

**"Este documento no contiene
las páginas 7 y la 10"**

C O N T E N I D O

| | |
|---|------|
| - Carta de Presentación | Pág. |
| I - Introducción | 1 |
| II - Trabajo realizado | 3 |
| III - Información recopilada | 4 |
| IV - Evaluación de la información | 12 |
| 4.1 - Informes Cortos y Notas Técnicas | |
| 4.2 - Informes Técnicos | |
| 4.3 - Correspondencia | |
| 4.4 - Varios | |
| V - Análisis de la Situación Actual | 26 |
| 5.1 - Actividad sísmica | |
| 5.2 - Daños de viviendas debido a los sismos. | |
| 5.3 - Deslizamiento de Santiago | |
| VI - Conclusiones y Recomendaciones | 36 |

-Anexos

Información recopilada

I Introducción

La situación que se ha presentado en Santiago de Puriscal debido a la actividad sísmica de los meses de mayo - junio - julio de 1990, en combinación con un deslizamiento que se remonta por lo menos a 50 años, ha desencadenado una serie de problemas relacionados con la seguridad de viviendas, edificios comerciales y públicos y la incertidumbre y temor de la población ante la situación imperante.

Desde hace algún tiempo, anterior a que se presentara la crisis sísmica y en la actualidad, varias instituciones han estado participando de diferentes maneras en actividades relacionadas con los problemas que suceden en Santiago de Puriscal, sin embargo, a la fecha, no hay planteamientos concretos en cuanto a las medidas a tomar, los mismo que ningún dictámen técnico detallado que refleje la condición real del problema.

El Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, ante esta situación, se ha preocupado por participar en la definición de planteamientos y políticas tendientes a conocer y resolver el problema, así como ayudar a normalizar la situación de las viviendas y edificios.

Este informe presenta los resultados de la recopilación y evaluación de la información disponible sobre el tema, consideraciones técnicas sobre los problemas del deslizamiento, actividad sísmica y daños en las viviendas.

Finalmente, se dan las consideraciones y recomendaciones en cuanto a la información disponible, estado de la investigación actual, necesidades de investigaciones futuras y la actividad sísmica en relación con los daños sucedidos a la viviendas.

II Trabajo Realizado.

El objetivo principal de este trabajo, fue recopilar la información disponible sobre el deslizamiento, actividad sísmica de los meses de mayo a julio de 1990 y daños sucedidos en la viviendas debido a esta actividad sísmica. En una segunda fase se evalúa la información para conocer el estado actual y poder así valorar la necesidad de futuras investigaciones.

Se destaca que el alcance de este trabajo no pretende hacer un análisis técnico detallado de cada documento existente, sino valorar lo que se ha realizado en cada tema y recomendar más investigación si es necesario.

El trabajo de recopilación consistió en solicitar a instalaciones y personas, la información disponible sobre el tema. Se hicieron entrevistas personales y telefónicas, así como revisión de documentos en archivos y bibliotecas. Se evaluó cada documento y se sacaron las conclusiones correspondientes.

III Información Recopilada

Para efectos de conseguir la información disponible, se acudió a instituciones y personas que de alguna forma se han relacionado con el tema.

En general, se considera que hubo disposición de colaborar de parte de instituciones y personas, sin embargo, no es posible saber si lo que ofrecieron como disponible, es todo lo que existe o si algún documento importante se ha negado. Por ejemplo, se sabe que hace varios años estuvo una Misión Japonesa que hizo una evaluación del problema y probablemente dejaron un informe, lo cual no fue posible constatar o localizar, así como éste, pueden existir otros casos. Por otra parte, es posible que alguna institución o persona, que no se haya supuesto relacionada con el tema para el trabajo que se ha realizado, tenga documentos de interés.

Este es un proceso que necesitaría más tiempo, pero que es importante continuarlo, inclusive haciendo contacto internacional con investigadores o instituciones extranjeras, que hayan participado en el estudio de la zona.

Las fuentes de información de mayor importancia fueron las siguientes:

- Universidad de Costa Rica - Laboratorio de Ingeniería Sísmica.
- Universidad de Costa Rica - Escuela de Ingeniería Civil
- Universidad de Costa Rica - Escuela Interamericana de Geología
- Universidad Nacional - Observatorio Vulcanológico y Sísmológico de C.R.
(OVSICORI - UNA)
- Comisión Nac. de Emergencia - Dr. Sergio Mora Castro
- Comisión Nac. de Emergencia - Ing. Carlos Arroyo
- Municipalidad de Santiago de Puriscal. - Ing. Carlos Arroyo
- Instituto Costarricense de Electricidad - Red Sísmológica Nacional
(ICE - UCR)
- Instituto Costarricense de Electricidad - Departamento de Geología
- Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de C. R. - Archivos
- M.D.P.T. - Laboratorio de Materiales
- Periódicos - La Nación, La República, La Prensa Libre y Extra

Para efectos de ordenar la información recopilada, ésta se clasificó sin considerar el tema específico, más bien se tomó en cuenta el tipo de documento que se tratará. Esta decisión se basó en que hay algunos documentos que tratan sobre dos o varios de los temas en análisis, siendo imposible delimitarlos. Para lograr la identificación del tema, se usó la siguiente simbología:

Información sobre:

- Sismología : S
- Deslizamiento o asuntos relacionados : D
- Vivienda : V
- General, pero relacionada con algún tópicó en análisis : G

La información se clasificó del siguiente modo:

- Informes Técnicos
- Correspondencia
- Varios (mapas, fotos, publicaciones, periódicos, etc.)

A continuación, se presenta la lista de documentos con nombre de los autores, instituciones y fechas.

3.1 Informes. Cortos y Notas Técnicas.

- 1 G S S. Mora, L. D. Morales. " Los Sismos como fuente Generadora de Deslizamientos y su Influencia sobre la Infraestructura y Tierras vitales de Costa Rica.

- 2 S V G. Santana et al. Laboratorio de Ingeniería Sísmica de U.C.R. "Registros de Movimientos Sísmicos fuertes obtenidos en Puriscal durante mayo y junio de 1990".

- 14 S Red Sismológica Nacional " 19 Informes sobre la actividad sísmica en Puriscal ".
- 15 S Red Sismológica Nacional " Informe mensual de junio 1990.

3.2. Informes Técnicos

- 16 G Plan de manejo de la cuenca del Río Parrita. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Set. 1985
- 17 D G M.D.P.T. Control de deslizamiento de taludes. Carretera Villa Colón - Puriscal.
- 18 G U.N.A. , D G F , PRODAF, " Erosión de suelo y pérdida de nutrientes bajo diferentes Sistemas Agroecológicos en Puriscal, Costa Rica. Nov 1989
- 19 D V Colegio de Ingenieros Civiles. (Comisión) Informe sobre la estabilidad estructural de la Iglesia de Puriscal. Enero 1983
- 20 D V Sittenfeld y Echandi Ltda. Estudio de Suelos. Iglesia de Puriscal. Abril 1962
- 21 D V Artec Ltda. Estudio de suelos para la recimentación de la Iglesia de Puriscal. Mayo 1983
- 22 G L. A. Salazar - UCR Proyecto Final de Graduación. " Introducción al estudio de los deslizamientos en Santiago de Puriscal. Enero 1985
- 23 V S Comité Local de Emergencia - Puriscal. Ingeniero Carlos Arroyo. " Observaciones en las Viviendas de Puriscal a raíz de sismos ".

3.3. Correspondencia

- 24 S Para la Prensa Nacional de Red Sismológica Nacional sobre Nivel de la Actividad Sísmica en Puriscal.
- 25 D Para Comisión Nacional de Emergencia, de S. Mora, Departamento Geología ICE, sobre Visita de inspección a zonas inestables principalmente Santiago de Puriscal. Julio 1990
- 26 D S Departamento Geología ICE, de Sección Sismológica ICE sobre Observaciones realizadas en la Iglesia de Purisal el martes 29 de mayo 1990. Junio 1990
- 27 S Para Sección Sismología ICE, sobre Acelerogramas presa San Miguel.
- 28 D Para S. Mora, de G. Esclante, sobre Observaciones pasadas del deslizamiento de Puriscal. Mayo 1990
- 29 D Para colegio de Ingenieros Civiles, de Ing. Franklin Rojas, sobre Solicitud para estudio de la Iglesia de Puriscal. 25 Oct. 82
- 30 D Acta de Sesión Nº1-82-C.O. del Colegio de Ingenieros Civiles, Artículo 2, sobre La formación de una Comisión para estudiar la Iglesia de Puriscal. 1º Nov 82
- 31 D Carta enviada a miembros del Colegio para integrar una Comisión para estudiar la situación de la Iglesia de Puriscal. 2 Nov 82
- 32 D Acta de Sesión 8-83 C.O. del Colegio de Ingenieros Civiles, Artículo 6, sobre El envío del informe de la Comisión sobre la Iglesia de Puriscal. feb. 83

- 42 D Acta de Sesión Ordinaria N^o700 de la Municipalidad de Puriscal, Artículo 1^o, sobre formación de Comisión para estudio del deslizamiento de - Santiago de Puriscal, con profesionales de la - zona.
- 43 D G Anteproyecto para el desarrollo de un estudio integral y multidisciplinario, tendiente a evaluar la problemática generada por el deslizamiento de Puriscal.
- 44 S D Comisión Nacional de Emergencia. Informe Prensa N^o 5, sobre Situación de los fenómenos geológicos en región de Puriscal.
- 45 S D Comisión Nacional de Emergencia. Documento Técnico para uso de la Comisión Nacional de Emergencia. (circulación interna).
- 46 S G Comisión Nacional de Emergencia. Informe de Prensa 1^o junio 1990, sobre " Fenómenos geológicos actuales en Puriscal ".
- 47 G G. Leandro, C. León - Actividades propuestas para desarrollar un diagnóstico de la mecánica del deslizamiento de Puriscal.
- 48 D M.O.P.T. Descripción de perforación T-I realizada en Parque de Santiago de Puriscal. Julio 1990
- 49 D M.O.P.T. Laboratorio de Materiales. Resultados de ensayos obtenidos de los suelos del sondeo T-I.
- 50 G Publicaciones en periódicos relativos al tema.
- 51 S Observatorio Vulcanológico y Sismológico de C.R. (UNA - OVSICORI) , F. Wendel et al, julio '90

IV Evaluación de la información

Para evaluar la información recopilada se consideraron los temas específicos que son los objetivos principales del trabajo desarrollado, a saber, el deslizamiento de Santiago, la actividad sísmica en la zona y los daños en las viviendas como consecuencia de esta actividad. A continuación se comenta en forma resumida cada informe y se hace su correspondiente evaluación:

4.1. Informes Cortos y Notas Técnicas.

- 1 G S - Publicación Técnica corta, sobre la relación entre sismos y deslizamientos. Analiza varios deslizamientos grandes en Costa Rica en forma general.
- 2 S V - Documento muy valioso por las conclusiones que tiene sobre la actividad sísmica en el Area de Santiago de Puriscal y su relación con los daños sucedidos en viviendas.
- 3 V S - Resumen escrito de la Conferencia impartida por el Dr. Guillermo Santana Ph.D. en el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos,

el 23 de julio 1990. Se incluyen registros tabulados y gráficos de los acelerogramas en diferentes estaciones de la red y conclusiones sobre los daños en las viviendas en Santiago de Puriscal debido a la actividad sísmica.

- 4 D - Nota enviada por los geólogos Carlos León y Germán Leandro a la Comisión sobre Estudio Iglesia de Puriscal. (CFIA), que hace un breve resumen sobre la estratigrafía de la zona y alude a un estudio geofísico realizado por la Escuela de Geología (UCR). Aunque es una nota corta, hace evidente que se han hecho estudios geofísicos, que a la fecha parece estar inéditos. Los pocos datos que se presentaron son de mucho valor ya que correlacionan muy bien con las perforaciones que actualmente se realizan.
- 5 D - Documento oficial en que la " Comisión Especial Interdisciplinaria para analizar el problema del deslizamiento de Santiago ", define una serie de pautas importantes para estudiar el problema y otras acciones hacia otras instituciones.

El documento con fecha 18 de agosto 1989, propone una serie de acciones muy importantes de tomar. A la fecha no hay documento oficial en donde se reflejen los resultados de los planteamientos hechos.

- 6 V - Se trata de un documento borrador en que se propone un reglamento de construcciones a aplicar por la Municipalidad de Puriscal. Este documento debe ser revisado y complementado por la Comisión Nacional de Emergencia o por el grupo que corresponda, a la luz de los problemas del deslizamiento y de la actividad sísmica recién pasada.
- 7 S - 8 S - Informes de la Red Sismológica Nacional sobre los sismos sucedidos en las fechas indicadas con estimación de magnitud y localización en un mapa.
- 9 S - Informe de la Red Sismológica Nacional incluyendo gráficos, tablas, mapas con localización de epicentros y acelerogramas de los sismos de Puriscal registrados en la presa San Miguel, del ICE.

10 V S - Este informe hace un inventario de las casas dañadas por la actividad sísmica. Este concluye que los sismos causaron los daños pero no por su magnitud, sino por su mala calidad de materiales, mala estructuración, construcción de ampliaciones agregadas a la construcción original sin ningún amarre y se destacan las fallas por cimentación sobre rellenos mal compactados. Es un informe interesante, pero incluye la evaluación de sólo unas 8 viviendas, por lo que no se puede considerar representativo de toda la zona.

11 S, 12 S, 13 S, 14 S, 15 S

- Informes de la Red Sismológica Nacional sobre los sismos sucedidos en diferentes fechas, indicando hora, ubicación, magnitud, intensidad y ubicación de epicentros en mapas. También se incluyen resúmenes para los meses de mayo, junio y julio 1990. Estos informes son de gran valor para conocer con detalle la evolución de la actividad sísmica.

4.2 Informes Técnicos.

- 16 G - Informe auspiciado por el Ministerio de Agricultura y Ganadería, sobre un plan de manejo de la cuenca del Río Parrita.
- Aunque se trata de un estudio sobre aspectos necesarios de conocer para el desarrollo agrícola, se tocan temas de importancia sobre la zona, que tienen relación con los problemas de Santiago. Entre ellos se tiene, información meteorológica, hidrológica, Estudio de Cuencas, Drenaje y Avenamiento, Caminos, Estabilidad de Taludes y Problemas de Erosión.
- 17 D G - Informe preparado por el M.O.P.T. que estudia el problema de estabilidad de taludes en la carretera Ciudad Colón - Puriscal.
- Contiene información sobre geología de la zona características físico-mecánicas de suelos y recomendaciones.
- 18 G - Informe preparado por varias instituciones nacionales, sobre Erosión del Suelo y Pérdida de nutrientes en la Zona de Puriscal.

Este documento es importante porque incluye información valiosa sobre el clima, registros de lluvia, evaporación y definición de la cuenca.

- 19 G - Informe de la Comisión integrada por el Colegio de Ingenieros Civiles del CFIA, sobre la Estabilidad Estructural de la Iglesia de Puriscal.

Aunque el objetivo principal de este documento es muy específico en cuanto analiza sólo la Iglesia, se incluyen aspectos geológicos, sismológicos de la zona y comentarios sobre el deslizamiento de Santiago. El informe concluye que la Iglesia está en mal estado y debe demolerse, a menos que un análisis estructural y de materiales, realizados en forma detallada y competente, demuestre lo contrario.

- 20 D V - Estudio de suelos efectuado para la Iglesia de Puriscal. Trabajo realizado en 1962 para efectos de reparar la Iglesia que mostraba

asentamientos importantes. Se da información interesante sobre magnitud y dirección de los desplazamientos de las torres. También se mencionan niveles de cimentación de los diferentes elementos estructurales.

- 21 D V - Estudio de suelos complementario realizado en 1963 para analizar propuestas de reparación para la Iglesia por parte del Ing. Rodrigo Bustamante. Se incluyen registros de perforación, resultados de pruebas de laboratorio y soluciones de reparación de las torres.

- 22 D G - Proyecto final de Graduación, que recopila parte de la información disponible a la fecha, evalúa, en general el problema y plantea soluciones generales ante el desconocimiento de información fundamental para proponer soluciones específicas y detalladas.

- 23 V S - Documento importante en que se hace un inventario sobre las viviendas dañadas por la ac-

tividad sísmica. Este concluye que las dos razones más relevantes para que esta situación se diera fueron la mala calidad de los materiales usados y la mala estructuración de las viviendas. Hay pocos casos de viviendas situadas en laderas inestables que a causa del sismo sufrieron daños irreparables.

El inventario indica las poblaciones más afectadas e indica que hay 97 viviendas declaradas inhabitables, con necesidad de reubicarse 157 viviendas parcial o totalmente inhabitables pero reconstruibles en el mismo sitio y 350 viviendas con daños reparables.

4.3 Correspondencia.

- 24 S - Información para la Prensa de la Actividad Sísmica de Puriscal.
- 25 D - Nota sobre las apreciaciones del Dr. S. Mora relacionadas con los daños producidos en viviendas y medidas a tomar. Incluye un mapa con zonas inestables.

- 26 D S - Nota breve indicando daños sufridos por la Iglesia debido al sismo del 30 de junio de 1990.
- 27 S - Acelerogramas registrados en la Presa San Miguel debido a los sismos de Puriscal. Esta información es importante para efectos de diseño sísmico y poder conocer las condiciones de amplificación y características de la fuente sísmica.
- 28 D - Observaciones personales sobre las características de la zona inestable de Santiago de Puriscal desde hace bastante tiempo. Nota interesante que demuestra la antigüedad del problema y que desde ese entonces se "trata de hacer algo" y a la fecha no hay documentos oficiales que resuman todos esos esfuerzos realizados.

29D, 30D, 31D, 32D, 33D

- Notas y cartas relacionadas con la solicitud y resolución del Colegio de Ingenieros Civi-

les del CFIA para nombrar una Comisión para estudiar la Estabilidad Estructural de la Iglesia de Puriscal. Una vez realizado el informe se mandan conclusiones del estudio a las instituciones relacionadas con el asunto y no hay reacción, ni preocupación por ninguna. El problema se archiva hasta que los sismos se inician en mayo 1990.

4.4. Varios.

34 D, 35 D - Fotos aéreas del IGCR a escalas 1:20.000 y 1:10.000 que permiten observar la zona inestable y la geomorfología de la zona.

36 D G - Plano escala 1:2.000, con ubicación de grietas, infraestructura dañada, deslizamientos y erosión.

Este plano es importante, ya que puede ser la base para recopilar toda la información de la evolución de los problemas en el área geológica y otros aspectos de interés.

- 37 D G - Mapa escala 1:50.000 con localización de deslizamientos en el área de Santiago y alrededores.

Documento importante para tener un marco de referencia de la estabilidad general de la zona. Se considera que no tiene la precisión para delimitar el área de deslizamiento de Santiago, pensando en los estudios futuros del problema.

- 38 D G - Mapa escala 1:25.000 con ubicación de fallas y deslizamientos en Santiago. Documento de fecha 1976, lo hace importante como referencia de los nuevos levantamientos y evolución del deslizamiento.

- 39 S D - Mapa con ubicación de fallas y epicentros en el período mayo - junio 1990

- 40SD, 41S - Decretos del Gobierno relacionados con la declaratoria de zona de emergencia a Puriscal y la suspensión de lecciones en escuelas de las áreas afectadas.

- 42 D - Acta de Sesión Municipal sobre la creación de una Comisión Técnica de profesionales puriscaleños para estudiar el problema del deslizamiento de Santiago.
- 43 D 6 - Documento que presenta un anteproyecto para el desarrollo de un estudio integral y multidisciplinario de los problemas relacionados con el deslizamiento de Puriscal. Se presenta un temario para realizar el estudio, recursos materiales y humanos y una estimación de costos.
- Se considera que el documento es muy ambicioso y no concentra sus objetivos en determinar en primera instancia las causas y soluciones al problema. Una vez que se conozca que hay una factibilidad técnica y económica de resolver el problema, se podrá seguir adelante con otros campos que son de importancia que participan, pero no en este momento, sólo los indispensables para lograr los propósitos mencionados.

44D, 45D, 46D

- Informes de la Comisión Nacional de Emergencia sobre estado de las viviendas dañadas, actividad sísmica y notas para la Prensa.

Esta notas resumen las condiciones encontradas en la zona del problema, en general, dan información complementaria para considerar en futuros estudios.

47 D

- Propuesta de los geólogos G. Leandro y C. León para realizar un diagnóstico del deslizamiento de Puriscal.

El documento no entra en detalle, pero el planteamiento es razonable y se puede mejorar en el conocimiento actual del problema. Se debe considerar para futuros estudios.

48D, 49D

- Resultados de la perforación N01, y ensayos de laboratorio correspondientes. Esta es la 1era perforación de 5 que se tienen programadas. La información de laboratorio es muy reciente (20 de agosto 1990), por lo que no se pudo analizar.

- 50 6 - Publicaciones de los periódicos La Nación, La República, La Prensa Libre y Diario Extra, relativas al tema, incluyendo aspectos sobre el impacto de estos problemas en la población de Santiago de Puriscal, así como la posición de los políticos ante esta situación.
- 51 6 - Valiosa publicación que resume todo el conocimiento sobre la actividad sísmica sucedida en la zona. Se incluyen resultados de acelerogramas registrados en el área, mecanismos focales, comportamiento de fallas geológicas y proyección futura del fenómeno.

V Análisis de la Situación Actual

Con base en la información recopilada, complementada con la opinión de otros profesionales relacionados con el tema y con el criterio del suscrito, se hace un análisis del estado del conocimiento actual sobre los diferentes aspectos en estudio.

5.1 Actividad Sísmica.

Hay consistencia en la opinión de diferentes investigadores, en cuanto a que desde principios de julio de 1990, la actividad sísmica en el área de Santiago de Puriscal ha disminuido. Sin embargo, se ha mantenido una actividad base a través del mes de julio que tiende a desaparecer.

Se considera que tanto la Red Sísmológica Nacional (RSN) ICE-UCR, como el Laboratorio de Ingeniería Sísmica (UCR) y el Observatorio Vulcanológico y Sísmológico de Costa Rica (OVSICORI), han desarrollado muy buen trabajo. Se instalaron acelerógrafos portátiles en la zona afectada y se pudieron registrar los eventos más fuertes. Hay consenso entre los sísmólogos de que esta actividad no generaría un sismo de alta aceleración en el Valle Central.

Los daños en edificaciones que se han detectado, principalmente en el área metropolitana, han sido consecuencia de construcciones defectuosas.

El sismo de mayor magnitud se registró el 30 de junio de 1990 y alcanzó un valor de 5.0 en la escala de Richter. De acuerdo a los registros del Laboratorio de Ingeniería Sísmica (UCR), este sismo produjo una aceleración de 0.116 G en el centro de Santiago.

Uno de los documentos más completos sobre este tema, a la fecha, recientemente lo acaba de publicar el Observatorio de Vulcanología y Sismología de C.R (OVSOCORI). En este documento se resume toda la información sobre la actividad sísmica, y se concluye acerca de las causas y efectos de este fenómeno.

5.2 Daños en viviendas debido a la actividad sísmica.

En cuanto a las causas que han producido los daños en la viviendas, hay uniformidad de criterios de parte de los que han analizado el problema. Sin embargo, con relación con el número de casos de cada tipo de falla o la frecuencia de presentarse, no hay coincidencia.

Básicamente hay tres documentos que analizan el asunto, presentados por el Comité Local de Emergencia - Puriscal. (Ing. Carlos Arroyo, Laboratorio de Ingeniería Sísmica (UCR), (Ings. W. Vargas y A. Matamoros) y Departamento Geología ICE (Dr. S. Mora). Existe consenso en cuanto a que la gran mayoría de los daños a las viviendas y edificaciones no son producidos por sismos. En orden de importancia, las causas principales de los daños se relacionan con malas prácticas constructivas, mala estructuración (en mucho casos por ampliaciones de la obra original), viviendas construidas en laderas inestables y viviendas sobre rellenos mal compactados. El documento del Ing. Arroyo hace un inventario detallado en muchas localidades, concluyendo que las principales causas son la mala práctica constructiva y la estructuración defectuosa de las viviendas, y relativamente son pocos los casos de viviendas falladas por ubicarse en laderas inestables, o al pie de éstas, caso generalmente asociado a colapso parcial o total de la vivienda.

Por otra parte, los otros dos documentos consideran que éste último caso mencionado y los problemas por cimentación en rellenos compactados, se presentan con mayor frecuencia.

Es opinión del suscrito, que el dictámen del Ing. Arroyo es más completo, en cuanto hizo un inventario de todas las localidades en donde hubo daños. Evaluó en total de alrededor 610 viviendas, de modo que las conclusiones son más representativas de la situación existente. Los otros documentos hacen buenas descripciones de los problemas, pero se consideran que representan sólo una parte de lo sucedido.

5.3 Deslizamiento de Santiago de Puriscal.

De acuerdo a la información disponible recopilada, a la fecha no hay documentos que contengan un análisis completo del problema. Hay investigaciones aisladas, presentación de criterios personales sobre los orígenes, características y soluciones del problema. No hay planteamientos bien soportados que sean prácticos y concretos para buscar soluciones a corto plazo. A nivel de propuestas para investigar el problema, existen dos documentos que se pudieron recopilar, que se consideran mejor presentados, uno, de los geólogos G. Leandro y C. León y el otro denominado " Anteproyecto para el desarrollo de un estudio integral y multidisciplinario, tendiente a evaluar la problemática generada por el deslizamiento de Puriscal ".

Aunque el segundo es más completo, necesita una mayor cantidad de recursos y no define prioridades en cuanto a que hay urgencia de definir las medidas para minimizar o resolver el problema del deslizamiento o en su defecto, definir que el fenómeno no tiene solución factible económicamente.

El primer documento, aunque debe ser complementado con mayores detalles, tiene mejor definido el objetivo de conocer y evaluar geológica y geotécnicamente el fenómeno, para luego pasar a una etapa de recomendaciones.

El suscrito considera, que actualmente se trabaja sin definición clara de objetivos, como se dijo, mientras no haya un documento detallado que integre todas las investigaciones realizadas y proponga en detalle el tipo e intensidad de estudios a ejecutar, se corre el riesgo de duplicar trabajos o de hacer estudios innecesarios. Por ejemplo, en la actualidad se ejecutan 5 perforaciones por parte del M.O.P.T. que deberán cruzar hasta la roca, se tienen definidos los sitios, pero no hay un planteamiento global en cuanto a tipos de muestreo, niveles de toma de muestras, ensayos de laboratorio a realizar, detalles de la

colocación de instrumentación, procesamiento de la información para estudios e factibilidad, descripción detallada de los núcleos, etc. Por otra parte, se sabe que SENAS en el pasado efectuó varios sondeos profundos, pero esta información no se pudo localizar, probablemente está perdida o la posee alguien no relacionado actualmente con el problema.

El costo de perforación es muy alto y sus resultados son indispensables dentro de cualquier programa de investigación a desarrollar. Se está en un momento oportuno para nombrar un " grupo de trabajo " que se dedique a estudiar técnicamente el deslizamiento, evitando que no se disperse en aspectos relacionados con la actividad sísmica, políticas institucionales, propaganda periodística, etc.

Se deben dejar de lado las rivalidades y la demostración de quién sabe más del asunto. El problema es serio y se considera que desde ya hace mucho tiempo se habla del asunto, sin llegar a conclusiones. Es justo que la población de Santiago de Puriscal tenga un dictámen fiél^t y sepa si el problema tiene o no solución, de lo contrario, mucha gente seguirá opinando de modo unilateral, sin llegar a ningún resultado final.

Sin pretender entrar en mucho detalle, a continuación se plantea la opinión del suscrito en cuanto al tipo de investigación a realizar para el deslizamiento de Santiago:

1. Sobre la Zona.

1.1 Geología general del área

1.2 Geomorfología, destacando estabilidad taludes naturales

1.3 Estratigrafía

1.4 Geología Estructural

1.5 Geohidrología

2. Sobre el área de deslizamiento.

2.1 Aspectos Geológicos.

- Definición del área inestable en escala detallada
- Evolución del fenómeno en el tiempo
- Flujo de aguas subterráneas. Definición de niveles, freáticos y/o artesianos
- Definición de plano o planos de falla
- Valor económico del riesgo geológico

2.2 Aspectos Geotécnicos.

- Características elásticas de estratos determinadas con estudios geofísicos.
- Características físico-mecánicas determinadas con ensayos de laboratorio.
- Definición Modelo Geotécnico.
- Análisis de Estabilidad.
- Análisis de Sensibilidad y variación de factores de seguridad.
- Correlación entre lluvia, velocidad del movimiento y daños.
- Definición de aspectos de aceleración y desplazamiento con base en registros, estratigrafía y resultados geofísicos.
- Definición final del fenómeno.
- Alternativas de solución a corto, mediano y largo plazo
- Recursos Necesarios.
- Costos.

3. Participación de otras disciplinas.

3.1 Estudios geológicos

3.2 Estudios meteorológicos

3.3 Estudios hidrológicos

3.4 Topografía

3.5 Evaluación Estructural de edificios existentes

3.6 Estudios de impacto socio-económico a la zona

Considerando el grado de incertidumbre de hacer un plan de trabajo y de asignar costos a una investigación geológico-geotécnica, en la que, conforme ésta se desarrolla, pueden aparecer condiciones no esperadas; a continuación se asignan recursos y se estiman costos, en el supuesto que tanto los servicios no personales, como los personales, deben ser adquiridos o contratados. En la medida en que algunas Instituciones colaboren, principalmente en ciertas actividades, como perforación, ensayos de laboratorio, servicios geofísicos, etc., el monto de la investigación se disminuirá considerablemente.

Servicios Personales

| | |
|---|---------------|
| 4 meses - geólogo a €180.000/mes..... | € 720.000.- |
| 4 meses - Ing. Geotecnista a €180.000/mes..... | 720.000.- |
| 2 meses - topógrafo a €180.000/mes..... | 360.000.- |
| 2 meses - topógrafo y cuadrilla a €220.000/mes... | 440.000.- |
| 1/2 mes - meteorólogo a €180.000/mes..... | 90.000.- |
| 3 meses - dibujante-calculista a €60.000/mes..... | 180.000.- |
| | <hr/> |
| | € 2.510.000.- |

Servicios No Personales

| | |
|--|---------------|
| 2 vehículos rurales (1 topografía y cuadr y otro grupo profesional) por 6 meses a €90.000/mes..... | 540.000.- |
| - Viáticos (global)..... | 400.000.- |
| - Gastos infraestructura (vivienda, teléfono papelería, etc.)..... | 100.000.- |
| - Alquiler equipo geofísica..... | 100.000.- |
| - Alquiler equipo topografía..... | 90.000.- |
| - Ensayos laboratorio suelos y rocas (global)... | 300.000.- |
| - Equipos instrumentación a instalar..... | 500.000.- |
| - Perforación 250 m @ €8.000/m..... | 2.000.000.- |
| - Imprevistos..... | 100.000.- |
| | <hr/> |
| | € 4.130.000.- |

Total global = € 6.640.000.-

VI Conclusiones y Recomendaciones

Como se expuso, es posible que haya información que no se pudo recopilar por estar en poder de personas o instituciones que actualmente no están relacionadas con el tema. Sin embargo, se considera, por referencias, que la mayoría de la información importante se pudo recoger.

Debido a que el trabajo se dividió en varios aspectos a evaluar, a continuación se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Sobre la Actividad Sísmica

La labor realizada por las instituciones que se encargan de este aspecto, ha sido muy eficiente y se ha podido recopilar información muy valiosa. Hay documentos que resumen en forma clara y detallada las causas, evolución y desenlace de todo el fenómeno. Se han complementado los resultados sismológicos con observaciones sobre comportamiento de estructuras, lo cual ha permitido definir la influencia de los sismos en áreas inestables y mala práctica de la construcción.

Sobre los daños a viviendas y edificaciones

Hay uniformidad de criterios en cuanto a que los sismos no son los causantes directos de la mayoría de los daños, la mala práctica constructiva, calidad de materiales usados, estructuración defectuosa, cimentación en laderas inestables o en rellenos mal compactados, son las principales causas de los problemas.

Se considera que para efectos de actividad sísmica, no es necesario hacer una zonificación. Sin embargo, debe haber rigurosidad, en cuanto a permitir construcción de viviendas en colinas, faldas o pie de laderas inestables, lo mismo que en rellenos mal compactados.

Sobre el área de deslizamiento

No hay documentos que integren todas las investigaciones y hagan planteamientos detallados para realizar esta labor. Se pueden duplicar o desaprovechar recursos por esta razón. Se deben tener muy claros los objetivos y alcances de la investigación a realizar, de acuerdo a los recursos disponibles.

Debido a que una investigación completa requiere de un período de ejecución largo y su costo puede ser elevado, se plantea que ésta se haga por etapas, de modo que por análisis de los resultados de la instrumentación que se instale, se vaya enfocando y adaptando al comportamiento real del fenómeno.

Se recomienda, integrar una fuerza de trabajo que sólo se dedique a analizar técnicamente el problema del deslizamiento. Una vez que se tengan planteamientos concretos, se puede seguir trabajando con grupos multidisciplinarios que analicen otro tipo de problemas.

Se recomienda, que se trabaje en equipo, sin rivalidades entre instituciones o personas, distribuyendo las responsabilidades de acuerdo a las áreas de especialidad de cada integrante.