

Marta Henríquez clasifica el clima del área como perhúmedo AB'Isa', de eficacia mesotérmica con poca o ninguna falta de agua durante el año. Se manifiesta en faja longitudinal N. a S. de la vertiente barlovento de la Cordillera de Los Andes entre 600 y 1.500 mts. Las precipitaciones oscilan entre 1.500 mm. y los 3.000 mm., con variaciones significativas anualmente al tomar como referencia el sector de Las Trancas. La temperatura media bordea los 10° C con marcadas mínimas medias de 1° C a 1.200 mts. de altura.

Del punto de vista del balance medio anual de humedad (Quintanilla, 1983), el sector presenta bajas restricciones, lo que le asigna características favorables para el desarrollo de bosques de roble (*Nothofagus obliqua*), raulí (*Nothofagus alpina*), lenga (*Nothofagus pumilio*) y el ñirre (*Nothofagus antártica*). Estas formaciones alcanzan hasta los 2.000 mts. de altura aproximadamente para dar paso a un piso anterior de pastos de altura y gramíneas denominado "estepa altoandina o coironal".

En el valle del Renegado, a la altura de las Termas, la vertiente umbría de pendientes fuertes, está conformada en su mitad superior, por una formación constitutiva michaicillo, parrilla, zarcilla, helechos y musgos. En la parte media y pasado de la ladera observamos un proceso de colonización de matorral de lenga retorcido con características arbustivas.

3.3 ANTECEDENTES HIDROGRAFICOS

La hoya hidrográfica del estero Renegado posee un patrón dendrítico y una jerarquía 4 en su confluencia con el Río Diguillín, con una longitud de cauces total de 163 Kms. y densidad de drenaje de 1.3 Kms.

El sistema es torrencioso con alimentación nival, con crecidas primaverales y episódicamente invernales como producto de fuertes concentraciones de precipitaciones en el sector andino medio.

La acción del estero da origen a un profundo cajón Cordillerano que ha permitido la ocupación humana, drenando un área de 132 Kms. cuadrados.

El caudal medio del estero Renegado es de aproximadamente 3.76 m³/seg. Además posee una centena de pequeñas quebradas en ambas laderas que aportan su escurrimiento estacional al curso principal.

4. RESULTADOS DE ANALISIS DE LOS RIESGOS

4.1 ENCUESTA

Esta primera fase resultó de alta importancia para el estudio, toda vez que se pudo recabar información de parte de los lugareños y de habitantes temporales (cabañas, refugios, etc.) así como de importante información que lleva al día la administración del complejo Termas de Chillán

Una primera aproximación de localización de sitios inestables pudo llevarse a cabo mediante este trabajo. Además, utilizando esta misma fuente se pudo establecer aproximadamente la frecuencia o periodicidad de los fenómenos y eventualmente los volúmenes de materiales desprendidos.

4.2 COBERTURA FOTOGRAFICA

El estudio necesitó asimismo el uso de una cobertura fotográfica del sector a una escala 1/30000.

Esta cobertura facilitó el acceso al conocimiento del sector en aquellas zonas inaccesibles y de difícil observación en terreno. Permitió además, una restitución de un fondo topográfico a escala 1/20.000 en el cual se presenta el sector de estudio desde el fondo del valle del Renegado hasta las cumbres que lo limitan.

4.3. DETERMINACION DE LOS DIFERENTES TIPOS DE RIESGOS.

El relieve accidentado de esta zona y las pendientes mayores de 50% a lo largo de casi toda la vertiente en estudio, conducen a considerar una localización bastante extendida de riesgo potencial. No obstante lo anterior, ha sido posible determinar 10 focos de riesgo actual. (Fig. N° 2)

4.3.1 NATURALEZA Y NIVELES DE RIESGO

La naturaleza del riesgo ha sido definida como aquella relativa al tipo de proceso dinámico. Estos son:

1. Derrumbe en masa
2. Caída de bloques
3. Caída de piedras
4. Deslizamiento gravitacional de material fino
5. Arrastre Torrencial

Los niveles de riesgo han sido clasificados en función de la infraestructura y personas que afecta, la periodicidad y los volúmenes de materiales desplazados. Estos son:

1. Riesgo débil
2. Riesgo moderado
3. Riesgo elevado
4. Riesgo muy elevado

SITIO 1 ARRASTRE TORRENCIAL (ALUVION)

Altura: 1.610 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de 31% en el lecho de torrente y 85% en ladera.
- Materiales profundamente alterados por meteorización.
- Concentración de fumarolas permanentes con fuerte producción de materiales de derrubios debido a procesos térmicos.
- Presencia de fallas ortogonales en formación de Batolito intrusivo de composición granítica.
- Fusión nival y lluvias estacionales de 1.500 mm. y un volumen acumulado de 1.500 mts. de nieve fresca.
- Ausencia de vegetación sustentable de ladera.
- Desprendimiento por acción del torrente en sus bordes.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo muy elevado: 4
- Afecta eventualmente a infraestructura hotelera, de andariveles, cafetería, piscinas, caminos internos y puentes.
- Proceso masivo con posibilidades de 14.000 m³. de materiales por cada evento.
- Periodicidad variables (7 años) con último evento el año 1991.

SITIO 2. CAIDA DE PIEDRAS

Altura: 1.600 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de un 85%
- Material diaclasado granítico expuesto.
- Presencia de vegetación aislada en es-

trato arbóreo.

- Procesos térmicos permanentes (diario y estacionales)
- Precipitación de 1.500 mm. anuales.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo moderado: 2
- Riesgo sobre instalaciones transitorias (picnic) por caída de piedras y materiales menores.
- Proceso leve con volúmenes inferiores a 1mt³ por evento.
- Periodicidad recurrente (Anual y permanente).

SITIO 3. DERRUMBE EN MASAS

Altura: 1.520 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de 80-85%
- Materiales graníticos diaclasados y meteorizados.
- Fuerte acción por termoclastia.
- Precipitaciones de 1.500 mm. anuales.
- Desarraigamiento vegetacional sustentable en la ladera con permanencia en la parte superior de desgarre de materiales.
- Apertura de ruta de acceso interrumpido en la pendiente normal de la ladera.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo elevado: 3
- Riesgo sobre el camino, vehículos y personas en tránsito.
- Proceso con volúmenes de 5 a 6 toneladas por evento.
- Periodicidad anual y permanente (Julio-Agosto).

SITIO 4. DESLIZAMIENTO GRAVITACIONAL DE MATERIAL FINO.

Altura: 1.490 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de 65%
- Materiales limos-arcillosos y cenizas volcánicas con bloques incrustados.
- Afloramientos de agua entre materiales

de distinta naturaleza con humectación de los mismos.

- Presencia de vegetación sustentadora con esbozos de desgarre o desraizamiento.
- Precipitación de 1.500 mm. anuales.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo débil: 1
- Riesgo sobre infraestructura caminera con eventual corte de tránsito.
- Procesos en germen por desplazamiento de masa compacta por gravedad.
- Periodicidad sin evidencias (potencial, agosto)

SITIO 5. CAIDA DE PIEDRAS Y DESLIZAMIENTO GRAVITACIONAL DE MATERIAL FINO.

Altura: 1.460 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de 65%
- Material de estructura mixta de fina a bloques angulosos y diaclasados.
- Humectación de los materiales por presencia de arroyada superficial e infiltración de la misma.
- Presencia de vegetación arbórea y matorrales sustentadores.
- Precipitación de 1.500 mm.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo moderado: 2
- Riesgo sobre camino, vehículos y personas en tránsito en zonas de curvas cerradas.
- Periodicidad anual (agosto).

SITIO 6. DESLIZAMIENTO GRAVITACIONAL DE MATERIAL FINO

Altura 1.410 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de 65%
- Materiales limo-arcillosos y cenizas volcánicas con bloques angulosos y diaclasados.
- Fuerte presencia de humedad en el subsuelo.

- Vegetación fundamentalmente arbustiva estable.

- Precipitación 1.500 mm.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo moderado: 2
- Riesgo sobre caminos, vehículos y personas en tránsito.
- Periodicidad anual (agosto-septiembre)

SITIO 7 CAIDA DE BLOQUES

Altura: 1.360 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de un 85%
- Material diaclasado granítico expuesto.
- Presencia de vegetación aislada en estrato arbóreo y matorral.
- Procesos térmicos permanentes (diario y estacionales)
- Precipitación de 1.500 mm. anuales.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo moderado: 2
- Riesgo sobre instalaciones de camino, personas y vehículos en tránsito.
- Periodicidad episódica y eventualmente anual (Mayo y agosto).

SITIO 8. ARRASTRE TORRENCIAL

Altura: 1.360 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente (85%)
- Desgarre de vegetación en los bordes con desprendimiento y aporte al lecho de bloques.
- Precipitación: 1.500 mm.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo moderado: 2
- Riesgo sobre caminos y puentes
- Fractura de tuberías
- Periodicidad episódica (agosto)

SITIO 9. CAIDA PIEDRAS Y DE BLOQUES

CONCLUSION

Altura: 1.330 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Pendiente de 85%
- Material diaclasado granítico expuesto con presencia de limos y arcillas.
- Presencia de vegetación arbórea y matorral.
- Precipitación de 1.500 mm. anuales.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo moderado: 2
- Riesgo sobre caminos, personas y vehículos en tránsito.
- Periodicidad anual (agosto).

SITIO 10. CAIDA DE PIEDRAS Y BLOQUES

Altura: 1.310 m.s.n.m.

Mecanismos de evolución:

- Fuerte pendiente de un 85%
- Material diaclasado granítico expuesto.
- Presencia de vegetación densa en estrato arbóreo y matorral en la parte superior de la zona de desgarre.
- Procesos térmicos permanentes (diario y estacionales)
- Precipitación de 1.500 mm. anuales.

Nivel de Riesgo:

- Riesgo elevado: 3
- Riesgo sobre instalaciones transitorias (carpas, tiendas) por caída de piedra, bloques y materiales menores.
- Proceso de volúmenes superiores a 1mt³ por evento.
- Periodicidad episódica.

La concepción de la metodología que se presenta es global, posible de aplicar a lo largo de todas las vías de comunicación del país por Geógrafos Físicos, Geólogos y otros, según un eventual plan que puede ser fácilmente puesto en operación por las autoridades responsables de la gestión o mantenimiento de las vías de comunicación.

El método presentado permite establecer documentos cartográficos homogéneos y generalizados, cuyo principal interés es mostrar la localización de los sitios peligrosos a las personas y a los bienes, su naturaleza y el nivel de riesgo en cuanto a su probabilidad de aparición y utilizables en consecuencia en las reglamentaciones.

Como metodología global y documento cartográfico generalizado como producto, este estudio está aún en curso de perfeccionarse. No puede ser de otra manera puesto que el objetivo final es la protección contra el fenómeno por lo que se necesita en consecuencia una metodología específica. Esta debiera considerar, aparte de la naturaleza y nivel de riesgo, la información geomecánica, topográfica y las dificultades de gestión y mantención de las vías de comunicación. Guardando siempre la característica aleatoria del fenómeno, este tipo de análisis específico debiera determinar las medidas de protección mejor adaptadas al sitio afectado y tener igualmente como finalidad la identificación precisa de los riesgos de derrumbes. Siendo el objetivo final la protección, el producto terminal debe ser la elaboración de propuestas de ejecución de trabajos de protección de la zona de estudio en sus diferentes sitios.

En este estudio de caso, donde se han evidenciado una serie de procesos relacionados a riesgos, se aprecia la ausencia de diagnóstico, previsión y protección ante los mismos por lo que se cree conveniente, debido a un uso cada vez más intenso de la ruta Las Trancas - Termas de Chillán, establecer estudios de detalle que permitan como objetivo final la realización de obras de arte en el marco de la protección frente a los riesgos ya sean de origen antrópico y/o natural.

BIBLIOGRAFIA

BRÜGGEN JUAN, 1948

BUROTTO M. CESAR, 1988

EDLICHER W. Y MARDONES M., 1988

GARLAND G., Y OLIVIER M., 1993

GONZALEZ P.F., 1978

HENRIQUEZ, MARTA, 1990

MARDONES MARIA, 1986

MENEROUD, J.P. 1976

MUÑOZ RAU, JUAN, 1993

QUINTANILLA, VICTOR, 1983

**REBOLLEDO J., BAEZA A.,
VERGARA M., 1996**

ROCHET, L., 1980

Contribución a la Geología de los Volcanes y Termas de Chillán. Imprenta Universitaria, Santiago.

Plan Seccional Termas de Chillán, comuna de Pinto. Ilustre Municipalidad de Pinto, Concepción.

Estudio Geológico en la Cordillera Andina a la latitud de Chillán. Revista Geográfica de Chile Terra Australis N° 31, pág. 35-67, Santiago.

Predicting landslides from rainfall in a humid sub-tropical region. Geomorphology 8, 165-173 Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam.

Exploración geológica en la región cordillerana de la Provincia de Ñuble, VIII Región. Instituto de Investigaciones Geológicas, Santiago.

Climatología de la Cuenca del río Itata. Revista Geográfica de Chile Terra Australis N° 33, pag. 7-27, Santiago.

Sistemas Naturales Integrados de la Región del Bío-Bío. Revista Geográfica de Chile Terra Australis N° 29, pág. 49-60, Santiago.

Cartographie des risques dans les Alpes-Maritimes (France), CETE d'Aix-en-Provence.

Morphodynamique et Risques Naturels dans le Champsaur (Hautes-Alpes, France). Methodologie et Cartographie des Risques Naturels-Enseignements de l'evolution de la législation. Thèse de Doctorat, 473 pág. L.A.M.A.-U.R.A. 344, C.N.R.S. Université Joseph Fourier, Grenoble 1, Francia.

Biogeografía de Chile. Colección Geografía de Chile, Instituto Geográfico Militar, Santiago.

Uso dendroenergético del bosque nativo en áreas precordilleranas de la Provincia de Ñuble, VIII Región.

Protection contre les éboulements rocheux. Méthodologie des études spécifiques. Application à l'étude de la zone de La Paz sur la ligne SNCZ Cuioz-Modane, Bull. liaison Labo. P. et Ch., 106, 1980.