 450	D M	2	4	Afecta Carretera Yarabamba - Chapi en un tramo de 160 M y terreno de cultivo.	INGEMMET, 1985	ESTUDIO GEODINAMICO DEL RIO RHUAS VITOR-QUILCA
501	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO ODA MOLLES-SOCSO	DEPOSITO SUELO AGUILLADO, LLUVIAS EXCEPCIONALES, PENDIENTE DE FUERTE A MODERADO	AREQUIPA	CAMAÑA	SAN GREGORIO PIEROLA	QUEBRADA PULUMINAS	705 650	8 175 200	180	D A	2	5	Cultivo	INGEMMET, 1984	RÍOS CAMAÑA - MAJES
502	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO ODA MOLLES-SOCSO	DEPOSITOS INCONSOLIDADOS ODA LOS MOLLES LLUVIAS EXCEPCIONALES, PENDIENTE FAVORABLE	AREQUIPA	CAMAÑA	NICOLAS DE PIÉROLA	DESBARRIADURA ODA. LOS MOLLES-SOCSO	781 000	8 177 000	230	D A	2	5	Afecta terrenos de cultivo, canal de irrigación y trocha carrozable en las épocas de crecidas	INGEMMET, 1984	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS CAMAÑA - MAJES
503	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO ODA COSSOS	ABUNDANTE MATERIAL INCONSOLIDADO EN LA CUENCA, CUENCA DE RECEPCION GRANDE, LLUVIAS EXCEPCIONALES, QUEBRADA ANCHA	AREQUIPA	CASTILLA	APLAO	QUEBRADA COSSOS	788 887	8 223 817	680	D M	2	4	Afecta la carretera asfaltada hacia Uraca, Chacubambra, Cotahuisa y otros, bacheo construido insuficiente para paso de huayco que presenta 2 a 3 brazos de cauce con pendiente suave.	INGEMMET, 1984	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS CAMAÑA - MAJES
504	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO ODA QUEBRADA SICERA	ABUNDANTES DEPOSITOS SUELOS INCONSOLIDADOS, URAN CUENCA DE RECEPCION LLUVIAS EXCEPCIONALES ODA SICERA; ANCHO DE CAUCE AMPLIO Y PENDIENTE SUAVE DE QUEBRADA.	AREQUIPA	CASTILLA	URACA	PEDREGAL - ODA SICERA	772 900	8 204 700	600	D M	2	4	Fuere afectar parte del pedregal, terrenos de cultivo, establos, canal y trocha carrozable a sicera.	INGEMMET, 1984	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS CAMAÑA - MAJES
505	FLUJO EXCEPCIONAL	31-05-82	FLUJO ODA EL PERAL	LLUVIAS EXCEPCIONALES EN EL AREA; QUEBRADAS CORTAS DE FUERTE PENDIENTE, CON ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN SUS LADERAS.	AREQUIPA	CARAVEL	ATICO	ENTRE ATICO Y CERRO DE ARENA	652 000	8 204 050	78	D A	2	5	20 HUAYCOS GRANDES Y 8 MENORES BLOQUEARON KM 796-728 PANAMERICANA SUR ARLANCO 300 VEHICULOS. PROBLEMAS DE ADAPTECIMENTO. QUEBRADAS PRINCIPALES: TONO, LOS CHAMAS, Y OBLUJO.	CRDC-INDECI	ARCHIVO 1982
506	FLUJO EXCEPCIONAL	12-01-95	FLUJO ODA DE EL PERAL	PRECIPITACIONES PLUVIALES	AREQUIPA	CAYLOMA	LLUTA	QUEBRADA MOLLE	919 980	8 227 150	3 140	PD M	1	2	28 FAMILIAS FUERON DAMNIFICADAS	CRDC - INDECI	ARCHIVOS 1995
507	FLUJO OCASIONAL	25-01-85	FLUJO ODA DE EL PERAL	FUERTES LLUVIAS EN LA ZONA, ACTIVACION FLUJO DE LODO EN LA ODA CHILINA	AREQUIPA	AREQUIPA	YANAHUARA	CHILINA	229 330	8 188 960	2 450	PD M	1	2	FLUJO DE LODO INUNDÓ LA ESCUELA DE SUBOFICIALES PNF DE CHARCANI	CRDC - INDECI	ARCHIVOS 1995
508	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO ODA MELDAR	LLUVIAS EXCEPCIONALES, AMPLIA CUENCA DE RECEPCION; ABRUCANTE FUERTES PRECIPITACIONES, GRAN CAUCE POR VIVENDAS Y TERRENOS DE CULTIVO, MATERIAL SUELO ABUNDANTE BASURA, FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	ODA. DE MILLO	192 650	8 191 200	1 245	D B	2	1	Puede destruir terrenos de cultivo.	INGEMMET, 1985	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
509	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA MELDAR	FUERTES PRECIPITACIONES, GRAN CAUCE POR VIVENDAS Y TERRENOS DE CULTIVO, MATERIAL SUELO ABUNDANTE BASURA, FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	MARIANO MELGAR PAUCARPATA	TORREENTERA MELDAR	233 358	8 184 154	2 345	D A	2	3	DAÑO URBA MOJOLE, GUALI SAN FRANCISCO Y CO. DOMINGO FREITE A FERIA DEL ALTA URBA PABUYA TERMINAL TERRESTRE, QUEBRADAS DE APORTE HUANAVAL Y HUANAQUEROS.	INGEMMET - J. TICOMA, UNSA	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
510	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA MIRAFLORES	FUERTES PRECIPITACIONES, REGULAR CUENCA DE RECEPCION; ABUNDANTE MATERIAL SUELO; INVASION DE CAUCE POR VIVENDAS, PUENTES	AREQUIPA	AREQUIPA	MIRAFLORES	MIRAFLORES	211 654	8 185 388	2 400	D M	2	2	DAÑOS IMPORTANTES EN URBA FRANCISCO MOSTAZO, PUENTE ARNADO, AGUAS ABAJO DEL PUENTE ELAS AGUIRRE	INGEMMET, 1985, J. TICOMA, UNSA	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
511	FLUJO OCASIONAL	08-03-88	FLUJO ODA LAZARO	PRECIPITACIONES EXCEPCIONALES; FUERTE PENDIENTE; INVASION DEL CAUCE POR VIVENDAS	AREQUIPA	AREQUIPA	MIRAFLORES	TORREENTERA SAN LAZARO	220 426	8 186 262	2 350	D M	2	2	DAÑOS EN EL PUEBLO SAN LAZARO (TORRE DE ALTA TENSIÓN); DESBARRIADURA EN EL RIO CHILI	INGEMMET, 1985, J. TICOMA, UNSA	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
512	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA ZAMACOLA	AMPLIA CUENCA DE RECEPCION; FUERTE PENDIENTE; INVASION DEL CAUCE	AREQUIPA	AREQUIPA	CERRO COLORADO	ZAMACOLA	277 200	8 190 820	2 800	D M	2	2	DAÑOS EN DEAN VALDAMA, PTE. LA CONCORDIA, URBS. JUAN DORTI, PRIMAVERA MAGISTERIAL, FLORA TRISTAN Y LINEA FERREA	INGEMMET, 1982, J. TICOMA, UNSA	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
513	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA INDEPENDENCIA	PRECIPITACIONES EXCEPCIONALES; VERTIDOS DE BASURA Y ESCOMBROS EN SU CAUCE; CONSTRUCCION DE LA AV. FRANCISCO MOSTAZO.	AREQUIPA	AREQUIPA	ALTO SELVA ALEGRE	PP. J.J. INDEPENDENCIA	220 000	8 188 050	2 410	D M	2	2	DAÑOS EN AREAS ADYACENTES A LA AV. FRANCISCO MOSTAZO, DESBARRIADURA EL 08-02-84 AFECTO A VARIAS VIVENDAS DEL SECTOR DE PAMPAS DE POLANCO.	INGEMMET, 1985, J. TICOMA, UNSA	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
514	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA PAUCARPATA	FUERTES PRECIPITACIONES; ABUNDANTE MATERIAL SUELO; QUEBRADA CON FUERTE PENDIENTE	AREQUIPA	AREQUIPA	PAUCARPATA	COLPARENE, ODA PISAC	234 220	8 198 100	3 540	D M	2	2	Puede haber resquebrajamiento del rio Chili, afecta carretera Arequipa - Cusco	INGEMMET, 1985	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
515	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA PAUCARPATA	PRECIPITACIONES EXCEPCIONALES (ODA SANTO DOMINGO); INVASION DEL CAUCE POR VIVENDAS Y TERRENOS DE CULTIVO	AREQUIPA	AREQUIPA	PAUCARPATA	FRONTE A PITAY	233 114	8 182 818	2 450	D M	2	2	DAÑOS POSIBLES EN PADENES DE AV. JENES, AV. KENNEDY, CALLE COLÓN, PUENTE SAN MARTIN Y AREAS ADYACENTES	INGEMMET, J. TICOMA, UNSA	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS RHUAS - VITOR - QUILCA
516	FLUJO EXCEPCIONAL		FLUJO ODA CARACHAMBA	EN LA ODA, CARACHAMBA, FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES ESTACIONALES; EXTENSA CUENCA; ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN SU LECHO.	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	FRONTE A PITAY	814 000	8 205 400	1 680	D M	2	2	Puede afectar acueducto del canal de conducción de la C.H. de QUICAPAMPA, TERRENOS DE CULTIVO.	INGEMMET, 1985	ESTUDIO GEODINAMICO CUENCA RÍOS VITOR - RHUAS - QUILCA
517	FLUJO OCASIONAL		FLUJO ODA CHACACANI	FUERTE PENDIENTE; FUERTES PRECIPITACIONES; MATERIAL SUELO; DESBARRIAD. ERUPCION	AREQUIPA	AREQUIPA	CAYMA	CHACACANI Y NO DEL VOLCAN MISTI	238 600	8 200 000	3 300	C M	3	2	Puede afectar Chacacani y resquebrajamiento Chili; provocar daños aguas abajo.	INGEMMET, 1985	ESTUDIO GEODINAMICO DE LA CUENCA DEL RIO QUILCA-SHUAS-VITOR

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE EPISODIO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	MARQUE	LONG.	LAT.	ALT.	R.	CLAS.	VALOR. NUB.	RIESGO	CONSERVACIONES	ESTRUCT.	TÍTULO	
541	LANAR			ERUPCIÓN VOLCÁNICA FUERTES PRECIPITACIONES, SISMOS, ACUMULACIÓN DE NEVE EN LAS FALDAS DEL VOLCÁN	AREQUIPA	AREQUIPA	AREQUIPA	VOLCÁN MISTI	241 900	8 195 700	5 320	C	M	2	6	LAS FUERTES PRECIPITACIONES DEL VOLCÁN BUACTIVO LA HACEN DE ALTO RIESGO POR LANAR CON CONSECUENCIAS ACUMULACIÓN EN EL VALLE DEL RÍO CHILUAYO Y LA CIUDAD DE AREQUIPA. EN EL FUTURO PUEDE AFECTAR LA CARRETERA AREQUIPA - PUNO.	INGENIEMET, 1985.	ESTUDIO ECONÓMICO DE LA CUENCA DEL RÍO QUILCA-SHUAS-VITOR.	
542	FLUJO	REPTACIÓN DE SUELOS		FILTRACIONES DE AGUA EN DEPÓSITOS RESIDUALES Y DELUMALES SUJITOS.	AREQUIPA	AREQUIPA	SAN JUAN DE TARUCANI	PATI	290 300	8 221 000	4 350	B	PD	1	1				
543	LANAR			VOLCÁN UBINAS. ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN LAS FALDAS DEL VOLCÁN, FUERTES PRECIPITACIONES, NIEVE Y ERUPCIÓN DEL VOLCÁN EN ÉPOCAS DE INVIERNO (CON NIEVE).	AREQUIPA-MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	VOLCÁN UBINAS	297 300	8 191 500	5 000	C	M	3	2	6	EN LA ACTUALIDAD EL RIESGO DE LOS LANARES A DISMINUIDO POR POCOA PRESENCIA DE NIEVE EN LAS PALDAS DEL VOLCÁN, QUEBRADAS CON PELIGRO DE DESPRENDIMIENTO, RÍO SACAUYA Y OTROS MENDRONES.	INGENIEMET 1985.	ESTUDIO GEODINÁMICO DE LA CUENCA DEL RÍO SHUAS-VITOR-QUIKA
544	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		POSIBILIDADES DE TALUDES CON MATERIAL DEZORNABLES, NATURALIDAD DE AGUAS, Y OCORRANLES.	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	CARUMAS	SECTOR PUENTE VIZCACHA 77779 (RUTA MOQUEGUA-PUNO)	350 000	8 160 500	4 000	PD	B	1	1				
545	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		MATERIALES DE LAVARES, INCONSOLIDADOS, CORRIANDES RESCORPES, MAL USO DE AGUAS DE REGO, SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA		268 001	8 161 700	3 000	D	M	2	4	AFECTA ANGENES Y TERRENOS DE CULTIVO.	L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 98.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SW DEL PERÚ.	
546	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		SATURACIÓN DEL MANTO MUEBLE, ACCIÓN DE LA GRABADA FUERTE ALTERACIÓN Y FRACTURAMIENTO DE LAS ROCAS SUBYACENTES	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	FUEBLO DE UBINAS	302 218	8 187 370	3 375	D	M	2	4	SIN DAÑO EN LAS VIVIENDAS, SÓLO HAY AFECTADO TERRENOS ERVAZOS.	COMPILACIÓN DE ESTUDIOS GEOLÓGICOS S. MENDIVIL M.A. RIVERA VERA.	REMOCIÓN DE TIERRAS EN EL DISTR. DE UBINAS. COMISIÓN CARTA GEOLÓGICA NACIONAL (BOL. 13, 1984).	
547	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		SUBRELEVACIÓN DEL MANTO MUEBLE, ACCIÓN DE LA GRABADA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA		268 901	8 159 247	3 070	PD	M	1	2	2			
548	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		GRAN VOLUMEN DE MATERIAL MUEBLE Y CORRIANDES POR LAS FALDAS VOLCÁNICO CON TALUDES CON ALTO COEFICIENTE DE MATERIAL ANCLORO, FUERTE INCLINACIÓN DE SUPERFICIE DEL SUBSTRATO, PRESENCIA DE ESCARPA.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	A 200 M ALS DE UBINAS (CDA CHARICUCHO)	301 227	8 187 181	3 300	PD	A	1	3	3	MINORAMIENTO ESCALONADO EN 3 BLOQUES PRINCIPALES BIENIDO EL SUP. E INTERA. MÁS RECIENTES, ESCARPAS ENTRE BLOQUES SON CASI VERTICALES, AFECTA AREAS DE CULTIVO.	INGENIEMET, 1984. MENDIVIL.	REMOCIÓN DE TIERRAS EN EL DISTRITO DE UBINAS
549	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		ACCIÓN DE LLUVIAS GRAN VOLUMEN DE MATERIAL MUEBLE CON TALUDES Y CUBIERTAS DÉRITICAS, POCOA VEGETACIÓN.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	CERRO CABRACHANCHA Y CARAHUAYO	301 416	8 187 151	3 400	PD	B	1	1	1	SE TRATA DE UN DESPLAZAMIENTO ANTIGUO ESTABILIZADO, SIN HUELLAS DE REACTIVACIÓN	INGENIEMET, 1984	REMOCIÓN DE TIERRAS EN EL DISTRITO DE UBINAS
550	DESPRENDIMIENTO	DERRUMBIE		LLUVIAS GRAN VOLUMEN DE MATERIAL MUEBLE ACCIÓN DE LA GRABADA; DIMINUCIÓN DE PUNTOS DE APOYO DE SUPERFICIES LIGERAS	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	NORTE DEL CT HUASTUQUE-FALDA C' CABRILLA	301 140	8 161 391	3 600	PD	B	1	1	1	DEGRADAR ANTIGUO SIN HUELLAS DE REACTIVACIÓN.	INGENIEMET, 1984	REMOCIÓN DE TIERRAS EN EL DISTRITO DE UBINAS
551	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		INCLINACIÓN DE TALUDES BUELO POCO COHERENTE, INFLUENCIA DE AGUA ESTRATOS A FAVOR DE PENDIENTE	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	CHILATA	261 684	8 162 056	3 070	D	M	2	2	4	AFECTO TERRENOS DE CULTIVOS.	RIVERA VERA-SOP TOMO 32, 1987	DESPLAZAMIENTO DE TIERRAS MOQUEGUA
552	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		DEPÓSITOS DE LAVARES Y TUFOS INCONSOLIDADOS A MEDIANAMENTE LLUVIAS, PENDIENTE DE TALUDES PRONUNCIADA (80°-70°); SISMOS, EROSIÓN EN LADERAS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS	ANEXO TONCHUYA	300 500	8 184 650	3 050	D	M	2	2	4	DEBILIZAMIENTO ANTIGUO; BU REACTIVACIÓN AFECTARÍA LA CARRETERA ANASCAPA-TONCHUYA Y PARTE DEL PUEBLO DE TONCHUYA. SE OBSERVAN DOS ESCARPAS MAYORES SEMICIRCULARES.	L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 1998.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
553	DESPRENDIMIENTO	CAIDA DE ROCAS		ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS, CON TALUDES CASI VERTICALES; SISMOS.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	PUQUINA	CERCA DE CHURRUAYO	287 350	8 182 000	3 200	PD	M	1	2	2	PUEDE AFECTAR TRAMO DE 1 KM DE LA CARRETERA PUQUINA-OMATE, ASÍ COMO TERRENOS DE CULTIVO.	L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 98	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
554	FLUJO	HUAYCO OCASIONAL		FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES DEPÓSITOS INCONSOLIDADOS EN VARIAS OZAS AFUENTES DEL RÍO TAMBO (OZAS COALAJUE, AGUADA, BUENA, CINTURA DE MONO Y AMARILLO).	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	COALAJUE	OZAS COALAJUE, AGUADA BUENA, CINTURA DE MONO)	283 700	8 156 000	2 250	D	A	2	3	6	DOS FUENTES DESTRUÍDOS, VARIOS KM DE CARRETERA, 20 HA DE TERRENOS DE CULTIVO ENTERRADOS.	CRUCINDICI ARCHIVOS 1994.	
555	FLUJO	HUAYCO EXCEPCIONAL		GRAN CUENCA DE RECEPCIÓN, ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN CUENCA Y CAUCE, LLUVIAS EXCEPCIONALES.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	QUINISTAQUILLAS	QUEBRADA PACHAS	1 500	8 144 000	2 900	D	M	2	2	4	PUEDE REPRERAR EL RÍO TAMBO; HAY EVIDENCIAS DE QUE ESTE HUAYCO REPRESA AL RÍO.	L. FIDEL Y S. NUÑEZ	RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SURESTE DEL PERÚ.
556	FLUJO	HUAYCO OCASIONAL		AMPLIA CUENCA DE RECEPCIÓN Y ABUNDANTE MATERIAL SUELO EN ELLA; LLUVIAS EXCEPCIONALES. SE MANIFIESTA COMO FLUJOS DE BARRO.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	QUINISTAQUILLAS	QUEBRADA JUN	289 750	8 147 450	2 610	D	M	2	2	4	PUEDE AFECTAR TERRENOS DE CULTIVO.	L. FIDEL Y S. NUÑEZ	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN LAS PRINCIPALES CIUDADES DEL SURESTE DEL PERÚ.
557	DESPLAZAMIENTO	DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL		GRABADA; NATURALIDAD DÉRITICA DE LA CUBIERTA; ACCIÓN DE AGUAS, LLUVIAS FUERTE INCLINACIÓN DE SUPERFICIE.	MOQUEGUA	GENERAL SANCHEZ CERRO	UBINAS		289 992	8 167 166	3 600	PD	B	1	1	1	SISTENCIA DE DOS ESCARPAS CON INCLINACIÓN DE 60° Y UN SALTO DE 2M.	INGENIEMET, 1984	REMOCIÓN DE TIERRAS EN EL DISTRITO DE UBINAS

RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1 (16°-18°30')

TIPO DE MOVIMIENTO	NOMBRE EMPERFIDO	FECHA	NOMBRE	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARAJE	LONG	LAT	ALT	P	R	M	VALOR PUNTA	RIESGO	OBSERVACIONES	POBRES	TITULO
560	ARENAMIENTO			ACCIÓN EÓLICA	TACNA	JORGE BASADRE	LOCUMBA	SECTOR ODA-HONDA-TACNA K 1216-1230	297 000	8 047 850	500	PD	B		1	1		M.T.C. DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE	
561	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBIE	ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS, CORTE DE CARRETERA 40° A 30° DE PENDIENTE, SISMOS, LUVIAS.	TACNA	TARATA	CANDARAVE		368 400	8 090 500	3 080	PD	M		2	2		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
562	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBIE	DEPOSITOS INCONSOLIDADOS (BO) AVANCHA (BOROS DE COLAPRO) Y DEPOSITOS DE LAPARES, CON BLOQUES DE HASTA 4 M DE DIAMETRO. MAL USO DE AGUAS DE REGADO, SISMOS.	TACNA	TARATA	TARATA	ENTRE TARATA Y TICACO	360 800	8 068 050	3 010	PD	M		2	2		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
563	DESPRENDIMIENTO		DERRUMBIE	DEPOSITOS INCONSOLIDADOS (LAVARROS), LUVIAS INTENSAS, MAL USO DE AGUAS DE REGADO, SISMOS.	TACNA	TARATA	TICACO		369 320	8 069 400	3 150	PD	M		2	2		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
564	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	INFILTRACION DE AGUA DE REGADO Y LUVIAS INTENSAS EN LA PARTE SUPERIOR DE LA GRAVEDAD	TACNA	TARATA	CANDARAVE	CASERIO DE CHUMINA MAR, DER. RIO	369 790	8 064 428	3 550	PD	B		1	1		M.T.C.-1976	INSP. GEOL. DESLIZAMIENTOS EN CARRETERA TARATA-CANDARAVE-MAZO CRUZ
565	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	ELTRACIONES DE AGUAS DE REGADO; SISMOS.	TACNA	CANDARAVE	HUANJARA	PALLATA	369 399	8 068 017	3 250	D	A	2	3	6		CROC-INDECI	ARCHIVOS 1963.
566	DESPLAZAMIENTO		DESPLAZAMIENTO TRASLACIONAL	DEPOSITOS INCONSOLIDADOS (LAVARRS); MAL USO DE AGUAS DE REGADO, FUERTES PRECIPITACIONES PLUVIALES, SISMOS.	TACNA	TARATA	TARATA	CARRETERA TARAT TICACO	369 485	8 068 927	3 100	D	M	2	2	4		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
567	DESPRENDIMIENTO		CAIDA DE ROCAS	ROCAS VOLCÁNICAS FRACTURADAS Y CON FUERTE PENDIENTE DE LADERAS, SISMOS.	TACNA	TACNA	PALCA	PASO DE LOS VIENTOS	415 800	8 051 700	4 880	D	M	2	2	4		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
568	DESPRENDIMIENTO		CAIDA DE ROCAS	GRANDES BLOQUES SUELTOS DE ROCAS VOLCÁNICAS HASTA DE 4 M. DE DIAMETRO EN TALUDES ROCOSOS DE FUERTE PENDIENTE (80°-70°).	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	SAN PEDRO	369 200	8 181 000	3 750	PD	M	1	2	2		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
569	DESPRENDIMIENTO		CAIDA DE ROCAS	ROCAS VOLCÁNICAS MUY FRACTURADAS QUE GENERAN BLOQUES SUELTOS DE HASTA 1.5 M. DE DIAMETRO; PENDIENTE PRONUNCIADA (40°-50°); SISMOS.	TACNA	CANDARAVE	YUCAMANE		369 000	8 059 800	3 140	D	M	2	2	4		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
570	EROSION FLUVIAL			RIO LABAYA INCREMENTO SU CAUDAL Y PODER EROSION POR LUVIAS Y LUVIAS ESTACIONALES	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	SECTOR CHEJAYA	341 500	8 070 650	1 500	PD	M	1	2	2		CROC-GRDC - INDECI	ARCHIVOS
571	EROSION FLUVIAL			FUERTES LUVIAS, BADO, ABUNDANTE MATERIAL SUELTOS EN LA CUERPADA CHUMUNAYANE	TACNA	CANDARAVE	CANDARAVE	ARICOTA	369 711	8 063 886	2 740	D	M	2	2	4		L. FIDEL Y S. NUÑEZ JULIO 96.	MAPAS DE RIESGO VOLCÁNICO EN PRINCIPALES CIUDADES DEL SO DEL PERÚ.
572	FLUJO		HUAYCO EXCEPCIONAL	LUVIAS EXCEPCIONALES; GRAN CUENCA DE RECEPCION.	TACNA	JORGE BASADRE	ILABAYA	QUEBRADA MIRAVE	339 450	8 068 900-	1 140	PD	A	1	3	3		CROC-INDECI	ARCHIVOS 1984.
573	FLUJO		HUAYCO EXCEPCIONAL	LUVIAS EXCEPCIONALES; MATERIAL DISPONIBLE EN LADERAS Y CUENCA DE CUERPADA SECA.	TACNA	TARATA	ESTIQUE PAMPA	ODA, CHECHUMANE O ODA, CHARA ISO C, TACNA-TARATA	369 903	8 028 110	3 200	PD	M	1	2	2		M.T.C. DIRECCION GENERAL DE TRANSPORTE TERRESTRE	
574	FLUJO		HUAYCO EXCEPCIONAL	TORRENCIALES LUVIAS ARRASTRARON MASAS DE LODO Y PIEDRA.	TACNA	TACNA	PALCA	ALTO PERU (100 K NE DE TACNA)	426 950	8 056 210	4 340	PD	M	1	2	2		EL COMERCIO 29-2-94.	HUAYCO INTERRUMPIEN EN TACNA TRANSITO POR CARRETERA INTERNACIONAL.

* | = Intensidad
 * R = Riesgo
 PD = Poco destructivo D = Destructivo
 A = Alto M = Medio
 B = Bajo

ANEXO N° 2

**PELIGROS HIDROLÓGICOS EN
LA FRANJA N° 1, REGISTRADOS
EN LA BASE DE DATOS
DEL INGEMMET**

PELIGROS HIDROLÓGICOS EN LA FRANJA N° 1, REGISTRADOS EN LA BASE DE DATOS DEL INGENMET

TIPO DE MOVIMIENTO	CÓDIGO	FECHA	CAUSAS	DPTO	PROVINCIA	DISTRITO	PARALELO	LONG	LAT	ALT	R	A	V	RIESGO	OBSERVACIONES	FUENTE	TÍTULO
INUNDACIÓN	140248		DESBORDE DEL RÍO SIGUAS ORIGINADO POR INTENSAS LLUVIAS QUE INCREMENTARON SU CAUDAL	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	A 1 KM AGUAS ABAJO DE LA HDA SAN BASILIO	810 000	8 104 595	1 905	D	M	2	4	CAUSA DAÑOS A TERRENOS AGRÍCOLAS	INGEMMET, 1965	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	140247		INCREMENTO DEL CAUDAL POR FUERTES LLUVIAS ORIGINARON DESBORDE DEL RÍO SIGUAS	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	500 M AGUAS ABAJO DE COJINES	813 160	8 201 150	1 550	D	M	2	4	APECTO TERRENOS AGRÍCOLAS	INGEMMET, 1965	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	140248		INCREMENTO DEL RÍO SIGUAS POR ANTE INTENSAS LLUVIAS	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	A 1 KM AGUAS ABAJO DE PITAY	814 410	8 205 000	1 850	D	M	2	4	APECTO TERRENOS DE CULTIVO	INGEMMET, 1965	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	140249		INTENSAS LLUVIAS INCREMENTARON CAUDAL DEL RÍO SIGUAS	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	A 800 M AGUAS ABAJO DE LLULLA	818 350	8 208 190	1 778	D	M	2	4	APECTO A TERRENOS AGRÍCOLAS	INGEMMET, 1965	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	140250		DESBORDE DEL RÍO SIGUAS CAUSADO POR INTENSAS LLUVIAS EN SU CUENCA ALTA	AREQUIPA	AREQUIPA	SANTA ISABEL DE SIGUAS	QUILCAPATA	813 170	8 202 820	1 595	D	A	2	6	DAÑO TERRENOS DE CULTIVO PUEDE AFECTAR DEFENSAS DE LA C. H. DE QUILCAPATA	INGEMMET, 1965	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍOS QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	140264		DINÁMICA FLUVIAL; LLUVIAS EXCEPCIONALES; SECTOR ENCAÑONADO	AREQUIPA	CASTILLA	URACA	ENTRE SARCAS Y EL ORANMADO	770 600	8 195 050	350	D	A	2	3	APECTA TERRENOS DE CULTIVO	INGEMMET, 1964	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO CAMANA - MAJES
INUNDACIÓN	140085		DINÁMICA FLUVIAL; AVENIDAS FUERTES	AREQUIPA	CASTILLA	URACA	LAS PALMAS	772 500	8 195 300	400	D	A	2	6	APECTA EX HDA LAS PALMAS; APECTO TERRENOS DE CULTIVO	INGEMMET, 1964	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO CAMANA - MAJES
INUNDACIÓN	140203	08-02-84	FUERTES PRECIPITACIONES; AUMENTO DEL CAUDAL DEL RÍO CHILI; DESBORDES	AREQUIPA	AREQUIPA	VITOR	RÍO VITOR	198 500	8 178 500	1 150	D	M	2	4	APECTO 90 HA DE TERRENOS DE CULTIVO	INGEMMET	
INUNDACIÓN	140240		DESBORDE DEL RÍO CHILI CAUSADO POR INTENSAS PRECIPITACIONES FLUVIALES EN SU CUENCA ALTA	AREQUIPA	AREQUIPA	YANAHUARA	CLUB INTERNACIONAL Y BALD GRAU	228 800	8 168 500	2 390	D	A	2	6	DAÑOS A LAS INSTALACIONES DEL CLUB INTERNACIONAL, TRES MUERTOS POR AHOGAMIENTO Y 500 FAMILIAS DAMNIFICADAS; SE INUNDÓ EL BARRIO OBRERO Y A LA MARINA	INGEMMET, 1965 DIARIO HOY, 10-02-88	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	140242		DESBORDE DEL RÍO CHILI POR FUERTES LLUVIAS EN SU CUENCA SUPERIOR	AREQUIPA	AREQUIPA	YANAHUARA	CHILINA	228 900	8 168 915	2 468	D	M	2	4	DAÑOS A VIVIENDAS CERCANAS A LA RIBERA DEL RÍO	INGEMMET, 1965	ESTUDIO GEODINÁMICO CUENCA RÍO QUILCA-SHUAS-VITOR
INUNDACIÓN	174		AUMENTO DEL CAUDAL DEL RÍO POR LLUVIAS EFECTACIONALES; FALTA DE DEFENSAS RIBERENAS; CURVA DEL RÍO; PENDIENTE SUAVE CON CAUCE AMPLIO	AREQUIPA	AREQUIPA	YAROBAMBA	PUNTE SOBRE RÍO YAROBAMBA	236 500	8 169 800	2 460	D	M	2	4	APECTA TERRENOS DE CULTIVO; MARGEN IZQUIERDA AGUAS ABAJO DEL PUNTE; NECESITA ENROSCADO DE APPROX. 200 M DE LONGITUD PARA DEFENSA DE INUNDACIÓN Y EROSION FLUVIAL; AUMENTAR ENROSCADO AGUAS ARRIBA DEL PUNTE (MARGEN DERECHA)	S. ZAVALA Y S. NUÑEZ	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS EN LA FRANJA SUR (19°-18'30")
INUNDACIÓN	211		ELEVACION DEL NIVEL DE AGUA DEL LAGO TITICACA POR LLUVIAS EXCEPCIONALES; UBICACION DE AREAS AGRICOLAS Y CRECIMIENTO URBANO EN TERRENOS DE INFLUENCIA DEL LAGO	PUNO	CHUCUITO	YUNGUYO	CALACOTO BAJO	497 000	8 282 000	3 915	D	MA	2	4	APECTARIA VIVIENDAS Y TERRENOS AGRICOLAS DE LOS SECTORES DE HUAYLEQUE, HUAYLANE Y CALACOTO BAJO	L. FIDEL B. Y BLZAVALA C.	ESTUDIO DE RIESGOS GEOLOGICOS EN LA FRANJA SUR (19°-18'30")

* I = Intensidad

* R = Riesgo

D = Destruccion

M = Medio

B = Bajo

A = Alto

RELACIÓN DE MAPAS

1. Mapa Hidrológico
2. Mapa Geomorfológico
3. Mapa de Unidades Litológicas
4. Mapa de Inventario de Peligros Geológicos de Remoción en Masa
5. Mapa de Amenazas Volcánicas
6. Mapa de Pendientes
7. Mapa de Peligros Geológicos Múltiples y Zonificación por Grado de Amenaza
8. Mapa de Ubicación de Obras de Infraestructura (Mapa de Instalaciones Críticas (MIC).
9. Mapa de Peligros Geológicos Múltiples e Instalaciones Críticas.
10. Mapa de Áreas Naturales Protegidas y Patrimonio Arqueológico.



Deslizamientos y derrumbes que afectan al centro poblado de Camilaca (Dist. Camilaca, Prov. Candarave, Dpto. Tacna)

Av. CANADÁ 1470 – SAN BORJA
Apartado 889 - Lima 41 - Perú
TELFOS.: 224-2963 • 224-2964 • 225-3128
FAX: (51-1) 225-4540

<http://www.ingemmet.gob.pe>
e-mail: informacion@ingemmet.gob.pe
ventas@ingemmet.gob.pe