

RESUMEN GENERAL

Debido al actual ciclo sísmico por el cual está pasando la región de Costa Rica, se han activado varias zonas sísmogénicas en Puriscal y Limón. Por este motivo, estos dos lugares fueron declarados "Áreas de Emergencia Nacional".

Por las pérdidas materiales causadas por ambos eventos sísmicos, se creó la necesidad de realizar inspecciones de tipo geológico-geotécnicas en los terrenos donde los damnificados y personas interesadas piensan construir sus viviendas. Lo anterior tiene como objetivo, prevenir y mitigar los efectos de futuros desastres en las dos regiones.

Tanto en Puriscal como en Turrialba, la fuerte actividad sísmica, sirvió como factor disparador de diversos deslizamientos que en algunos casos llegaron a afectar obras de infraestructura, tal es el caso del deslizamiento de los Angeles de Puriscal.

En Turrialba, los represamientos originados por deslizamientos regolíticos, y por la alta precipitación de la región, en las cabeceras de los ríos, provocaron inundaciones importantes que han sido causantes de graves daños en varias obras de infraestructura, tales como puentes, caminos vecinales y casas.

Además, en Turrialba, se presenta otra amenaza natural que está representado por la eminencia del Volcán Turrialba, del cual se conocen erupciones históricas, las últimas en 1864, con erupciones de ceniza.

En el área de Puriscal y alrededores, se han llegado a inspeccionar un total de 1543 casos de los cuales 1103

corresponden a permisos y 440 a permisos denegados. Quedan pendientes 427 casos.

En Turrrialba, se han inspeccionado 695 casos, de los cuales 604 corresponden a permisos y 91 corresponden a permisos denegados. Quedan pendientes 474 casos.

CUADRO RESUMEN: INSPECCIONES REALIZADAS

CANTON	No. PERMISOS	NO PERMISOS	FALTANTE	T.PARCIAL
Puriscal(1)	1103	440	427	1970
Turrrialba	604	91	474	1169
TOTAL	1707	531	901	3139

Entre las conclusiones más importantes común a los dos trabajos es que ambos territorios, están bajo amenaza constante de factores como deslizamientos, sismicidad, inundaciones y volcanismo. La amenaza volcánica evidentemente, no la tiene Puriscal pero comparte las demás amenazas.

Como una conclusión inherente a ambos lugares, es que se le debe dar continuidad a las labores iniciadas y sobre sectores que están sometidos a amenazas potenciales.

Se ofrecen en ambos reportes recomendaciones de los proyectos que a juicio de los autores deben realizarse.

En estos totales, se contempla, las inspecciones realizadas en los cantones de Mora, Turrubares / Acosta.

COMISION NACIONAL DE EMERGENCIA
DIRECCION DE PREVENCION Y MITIGACION
SECTOR DE AMENAZAS NATURALES

"INFORME GEOLOGICO-GEOTECNICO DE LAS LABORES REALI-
ZADAS EN EL CANTON DE PURISCAL."

ELABORADO: GEOL. GIOVANNI PERALDO HUERTAS
GEOL. JULIO MADRIGAL MORA

COORDINACION GENERAL:
GEOL. FERNANDO MOLINA ZUNIGA

-DICIEMBRE 1991-

RESUMEN:

Con motivo de la crisis sísmica de marzo-julio de 1990 y el evento del 22 de diciembre de 1990 de Puriscal, se planteó la necesidad de realizar inspecciones geológicas en los terrenos destinados a ser construidos por particulares, con financiamiento de varias instituciones.

En el siguiente cuadro resumen, se presenta el estado de las inspecciones llevadas a cabo desde enero a diciembre de 1991.

Cuadro resumen: Estado actual de las inspecciones llevadas a cabo en Puriscal.

DISTRITO	PERMISOS	NO PERMISO	FALTANTE
SANTIAGO	167	153	203
MERCEDES SUR	265	54	47
BARBALDAS	184	65	34
GRIFO ALTO	37	5	7
CANDELARITA	130	28	10
DESAMPARADITOS	32	15	15
SAN RAFAEL	58	7	14
SAN ANTONIO	88	84	65
TURRUBARES	14	-	-
MORA	126	29	20
ACOSTA	2	-	-
C. AGRICOLA C.	-	-	12
TOTAL	1103	440	427

También este informe, reúne los trabajos efectuados en Puriscal, realizados paralelamente a las inspecciones.

Aprovechando las visitas a diversos lugares del cantón se comenzó a trabajar en la elaboración de un Mapa de Geodinámica Externa, en el cual se ubican formas de erosión de los terrenos de Puriscal, y complementado con la información de deslizamientos de Mora et. al (1991).

Además, se realizó una Metodología para inspeccionar terrenos, para que sirva como un apoyo a profesionales que

tengan que realizar este tipo de trabajo, por alguna emergencia provocada por futuros desastres naturales.

Otro trabajo realizado en Puriscal, fue una recopilación de información histórica que sirvió para el proyecto de Microzonificación del deslizamiento de Santiago. Este proyecto se realizó con la intención de recopilar y reinterpretar la información hasta hoy existente, para plantear un criterio sobre el deslizamiento y sobre la problemática que significa el crecimiento urbano en dicho lugar.

Como dos conclusiones importantes del trabajo realizado, se obtiene:

-Existe ya conciencia en las instituciones del estado, relativas a la importancia de la inspección de terrenos por parte del geólogo, para una mayor seguridad para las personas. Esto significa que se ha creado la necesidad del profesional mencionado para inspeccionar el terreno para cualquier tipo de construcción.

-Del trabajo de investigación del deslizamiento de Santiago, se llegó a la conclusión que debido a la conjugación de amenazas naturales existentes en la región (relación entre amenaza pasiva-amenaza disparadora), hay que desestimular el desarrollo urbano en la ciudad de Santiago.

Se da como alternativa la búsqueda de áreas cercanas a la mencionada ciudad, que presenten condiciones estables de geodinámica externa, para establecer un núcleo poblacional planificado. Se piensa en Mercedes Norte, como una alternativa, pero no se descartan otras áreas.

INTRODUCCION

Antecedentes:

Durante el desarrollo del enjambre sísmico que azotó los cantones de Puriscal y Mora, entre mayo y junio de 1990, se generó la migración de muchos pobladores incidiendo en la socio-economía de la región. Por consiguiente, se publicó en la Gaceta No 122 del jueves 28 de junio de 1990, el decreto que declara área de Emergencia Nacional a los sectores de Puriscal y Mora que fueron afectados directamente por la actividad sísmica.

Desde entonces, Puriscal está regido por la "Ley General de Emergencia" y el "Reglamento de Emergencia Nacional".

El 22 de diciembre de 1990, se registró un sismo de 5,7^o en la Escala de Richter, generado por una falla local cercana a Santiago, que provocó otra vez el pánico en la región.

Por las amenazas naturales existentes en el cantón de Puriscal, la Comisión Nacional de Emergencia llega a contratar los servicios profesionales de dos geólogos para encargarse de las inspecciones de terrenos, extendiendo vistos buenos a los interesados que realizan trámites de préstamos para construcción en el cantón, como requisito indispensable para el visado de planos por parte de la Municipalidad de Puriscal.

Objetivos:

El trabajo realizado en Puriscal por parte de la Comisión Nacional de Emergencia, se basó en los siguientes objetivos:

Objetivo General:

El objetivo general del trabajo de geología en Puriscal,

es la realización de análisis geológicos en el cantón y alrededores tendientes a prevenir o mitigar los efectos que las amenazas naturales puedan ocasionar en los elementos vulnerables de la región.

Objetivos Específicos:

-Estudiar más detalladamente los fenómenos propios de la Geodinámica Externa para detectar áreas con problemas geológicos.

-Plantear al interesado soluciones prácticas, las cuales sirvan como medidas de prevención contra cualquier problema del área inspeccionada.

-Plantear medidas de mitigación para las áreas con problemas geológicos importantes.

Alcances:

Los alcances logrados hasta el momento en Puriscal son los siguientes:

-Inspección de terrenos (aspectos geológicos), donde las personas damnificadas y las no afectadas piensan construir sus viviendas, realizando además, un listado general de todas las personas que se inspeccionaron (permisos y no permisos) de los cantones de Puriscal, Mora y Turrubares.

-Dar charlas en escuelas con énfasis en aspectos geológicos del área, terremotos, deslizamientos y recomendaciones para cualquier evento anteriormente citado.

-Elaboración de una Metodología para inspeccionar terrenos, tomando todos los aspectos de la geodinámica externa.

-Elaboración de un Mapa de Geodinámica externa del cantón

de Puriscal y alrededores.

-Elaboración de una recopilación de datos históricos del cantón.

-Estudio geológico-geotécnico del deslizamiento de Santiago.

Metodología empleada:

En este informe, la metodología empleada, fue la integración de datos que aparecen en los Trabajos de Investigación elaborados en Puriscal, tratando de que los mismos tengan una unidad común, para con base en los trabajos y a las inquietudes surgidas, en el desarrollo de ellos, se obtengan conclusiones y recomendaciones de lo que falta por hacer en Puriscal. En el apéndice No 1, se presenta un diagrama de flujo de la metodología empleada en la observación de terrenos.

Problemas surgidos en el transcurso del tiempo de trabajo:

Los problemas que se han presentado en el transcurso de la realización del trabajo en Puriscal son:

-falta de vehículo en algunas ocasiones, lo que ha generado que se vean en esos periodos menos cantidades de casos. En algunas ocasiones se ha justificado por parte de la Comisión Nacional de Emergencia la ausencia de vehículo debido a fenómenos naturales como el Terremoto de Limón o algunas inundaciones en la zona atlántica; pero existen otros periodos de ausencia del vehículo en la cual no existe una justificación satisfactoria.

-Además, a finales del mes de octubre y a partir de

noviembre, las restricciones del combustible para el vehículo es un problema serio, por el motivo que para llenar el tanque se tiene que viajar a San José.

-En las inspecciones de terrenos, hay casos que están muy distantes, lo cual implica que el tiempo que se consume en dichas rutas impide que para una ruta distante, se puedan ver todos los casos de la misma.

-En la realización del estudio del deslizamiento de Santiago, se presentaron graves problemas originados en la falta de colaboración de la parte ingenieril de la comisión técnica nombrada, lo que causó que el informe final quedara sin un capítulo tan importante como la revisión detallada de las estructuras en Santiago. Además no se aportaron los datos de medidas de niveles freáticos de los pozos perforados y en pozos artesanales. Sin estos datos, el trabajo queda incompleto, pero no obsoleto; este comentario es debido a que la parte ingenieril que no cumplió satisfactoriamente con su papel dentro de la Comisión Técnica nombrada especialmente para estudiar el deslizamiento, aduce que el trabajo carece de validez científica. No obstante, el estudio, fue sometido a muchas revisiones exhaustivas, en las cuales se corregía y mejoraba. Además, si no fueron aportados los datos anteriormente citados, se nos dijo de la Comisión Nacional de Emergencia, que concluyéramos con lo que teníamos.

-En unos casos, el criterio geológico no se ha tomado en cuenta, toda vez que se han construido casas sin observar las recomendaciones del geólogo. Además surgió un conflicto entre las partes profesionales que laboran en Puriscal, referente a la construcción del templo de la localidad, pues se comenzó a

construir en un área con serios problemas geológicos (dos coronas principales de deslizamiento).

GEOLOGIA

Generalidades geológicas de la región de Puriscal

Las formaciones geológicas que generalmente se presentan, son la Formación Pacácua (Castillo, 1969) que presenta dos facies principales: una marina con areniscas gruesas y finas y brechas con clastos muy grandes tanto igneos efusivos como sedimentarios y lutitas negras (litologías con buena exposición en los lechos de los ríos Candelaria y San Francisco, este último en Candelarita de Puriscal), y otra continental que representa el techo de la Formación, representada por materiales sedimentarios de transición marino-continental y litologías volcano-sedimentarias del Grupo Aguacate que consta de depósitos piroclásticos y materiales volcano-sedimentarios, así como lavas (generalmente Andesitas) y algunos intrusivos que alteraron hidrotermalmente el área central del cantón de Puriscal. Denyer y Arias (1991) en Arias y Denyer (1991) definen dentro del Grupo Aguacate, la Formación Grifo Alto, que cubre una gran área del sector NO de Puriscal incluyendo Santiago Centro. La definen como una serie de rocas volcánicas andesíticas y piroclásticas; éstos últimos los definen como gruesos, que contienen fragmentos de lavas y escorias decimétricos y generalmente angulares.

Se pudo observar así mismo, en Guayabo de Mora, ortocuarcitas de la Formación Coris(1), su posición en ese lugar posiblemente es debido a procesos tectónicos, ya que el

1Se observó esta formación en una inspección de un terreno ubicado en las cercanías de Corrogres de Mora, por los geólogos Peraldo y Madrigal

afloramiento se encuentra ubicado en el bloque SO de la falla Jaris. Castillo (1969), ubica un pequeño afloramiento entre los poblados de Jaris y Pito.

No obstante, Castillo (1969), en su mapa geológico de las Hojas Abra y Rio Grande define el sector NO de Puriscal dentro del Grupo Aquacate.

Geología Estructural:

Montero et. al (1990) describen varias fallas en las cercanías de Santiago, al respecto se citan la Falla Víbora con una longitud aproximada de 6 km y un rumbo de N70ºE, en las cercanías de esta falla se encuentran los poblados de Bajo Legua y Pedernal; el Sistema de Fallas de San Antonio, con rumbo en Tinamaste y San Antonio casi de N Franco, este sistema rompe en superficie en el poblado de San Antonio Arriba, dañando varias casas de habitación. El sistema de Fallas de Picagres cuya traza principal está en el río del mismo nombre, se disecta cortando el flanco E del Cerro Marín.

Arias y Denyer (1991) indican que el área se encuentra controlada estructuralmente por fallamiento regional NO-SE y NE-SO, con algunas fallas subordinadas N-S.

Siquiendo con la citación de los anteriores autores, el fallamiento principal tiene dirección NO-SE representados por las fallas transcurrentes de Jaris y Candelaria.

Litología de Santiago de Puriscal:

La litología de Santiago de Puriscal, se determinó con base en la información de las perforaciones que el MOPT realizó en Santiago Centro en conjunto con la observación de

los núcleos de perforación que se pudieron conseguir en el MOPT. También se utilizó la información de la perforación No 73 del Archivo del SENARA que realizó el MAG en Santiago Centro en el sector del Estadio Municipal del lugar.

Las perforaciones se ubican en: Parque, Liceo, Aserradero, Estadio y Polideportivo.

Algunos de los núcleos de perforación se les realizó secciones delgadas para determinar ciertas características en microscopía.

Litológicamente se presentan materiales volcánicos piroclásticos y volcano-sedimentarios con alteración hidrotermal y meteorización simple.

El basamento local está compuesto principalmente por flujos piroclásticos y en menor medida de lavas. Crosby, 1940 (1) indica que los cerros de Candelaria y Puriscal, consisten de rocas sedimentarias plegadas, asociadas con lavas y con tobas, con un fondo y basamento de rocas ígneas. Este basamento aparece en los alrededores de Santiago de Puriscal.(2)

Los flujos piroclásticos son brechas en su mayoría, intercalados con otros eventos piroclásticos finos.

Las brechas presentan mala selección, clastos muy grandes y subangulares a subredondeados, de ignimbritas o pómez y el soporte es por matriz. No reacciona al HCL o reacciona muy levemente. La muestra de mano se presenta en buen estado. Microscópicamente se observan dentro de la matriz minerales como plagioclasas, piroxenos y hornblendas bien conservados.

Algunas muestras presentan fracturas verticales a

1Traducción del Ing. Federico Gutiérrez B.

2Nota del Ing. Federico Gutiérrez B.

subverticales.

Dentro de las brechas se presentan lentes finos tobáceos de reacción leve al HCL.

Sobre este basamento, se depositan diversos eventos de flujos de escombros y muchos de esos materiales con alta cantidad de CaCO_3 . Las brechas pertenecientes a estos flujos de escombros presentan menos cantidad de material pumítico con bloques de rocas infrayacentes que reaccionan fuertemente al HCL. Lo que implica un retrabajamiento del estrato inferior.

Por la observación detallada de los testigos de perforación, se pueden determinar diferentes eventos, ya que para un mismo nivel de recuperación se presenta en orden descendente rocas de mayor a menor alteración, directamente proporcional con la reacción al HCL. Dentro de los flujos de escombros, se presentan algunos eventos de material muy fino (limos y arcillas) que pueden ser producto de alteración de mantos de ceniza; existiendo otras arcillas con restos de clastos que oscilan en tamaños de aproximadamente 1 mm, muy alterados y arcillificados.

Existe un intrusivo que aparece en dos perforaciones (Parque y Polideportivo). A "grosso modo" se podría clasificar como hipoabisal, de matriz fina, con textura traquítica, cristales hipidiomórficos de plagioclasa tipo An32 (andesina) (Método de Michel-Levi), Biotita, Piroxenos y Opacos.

Este intrusivo presenta fracturas muy delgadas rellenas de CaCO_3 .

Es de suponer que la interacción de este cuerpo llegó a

alterar hidrotermalmente el medio, aportando la gran cantidad de calcita existente. También podría estar relacionada con la simple meteorización del medio, o ambos procesos a la vez.

Probablemente, algunos núcleos sanos recuperados en profundidades donde se encuentra la masa inestable, sean fragmentos sanos de estratos en los cuales la meteorización está muy avanzada. Ya que se interpreta de la geofísica como capas con fragmentos de roca sanos.

Historia geológica de Santiago de Puriscal

La historia geológica de Santiago de Puriscal, puede resumirse en los siguientes eventos geológicos:

-Deposición de los materiales piroclásticos que conforman el basamento local del área. Se puede pensar en diferentes depósitos de piroclastos.

-Deposición de materiales volcano-sedimentarios por sobre el basamento anterior, con indicios de retrabajamiento de la roca infrayacente.

-Intrusión del material igneo, cuyos fluidos alteraron en gran medida el medio, originando las diferentes coloraciones que presentan las arcillas en esa área. También se puede explicar la gran cantidad de CaCO_3 en el medio.

AMENAZAS NATURALES EN PURISCAL

En Puriscal y concretamente en Santiago Centro, se puede decir que existen dos tipos de amenazas naturales: las de tipo endógeno (tectónica) y de carácter exógeno (inestabilidad de laderas).

Amenaza Sísmica:

Tectónicamente, Puriscal está cruzada por varios sistemas de fallas. No obstante, es importante citar algunos autores como Montero y Morales (1984) en Montero Et al (1990), que estudiaron la sismicidad del SO del Valle Central cubriendo en su investigación el área donde ocurrió el enjambre sísmico de 1990; al estudiar el área con base en microsismicidad se determinaron una serie de zonas sísmicas cuya ubicación espacial es muy similar a la actividad que se registró durante el enjambre sísmico. Indican que lo anterior demuestra que ese sistema de fallas tenía actividad a nivel de microtemblores. Montero et al (1990), indican que el enjambre sísmico se originó en dos sistemas de fallas conocidas como San Antonio-Picagres. También, proponen que se activó otro sistema de fallas conocida como Fallas Víbora y así mismo, sugieren que uno de los eventos más fuertes de junio de 1990 se originó en este sistema.

Arias y Denyer (1991) aseguran que los últimos sismos ocurridos en la región han activado parcialmente este fallamiento, además de haber originado nuevos planos de debilidad.

Montero et al. 1990, muestra un mapa donde ubica los

principales epicentros de la actividad sísmica reciente, el mismo mapa se utiliza para recopilar fallamientos de otros autores.

De lo anterior, se puede concluir que, estos sistemas de fallamientos son recientes y que el enjambre sísmico de 1990 no es el último que se originará en las cercanías de Santiago. Si se formaron nuevos planos de debilidad, es probable que en años futuros muchos de éstos entren en actividad.

En informe de Guendel et al (1990), indican que según un informe de la Comisión Especial de Vivienda (nombrada para estudiar el caso de Santiago de Puriscal), 134 familias deberán ser reubicadas. También, se menciona que los barrios más afectados son: Jarazal, El Carmen, Calle Aserradero, el sector central de Santiago, que se encuentran dentro del deslizamiento principal, Los Angeles que también pertenece a Santiago Centro pero que está fuera del deslizamiento principal, Piedades y Carit.

Amenaza de Geodinámica Externa:

En lo que respecta a la Geodinámica Externa, se han podido recopilar en campo información de deslizamientos muy importantes en el sector central del Cantón de Puriscal. Mora (1990) da a conocer un mapa de deslizamientos muy cercanos a Santiago y Peraldo y Madriqal (1991), elaboran un mapa de Geodinámica Externa para el cantón de Puriscal y alrededores donde han reconocido deslizamientos no reportados anteriormente y muy cercanos a Santiago.

Como se observa, la información muestra que el suelo del

sector central del cantón es altamente susceptible a los deslizamientos de tierra, debido a la alta meteorización y alteración hidrotermal de la litología volcánica y volcano-sedimentaria que existe en la región. Concretamente al caso de Santiago, hay datos históricos de reactivaciones de bloques debido a fuertes precipitaciones y a sismos que han sacudido la región Sur del Valle Central. El comportamiento de una masa arcillosa saturada, ante la sollicitación sísmica produce una amplificación de la onda mecánica lo que hace que todo temblor sea más dañino en esas áreas. Se ha determinado que la aceleración asociada con las ondas sísmicas aumenta en la superficie al pasar de un lecho rocoso (alta velocidad) a través de un estrato de sedimentos blandos (baja velocidad) (Sauter, 1989).

El espesor de material fino, (25 a 40 m. en promedio) así como la pobre calidad mecánica de estos suelos (alta plasticidad, baja resistencia al corte), los hacen sumamente susceptibles a los sismos o a las fuertes precipitaciones.

En Puriscal, se han realizado mapas de geodinámica externa, como el mapa de Mora et al (1990), donde se ubican diferentes deslizamientos producidos por la actividad sísmica o el de Peraldo y Madrigal, (1991), donde se ubican deslizamientos no conocidos hasta el momento; los cuales son el deslizamiento de Barbacoas, deslizamiento de San Juan, deslizamiento de San Rafael, deslizamiento los Sauces y otros. En dicho mapa se han ubicado zonas sometidas a reptaciones, erosión laminar intensa, erosión en barranqueras, áreas de inundación.

ASPECTOS HUMANOS DEL CANTON DE PURISCAL:

Generalidades

Es bien conocido que el cantón de Puriscal, es una de las áreas que han experimentado un deterioro acelerado de los recursos naturales renovables.

Puriscal, desde tiempos precolombinos, ha sido un lugar de tránsito importante, prueba de ello, es que fue lugar de paso de los indígenas procedentes del noroeste e iban al Suroeste del territorio nacional.

En las cercanías del actual Santiago, existía ya desde la época colonial un asentamiento indígena que se conformó en una encomienda llamada Pacaca. Se estima que la región comenzó a colonizarse a partir de 1815, con familias provenientes en su mayoría de los actuales cantones de Desamparados, Aserri y Alajuelita. La primera ermita se construyó en 1858, en un terreno donado por don Pedro Jiménez Meléndez.

Antiguamente, la región que hoy corresponde al cantón de Puriscal fue conocida como "Cola de Pavo", así denominada por los señores Jorge y Jesús Retana, quienes comerciaban en este lugar cuando en él, solo habían pocas familias residentes.

El nombre del cantón proviene de la evolución de la palabra "purisco" (flor del frijol y cuando éste está en floración al área del sembrado se le denomina "puriscal"). De hecho, el cantón en sus orígenes fue un lugar conocido por sus sembrados de frijol.

A medida que aumentó la población en el centro del país y la tierra escaseó, hubo una corriente de emigrantes hacia tres regiones del sur de Puriscal, Acosta y Tarrazú, en busca

de nuevas y más productivas tierras.

A raíz de su inicial aislamiento, la población de las tierras altas de Santiago, que fueron colonizadas a mediados del siglo pasado, basaron su agricultura en la producción de alimentos básicos. Esta riqueza agrícola inicial convirtió a Puriscal en un centro de atracción para los emigrantes de otras regiones y provocó un aumento rápido de la población.

Más tarde, aumentó también la población de sus alrededores y se implantó una agricultura intensa.

Esto conllevó que tanto los problemas de carácter antrópico como la configuración accidentada del terreno, unido a las prácticas históricas del uso del recurso suelo, han propiciado una degradación intolerable de amplios sectores del suelo de la región.

Debido al proceso de colonización del área de Puriscal y sus alrededores, los suelos y otros recursos no soportan el embate generalizado que actualmente reciben.

El avance y el establecimiento de núcleos de colonos originó una conversión masiva de bosques naturales a sectores deforestados y desprotegidos de la acción de los elementos naturales meteoricos.

Con el establecimiento de la ganadería, se ha generado que suelos de vocación forestal o agrícola sean utilizados para la ganadería extensiva. Lo cual ha originado la degradación del suelo desde el punto de vista de la fertilidad y desde el punto de vista de la inestabilidad de laderas.

Muchos de estos terrenos han sido posteriormente abandonados por los ganaderos, dejando el suelo desprotegido

y completamente degradado, observándose en éstos erosión laminar, reptaciones, y erosión en barranqueros "cárcavas" además de deslizamientos someros producto de la caída de la cobertura superior del suelo.

Breves datos históricos de la ciudad de Santiago:

La historia de Santiago de Puriscal se remonta a 1858 cuando se construyó la primera ermita.

Para 1876 se han encontrado dos citas importantes que mencionan arriegos en dicha población, en la escuela y en la casa municipal.

En 1885, se menciona que hay que sembrar árboles frutales en arroyos que existen en el centro de la villa, debido a la deforestación que para ese año se comenzaba a producir en ella.

Mora et al. 1991, indica que ya hay noticias del deslizamiento a partir de 1918, por entrevistas que realizó a ancianos de la localidad.

Hablando del deslizamiento, hay que observar que el mismo, se activó para los temblores de 1924 formándose agrietamientos importantes y para los temblores de 1961, en el cual, el templo y la purera se dañaron considerablemente.

La historia de la cañería en Santiago, indica claramente la actividad del deslizamiento, toda vez que se ha tenido que componer en varias ocasiones. Con los temblores de 1961, la cañería presentó daños.

A continuación, se resume algunos hechos importantes en una tabla de compilación cronológica:

CRONOLOGIA PARA SANTIAGO DE PURISCAL Y ALREDEDORES

- 1570 Se menciona el cacicazgo de Pacaca, el cual comprendía hasta el Río Picagres, lo cual implica que el área central del cantón de Puriscal así mismo Santiago ya eran habitados por aborígenes.
- 1868 Creación del Cantón de Puriscal.
- 5/4/1876 Se solicita ayuda para las escuelas de Puriscal y Desamparaditos.
- 12/10/76 La casa municipal, es arreglada en esa fecha.
- 7/5/1885 Documento indica que ya para esa época, Santiago Centro comenzaba a tener problemas de carácter antrópico que afectan al medio como es la deforestación.
- 1918 Mora et al (1991), indica que ya para ese año se tienen noticias de problemas relacionados con el deslizamiento.
- 1920 Documento indica que se secaron las fuentes que se iban a usar para la cañería de Santiago.
- 1924 Temblores de Orotina, se formó una fractura en cuesta de Quindo Araya, de rumbo E-O y otra en el parque de rumbo E-O.
- 12/4/1926 Documento indica malas condiciones de cañería de Santiago.
- 1929 Mayor número de habitantes en Mercedes Norte con relación a Santiago, donde por el contrario, la población disminuyó.
- 1947 Documento indica malas condiciones de cañería de Santiago, donde se manifiesta que la tubería está llena de remiendos.
- 1950 El 14 de octubre hubo serios derrumbes en carretera a Puriscal y a San Ignacio de Acosta, los cuales fueron debidos a un temporal muy fuerte en ese mes. Se indica en un documento que el tubo madre se bajó en algunos sectores.
- 1955 Nuevos temporales azotaron al país. El 17 de octubre, se menciona que Puriscal está incomunicado por fuertes derrumbes. En Crifo Alto se derrumbó una ladera provocando 2 muertos, en fincas de Barbacoas se derrumbaron cerca de 5 manzanas de terreno. El 26 de octubre nuevos temporales, Santiago de Puriscal reporta fuertes aguaceros acompañados de fuertes vientos. El Río Gamalotillo se desbordó produciendo pérdidas agrícolas importantes.

- 1961 22 de mayo, templo parroquial de Santiago, cañerías Purera dañados como consecuencia de un sismo.
- 1961 Templo de Barbacoas dañado por el sismo, campanas tañeron solas, se formó una grieta detrás de la calle de los López.
- 1964/65 Deslizamiento se reactivó en el verano de ese año, afectando los siguientes edificios: Hospital, Iglesia, bodegas de la tabacalera(?), residencias, aceras y taludes.
- 1984 Se realizan estudios para la construcción del nuevo Mercado Municipal pues el anterior fue demolido por daños producto del deslizamiento.
- 1990 Enjambre sísmico de marzo-julio.
- 1990 28 de julio: Declaratoria de Emergencia.
- 1990 22 de diciembre de 1990, temblor de Puriscal de magnitud 5,7.

Factores antrópicos que inciden en la construcción

Las crisis sísmicas acaecidas, han puesto de manifiesto una serie de problemas que permanecían latentes, sin que nadie les tomara especial interés por solucionarlos. Dichos problemas son una serie de malos hábitos en cuanto a construcción, uso del suelo, escogencia de sitios para construir, mala canalización del agua y otros.

En relación con estos problemas, se describirán brevemente, pues es importante conocerlos y tratar de solucionarlos.

Sin ser profesionales en técnicas de construcción, se pudieron observar muchas edificaciones dañadas debido a malos hábitos constructivos, tales como:

A-Preparación inadecuada del agregado de concreto, pues algunos agregados que se recogían se hacían polvo fácilmente al aplicarles una ligera presión con los dedos.

B-Falta de varillas para construcción. Cuando el

individuo es de bajos recursos económicos, trata de economizar al máximo el poco material de que dispone, con las graves consecuencias que conlleva este proceder.

C-Rellenos mal compactados, que luego con una sollicitación sísmica importante, llegan a fallar perjudicando la estructura de la casa (muchas veces si no se tiene cuidado al indagar de la existencia de un relleno, se podría pensar que los daños de la estructura de la casa se debe a problemas del medio soportante -suelo-).

D-Casa soportada por pilotes mal arriostrados o podridos.

E-Socavación parcial del pie de una ladera, para asentar la vivienda. Es común que la persona que construye, realice un llano en el terreno, cuando éste presenta una cierta pendiente, lo cual no es lo más conveniente, pues lo que se está haciendo es socavar la ladera inestabilizándola.

Antes de adaptar el terreno a la construcción, es mejor adaptar la construcción a la topografía del terreno.

F-Generalmente, la presencia de rellenos o pilotes, se debe a una pendiente muy pronunciada en donde se construyó la casa.

G-Lo expuesto en los puntos C, D, E y F generalmente se debe a que se piensa en diseños convencionales, las mismas instituciones encargadas de financiar o realizar urbanizaciones, lleva el mismo concepto, pues los planos ya vienen preparados, sin importar la topografía del terreno.

H-Canalización inadecuada del agua de pilas y de lluvias, se ha observado que algunas casas sin los sistemas óptimos de canalización de agua, llegan a quedar con los cimientos expuestos lo que produce un efecto de relleno en caso de un

temblor.

I-Generalmente, casas construidas en pendientes pronunciadas se dañaron porque la ladera se activó con las sacudidas sismicas produciéndose un deslizamiento.

J-El uso indiscriminado de la maquinaria pesada ha causado en algunos casos la socavación del pie de un talud sobre el cual hay casas. Esta socavación del talud lo desestabiliza causando problemas en la infraestructura de la parte superior de éste.

K-Escogencia de un cauce abandonado para realizar construcciones. Esto es un problema generalizado en todo el país, sobre todo en áreas de llanuras o de valles, los vecinos comienzan a colonizar un antiguo cauce de algún río cercano, a veces con el conocimiento de que el terreno escogido fue un antiguo lecho del río.

En cualquier momento, el río puede habilitar ese cauce y volver a utilizarlo, con el perjuicio que origina a las construcciones que se sitúan en él.

LABORES REALIZADAS EN PURISCAL

En Puriscal, se llevaron a cabo varias actividades por parte del Sector de Amenazas Naturales de la Dirección de Prevención y Mitigación de la Comisión Nacional de Emergencia.

La actividad más importante llevada a cabo es la inspección geológico-geotécnico de terrenos, a las personas damnificadas e interesadas en obtener un bono de vivienda. Debido a que las inspecciones se llevaron a cabo en gran cantidad, se está creando la necesidad de la inspección geológica para optar al permiso para el bono de vivienda.

El siguiente cuadro, es un resumen por distrito, de los permisos otorgados y las negaciones, así como los casos que hasta la fecha faltan.

Cuadro resumen: Estado actual de las inspecciones llevadas a cabo en Puriscal.

DISTRITO	PERMISOS	NO PERMISO	FALTANTE
SANTIAGO	167	153	203
MERCEDES SUR	265	54	47
BARBACOAS	184	65	34
CRIFO ALTO	37	5	7
LANDELARITA	130	28	10
DESAMPARADITOS	32	15	15
SAN RAFAEL	58	7	14
SAN ANTONIO	88	84	65
TURRUBARES	14	-	-
MORA	126	29	20
ACOSTA	2	-	-
C. AGRICOLA C.	-	-	12
TOTAL	1103	440	427

El total de casos inspeccionados hasta diciembre de 1991, son 1970.

Del cuadro, se puede observar que los lugares con mayor

cantidad de negaciones son: Santiago con 153 negaciones, seguido de San Antonio con un total de 84 y Barbacoas con 65 negaciones. Los anteriores resultados significan que estos lugares, son los que presentan mayores problemas geológicos en todo el cantón.

Contrastando, el distrito con mayor número de permisos es Mercedes Sur con 265 permisos, seguido de Barbacoas con 184 permisos.

Cuadro No: 2 PERMISOS

*LUGAR	*# PERMISOS*
*SAN ANTONIO ABAJO	* 40 *
*SAN ANTONIO ARRIBA	* 11 *
*CORTEZAL	* 21 *
*BARBACOAS	* 70 *
*BAJO MORA	* 9 *
*PIEADADES	* 33 *
*BAJO CAMPOS	* 15 *
*BAJO BURGOS	* 9 *
*CRIFO BAJO	* 8 *
*CRIFO ALTO	* 23 *
*SALITRALES	* 13 *
*EL PORO	* 6 *
*SAN JUAN	* 36 *
*MERCEDES NORTE	* 42 *
*BAJO VINDAS	* 5 *
*BAJO MURILLO	* 2 *
*SANTA CECILIA	* 22 *
*JARAZAL ABAJO	* 4 *
*DESAMPARADITOS	* 30 *
*PICAGRES DE MORA	* 4 *
*CARIT	* 3 *
*CIRRI	* 9 *
*SAN RAFAEL	* 38 *
*BELLAVISTA	* 5 *
*FLURALIA	* 14 *
*BARRIO LOS ANGELES	* 10 *
*LLANO GRANDE	* 2 *
*SAN VICENTE	* 2 *
*JILGUERAL	* 10 *
*LA GLORIA	* 32 *
*IUFARES	* 10 *
*SANTA MARTA	* 5 *
*LA PALMA	* 12 *
*BOCANA	* 6 *
*TULIN	* 1 *
*GUARUMAL	* 4 *
*GAMALOTILLO	* 2 *

*MONTE LIMAR	*	4	*
*SAN VICENTE	*	1	*
*QUIVEL	*	4	*
SAN ISIDRO TURRUBARE	*	1	*
SAN ANTONIO TURRUBAR	*	6	*
*EL ESTERO	*	37	*
*JARIS DE MORA	*	36	*
*GUAYABO DE MORA	*	15	*
*BAJO CLARAS	*	12	*
*LA FILA (CORROGRES)	*	7	*
*PUNTA LANZA	*	1	*
*SAN ISIDRO	*	14	*
*PALMICHAL DE ACOSTA	*	2	*
*CORRALAR TABARCIA	*	1	*
BARRIO CORAZON MARIA	*	7	*
*SANTIAGO CENTRO(1)	*	2	*
*MASTATAL	*	1	*
*NARANJITO	*	9	*
*SUR DE TURRUBARES	*	1	*
*SAN LUIS TURRUBARES	*	1	*
*CRUCE A JARIS	*	10	*
*JARAZAL	*	1	*
*JUNQUILLO ABAJO	*	10	*
*JUNQUILLO ARRIBA	*	45	*
*PEDERNAL	*	59	*
*CANDELARITA	*	40	*
*POLKA	*	22	*
*BARRIO LA CRUZ	*	9	*
*POZOS	*	11	*
*CAÑALES ABAJO	*	11	*
*CAÑALES ARRIBA	*	8	*
*CERBATANA	*	53	*
*LA LEGUITA	*	5	*
*LA LEGUA	*	4	*
*BAJO LEGUA	*	13	*
*B. ANGELES-CHARCON	*	1	*
*SAN FRANCISCO TURR.	*	2	*
*SAN JUAN DE MATA	*	1	*
*ARENAL- LA GLORIA	*	8	*
*LANAS	*	11	*
*QUEBRADA HONDA	*	1	*
*NARANJAL	*	2	*
*LA ANGOSTURA	*	1	*
*SAN MARTIN	*	1	*
*QUITIRISI	*	40	*
*VISTA DE MAR	*	1	*
*PUEBLO NUEVO-GLORIA	*	1	*
*ZAPATON	*	2	*
*SAN RAMON	*	1	*
-----			*
*TOTAL	*	1103	*
-----			*

El anterior cuadro muestra los vistos buenos por

[Los dos permisos de Santiago Centro, son únicamente para efectuar reparaciones en las casas.

localidad, en total se vieron hasta la fecha 1103 casos.

Luego se originó la inquietud de que se dejara a futuros geólogos un manual para inspeccionar terrenos. En el apéndice No 1, se observa un diagrama de flujo, donde se resume los pasos a seguir para llevar a cabo una inspección.

Esta metodología puede servir para un futuro desastre natural, cuando se puedan observar nuevamente terrenos en gran número.

El Mapa de Geodinámica Externa está realizado cartografiando todas las formas de erosión que se hayan observado en Puriscal.

En este mapa, se cartografian áreas con problemas de erosión, siendo estos problemas:

- A-Deslizamientos
- B-Erosión laminar intensa.
- C-Erosión interna.
- D-Reptación leve o fuerte.
- E-Áreas inundables.
- F-Cárcavas.
- G-Áreas pantanosas.

El mapa mencionado se realizó paralelamente con las inspecciones de terrenos, pues en cada inspección se trataba de detallar al máximo acerca de la Geodinámica Externa, para tener una visión más completa del área analizada.

En este mapa se cartografiaron deslizamientos no reportados anteriormente en mapas anteriores, tal es el caso del deslizamiento de Barbacoas, deslizamiento de San Rafael, deslizamiento de San Juan, y otros menores. Se incorporó en el mismo, deslizamientos cartografiados por Mora et al, 1991.

El mapa se muestra en el Apéndice No. 2.

Los Apuntes históricos de Santiago y alrededores, son una recopilación de diversas fuentes, tanto escritas como el Archivo Natural, Periódicos de la fecha; y orales como son entrevistas realizadas.

Fueron realizados como parte del proyecto "Microzonificación del cantón de Puriscal y alrededores.

En este trabajo, se recopiló información sobre documentación que de manera explícita o circunstancial hace referencia al deslizamiento.

Se consiguió información sobre reactivaciones del deslizamiento para los temblores de 1924 y 1961. Este último se detalló con información de periódicos y se elaboró un mapa de isosistas para determinar "a grosso modo" la ubicación del área epicentral, siendo ubicado en la región del Pacífico Central.

El proyecto de Microzonificación del Deslizamiento de Santiago, se basó en recopilación de información de carácter geológica, geotécnica, histórica, geofísica etc, para reinterpretarla y llegar a una conclusión sobre el problema que representa el deslizamiento.

Debido a que en la ciudad de Santiago, interactúan dos tipos de amenazas naturales: sismicidad e inestabilidad del terreno, además que no se tiene seguridad si se pueden aplicar métodos para aumentar el factor de seguridad del deslizamiento. se concluyó que mientras tanto no existan estudios encaminados hacia la prevención y la posibilidad técnica y económica para lograrlo, es más sano desestimular el desarrollo urbano en Santiago, motivando la formación de

un nuevo CENTRO URBANO PLANIFICADO en un sitio previamente estudiado. En el Apéndice No. 3, se presenta el mapa de Geodinámica Externa de la Ciudad de Santiago, y en el Apéndice No. 4, se presenta la zonificación realizada, con base en la observación del grado de deformación en superficie, es importante anotar que este mapa no indica áreas para construir.

CONCLUSIONES:

Del trabajo realizado en Puriscal, se concluye lo siguiente:

-En Puriscal, interactúan dos amenazas naturales importantes, que son: la situación tectónica y la situación de neodinámica externa.

La sismicidad, activa áreas de laderas que son potencialmente inestables, debido al gran espesor de suelo, a las condiciones físico-mecánicas pobres de éstos, laderas con fuerte pendiente, la gran cantidad de agua en ellos y al clima de alta precipitación.

-En el centro del cantón, y en áreas que están teniendo un gran desarrollo habitacional, se han detectado deslizamientos que no están bien estudiados para llegar a tomar medidas de prevención o mitigación. Estos deslizamientos son: Bajo Burgos, Quebrada Máquina, San Rafael, San Juan, Barbacoas. Es preocupante que en un futuro cercano, los mismos se conviertan en otro Santiago de Puriscal.

-Del estudio realizado en el deslizamiento de Santiago, se concluyó que no se conocen al detalle aspectos tan importantes como el relieve de la superficie deslizante, existencia de fallas en el basamento, la hidrogeología del área, el tipo de arcilla que predomina. Sin embargo, por la información de geotécnica y de historia, se concluyó que es mejor desestimular el desarrollo urbano en dicha población y buscar otros lugares cercanos a Santiago que presenten menores problemas geológicos para poder soportar un desarrollo urbano planificado.

Se propuso para investigar áreas alternativas, la región de Mercedes Norte, no obstante, no se descartan otras áreas que podrían ser eventualmente estudiadas.

-También se concluye, que un estudio de zonificación para inestabilidad de laderas, es importante para poder escoger el(los) área(s) como elegibles para estudios posteriores de factibilidad técnica para soportar un desarrollo urbano planificado.

-Se ha observado que las personas están solicitando los servicios del geólogo, se ha creado la necesidad del profesional mencionado, para la revisión de los terrenos.

-Los problemas antrópicos que se han observado en Puriscal, se han debido a la falta de conocimientos elementales por parte de los constructores, agricultores y otros. Lo anterior significa que se necesita más divulgación por parte de las instituciones competentes, tales como el MAG, CNE, INVU etc.

-Todavía existe la necesidad de desarrollar alguna investigación de geofísica (sísmica de refracción) en Santiago para conocer al detalle la(s) superficie(s) de deslizamiento, además de detectar trazas de falla que estén ubicadas por debajo de la ciudad.

-Un estudio para conocer las arcillas del área central del cantón es de vital importancia para determinar grados de expansión en dichos materiales.

RECOMENDACIONES:

En Puriscal, queda mucho por hacer, puesto que hay aspectos geológicos que no se han aclarado con satisfacción.

Al respecto, tenemos varios proyectos que se pueden realizar en Puriscal que serían de gran ayuda en la comprensión de los fenómenos que existen en la región:

A-Estudio de caracterización mineralógica de arcillas: Debido a la alta meteorización y alteración hidrotermal que existen en el área central del cantón de Puriscal, factores que forman a partir de minerales primarios, mineralización secundaria estable a las condiciones ambientales que son llamados arcillas.

En la arcilla, existen parámetros que hay que tomar en cuenta para estudios de geotécnica, tales como la actividad coloidal, el índice de expansión u otros. Conociendo estos parámetros, se pueden agrupar en la clase mineralógica a que pertenecen.

Este estudio sería importante en el deslizamiento de Santiago y alrededores, para determinar la contribución de la arcilla en la deformación del medio. Por ejemplo, en Santiago no queda claro, si existen movimientos verticales, debidos a la expansión de la arcilla o a los movimientos diferenciales de los bloques. Un conocimiento preciso de lo anterior, puede ayudar a entender con mayor claridad la mecánica de los deslizamientos conocidos.

Un proyecto de arcillas, tiene trabajo de campo para la recolección de las mismas, determinar la geología (litología y tectonismo) de los alrededores donde se toma la muestra.

El estudio de laboratorio, tiene que ser muy preciso para obtener datos confiables que puedan ser susceptibles de interpretar.

El estudio podría tener una duración de 1 año y el área de estudio sería 197-208 y 495-509. Se recomienda al geólogo Julio Madrigal Mora, para la realización de este proyecto por la experiencia que tiene en trabajos de esta naturaleza, al estar elaborando su tesis de grado en este campo.

B-Método de Mora y Vahrson (1991). de Zonificación de inestabilidad de laderas para la amenaza de deslizamientos:

El proyecto contempla la región central del cantón de Puriscal entre las coordenadas 495-509 y 197-208. Dos objetivos existen en este estudio: -determinar áreas bajo amenaza de deslizamientos y comparar con el mapa de Geodinámica Externa que se realizó. Otro objetivo es determinar áreas con condiciones de geodinamica externa estables y que sean susceptibles a estudios posteriores de factibilidad técnica, para un desarrollo de un núcleo poblacional planificado; para darle una alternativa a los habitantes de Santiago de Puriscal, además de ser una solución al problema del deslizamiento. En este trabajo, se necesita información de diferentes aspectos que se agrupan en: -Factores de susceptibilidad que son los que forman parte intrínseca del medio: litología, grados de meteorización y espesor del perfil de meteorización, relieve del terreno.

-Factores de disparo: son los que ponen en actividad al deslizamiento, en este sentido se tiene el factor climático, y el factor sísmico.

Los diferentes indicadores se relacionan, por medio de

pesos asignados, en la siguiente ecuación:

$$AD = \text{Susc.} * \text{Disp.}$$

El proyecto podría tener una duración de 1 año.

El anterior proyecto es una propuesta de tesis del geólogo Peraldo.

C-Cooperación en el Plan de Manejo de la Cuenca del Río Picagres: Este proyecto, es interinstitucional, pues lo está desarrollando el MIRENEM. La aportación que podría efectuar la Dirección de Prevención y Mitigación sería de ideas y conocimientos en el campo de la hidrogeología, geomorfología, para un mejor aprovechamiento de la misma. Para este fin, sería importante una comunicación con dicho ministerio para coordinar acciones.

El proyecto es importante, en el sentido de que se quiere rescatar la cuenca de la deforestación a que se ha visto sometida, además un mejor manejo de las tierras, así del aspecto de ganadería como del aspecto de agricultura. Para esto se requiere concientizar al poblador de la región para que cambien sus métodos por otros que no alteren el medio.

-Realizar charlas integradas, con el fin de concientizar a la población sobre diversos problemas que por desconocimiento de los pobladores, han llevado a la práctica acarreando males cada vez más graves, como lo es el uso indebido del suelo, o las malas prácticas constructivas, escogencia equivocada del terreno para construir la casa, canalización inadecuada de las aguas.

-Del estudio del deslizamiento, faltó un estudio del comportamiento de los edificios, ante la solicitación del deslizamiento. Era un estudio que tenía que aportar la parte

ingenieril del proyecto de Microzonificación del Deslizamiento, pero que por circunstancias desconocidas no fue aportado por la parte encargada.

El estudio del comportamiento de los edificios ante las deformaciones del suelo producto del deslizamiento, es importante, pues por medio de esta información, se podrían ubicar los diferentes bloques que interactúan en el deslizamiento.

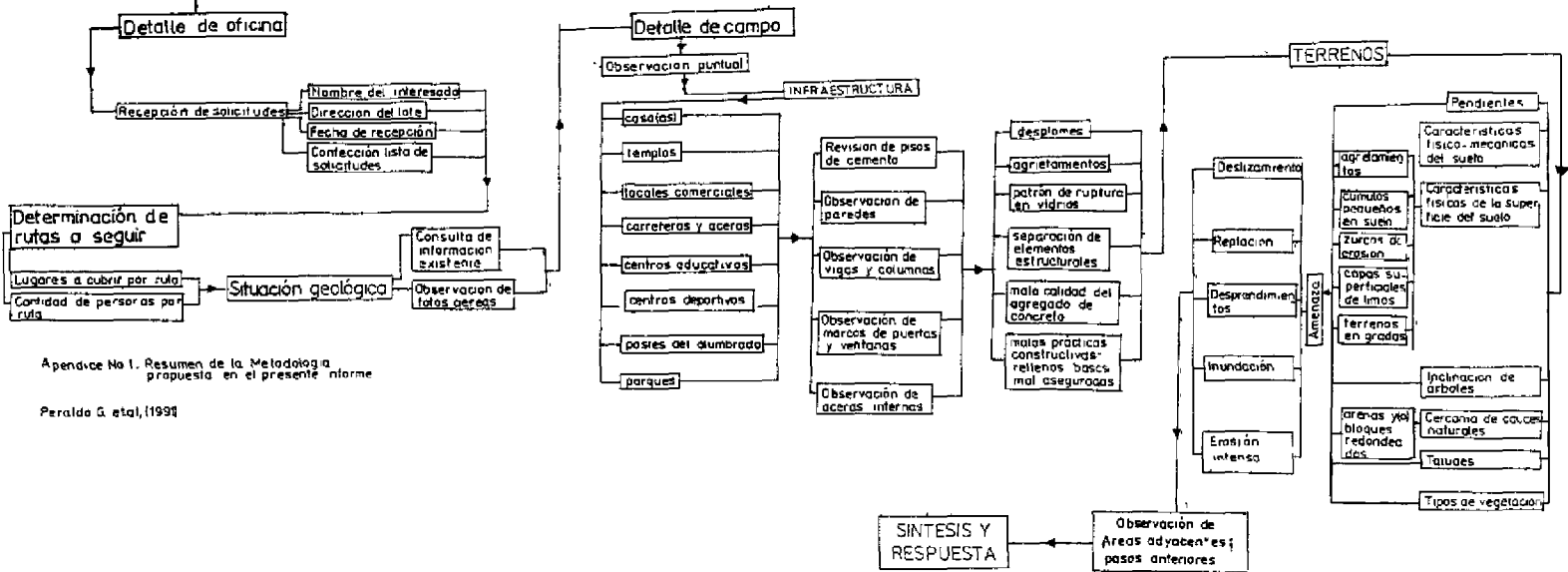
Recomendamos para dicho estudio, a la señorita Ing. Vanessa Rosales Ardón, coordinadora del Sector Ingenieril de la Dirección de Prevención y Mitigación de la C.N.E.

AGRADECIMIENTOS:

Se agradece la colaboración brindada al Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo, por la aportación del vehículo y personal por espacio de 1 mes completo.

también se desea agradecer al Instituto Nacional de Seguros, la colaboración brindada en la aportación del edificio de la Estación de Bomberos de Puriscal, para que el personal de la C.N.E pasara la noche, por el espacio de tiempo de 1 año. Así mismo, se desea agradecer al personal del cuerpo de Bomberos del cantón de Puriscal por la paciencia que nos tuvieron en el transcurso de esos días, a Fernando Mora y a Jorge Jiménez muchas gracias por todo.

INSPECCION DE TERRENOS



Apendice No 1. Resumen de la Metodología propuesta en el presente informe

Peraldo G. et al, 1998

Documentación consultada:

-Mora, S, Vahrson, W; 1991: DETERMINACION "A PRIORI" DE LA AMENAZA DE DESLIZAMIENTOS EN GRANDES AREAS Y UTILIZANDO INDICADORES MORFODINAMICOS- Depto. de Geología, ICE; Escuela de Ciencias Geográficas, Universidad Nacional de Heredia.

-Peraldo, G, Molina, F; 1991: INFORME TECNICO SOBRE EL DESLIZAMIENTO DE SANTIAGO Y DIRECTRICES A SEGUIR EN EL FUTURO, PURISCAL, SAN JOSE- Comisión Nacional de Emergencia, San José, Costa Rica. Informe inédito.

-Peraldo, G, Madrigal, J, Esquivel, L, Molina, F; 1991: METODOLOGIA PARA INSPECCIONAR TERRENOS- Comisión Nacional de Emergencia, San José, Costa Rica. Informe inédito.

-Peraldo, G, Madrigal, J; 1991: MAPA DE GEODINAMICA EXTERNA DEL CANTON DE PURISCAL Y ALREDEDORES- Comisión Nacional de Emergencia, San José, Costa Rica. Informe inédito.

-Peraldo, G; 1991: APUNTES SOBRE SANTIAGO DE PURISCAL Y ALREDEDORES- Comisión Nacional de Emergencia, San José, Costa Rica. Informe inédito.