

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

##### Conclusiones.

Estratigráficamente, el cantón de Alajuelita está constituido por 5 formaciones geológicas: Formación Peña Negra, Formación Pacacua, Formación Monzonita-Gabro de Escazú, Formación Coris, Formación Depósitos de Avalancha Ardiente y rellenos de lahares y coluvios-aluvionales.

En la zona de estudio se reconocieron 7 alineamientos estructurales (fallamiento), los cuales se presentan en 2 juegos principales preferenciales **NW-SE** (Higuito,  $\tau$ , Guacamaya) y **SW-NE** (Río Agres, Verbena, Río Poás, Limón).

Los recursos naturales del Cantón de Alajuelita son:

a-) Yacimientos metálicos (zonas mineralizadas con galena, pirita, cuarzo y calcopirita y otros) asociados al Intrusivo de Escazú, los cuales son más evidentes con estudios geoquímicos realizados en la zona de estudio.

b-) Yacimientos no metálicos en rocas principalmente de origen volcánico (depósitos piroclásticos de Avalancha Ardiente localizados en la parte norte del cantón) y de menor interés económico los materiales vulcano-sedimentario de la Formación Pacacua localizadas en la Hacienda La Verbena.

c-) Aguas superficiales y subterráneas, cuyas nacientes y áreas de recarga se encuentran en los Cerros de Escazú.

La calidad de las aguas superficiales del cantón es buena, pero debido a la presencia de coliformes fecales en éstas, no se recomienda su consumo en crudo. En las aguas del Río Limón se encontró la presencia del metal hierro, pero su concentración es inferior a las normas de calidad del agua recomendadas por la Organización Mundial de la Salud.

Las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales son las aguas servidas crudas (sin tratamiento) de la población o industria, la escorrentía de las zonas urbanas, los desechos del beneficiado de café y la basura en los cauces.

Los principales contaminantes del suelo del cantón son los desechos sólidos (basura), descargas de aguas de desecho al suelo (tanques sépticos, letrinas) y los agroquímicos.

En cuanto a las Amenazas y Peligrosidad Geológica según su violencia y extensión, estas podrían ocasionar daños a la población, infraestructura, líneas vitales, actividades productivas y al ambiente en general, por lo que se consideran como las más importantes según su peligrosidad las siguientes amenazas: La Amenaza Sísmica, y la Amenaza por Deslizamientos.

La Amenaza Sísmica es la que puede presentar mayor daños ya que se pueden originar sismos superficiales cerca del Valle Central o en el cantón mismo, debido a que este se considera como una zona de importante actividad sísmica tanto histórica como reciente, con eventos de magnitud moderada ( $M \leq 6$ ) y focos superficiales ( $H \leq 20$  km).

Tomando en cuenta la red de drenaje superficial y la morfología del cantón, el Río Limón y la Quebrada Guacamaya podrían permitir la acumulación y movimiento de volúmenes considerables de agua y lodo en la época lluviosa, las cuales afectarían a las viviendas ubicadas en las cercanías de estos.

Los principales usos de la tierra que se dan en el cantón son el café , la ganadería y bosques (en las partes altas).

#### **Recomendaciones .**

Del presente estudio y sus respectivas conclusiones, se desprenden una serie de recomendaciones. Estas recomendaciones podrían constituir acciones a tomar y/o a seguir por las autoridades del cantón para formular mejores proyectos de desarrollo y planificación acordes con la situación socioeconómica del mismo.

1- Se deben mejorar las prácticas de manejo de conservación de suelos en las zonas críticas mediante acciones tales como estimulación a las proyectos forestales, renovación de pastizales, mantenimiento de caminos, uso de variedades adecuadas de árboles o pastos. Esto se recomienda con el propósito de la recuperación de las zonas degradadas, disminuir los peligros por deslizamientos, avalanchas e inundaciones.

2- Se deben proteger las zonas de recarga de los recursos acuíferos (subterráneos y superficiales) para mantener su cantidad y calidad con medidas tales como restricción de proyectos urbanizadores, regulación de permisos para tajos, tala de bosques y perforación de pozos.

3- Se recomienda que en las áreas destinadas a desarrollo urbano se realicen estudios más detallados de las características geotécnicas (resistencia al corte, consolidación, límites de consistencia, y otros) de los suelos sobre los cuales se van sentar las obras de infraestructura. En especial, se recomiendan estudios de consolidación en áreas de suelos de alta plasticidad como por ejemplo los pertenecientes a la Formación Coris.

4- Con respecto a la calidad del agua para consumo humano, es necesario realizar análisis físico-químicos y bacteriológicos adicionales y más detallados en las fuentes de aguas superficiales y subterráneas destinadas para este uso. También es necesario proteger aquellas áreas de abastecimiento de aguas para consumo humano en el Cantón de Alajuelita.

5- Se debe seguir protegiendo las partes altas del cantón (Cerros de Escazú) y nacientes de los ríos, bajo la Zona Protectora de los Cerros de Escazú. Se debe crear los límites de protección, a partir de los cuales se prohíba todo tipo de actividad humana (parqueos, restaurantes, viveros y otros).

6- En cuanto a los yacimientos metálicos es de suma importancia establecer el verdadero potencial económico de las vetas polimetálicas. Los resultados del muestreo geoquímico pueden ser alentadores, también es probable que las vetas mineralizadas se extiendan y/o aparezcan otras vetas en la zona de estudio, para ello se recomienda realizar estudios geológicos, prospección minera y muestreos geoquímicos más detallados.

7- En cuanto a las recomendaciones para la Amenaza Sísmica se debe verificar la existencia de deformación neotectónica (fallamiento reciente), en los sectores donde se va a edificar obras de infraestructura, que además deben ser ejecutadas siguiendo los lineamientos de los códigos de construcción y especialmente el sísmico. Seguir las instrucciones de la Comisión Nacional de Emergencia en caso de presentarse un evento sísmico.

8- Con respecto a la Amenaza Volcánica, especialmente en el caso la lluvia de cenizas, la población debe tomar en cuenta las siguientes acciones para reducir la severidad de los efectos:

a) Seguir las recomendaciones señaladas por Comisión Nacional de Emergencia en caso de caída de cenizas.

b) Mover con pala la ceniza de los techos de las estructuras débiles.

c) Agitar la vegetación para reducir el rompimiento de tallos.

d) No consumir aguas descubiertas contaminadas con este tipo material volcánico.

- e) Instar a la población que vive en áreas situadas en zonas de alto peligro a evacuar temporalmente la zona.
- f) Traslado de ganado y enseres a un lugar seguro.
- g) Asegurar que los caminos de la evacuación planificada sean los más seguros y permanezcan libres.

9- En cuanto a las recomendaciones en caso de Avalanchas e inundaciones las más importantes son:

- a) Proteger las cuencas hidrográficas.
- b) Desarrollo urbanístico controlado, no permitiendo la construcción en las inmediaciones de los ríos y quebradas.
- c) Monitoreo hidrometeorológico regular de los principales cauces.

## V. BIBLIOGRAFÍA.

- AGUILAR, T.**, 1984: Miembro Tranquerillas de la Formación Térraba. En P. Sprechmann (Ed). Manual de geología de Costa Rica. Volumen I: Estratigrafía. Editorial UCR. San José- Costa Rica. 13-17 pp.
- ALVARADO C., M.E.**, 1982: Estudios sedimentológicos en la Formación Pacacua (Mioceno, Costa Rica) Tesis de Licenciatura. ECG-UCR. 185 p.+ 12
- ALVARADO V., F.**, 1984: Geología estructural y tectónica al Sur del Valle Central de Costa Rica (Tarbaca).-Tesis de Licenciatura. ECG. UCR. 108 p + 3 mapas.
- ALVARADO I., G.E., KUSSMAUL, S., CHIESA, S., GILLOT P.**, 1990: Cuadro cronoestratigráfico de dataciones radiométricas K-Ar y U-Th en Costa Rica (en preparación).
- ARIAS M., O & DENYER CH., P.**, 1991: Estructura Geológica de la región comprendida en la hojas topográficas Abra, Carraigres, Candelaria y Río Grande, Costa Rica. Rev. Geol. Amer. Central, San José Costa Rica 12: 61-74.
- ASTORGA, A., FERNANDEZ, J.A., BARBOZA, G., CAMPOS, L., OBANDO, J., AGUILAR, A., OBANDO, L.G.**, 1989: Cuencas sedimentarias de Costa Rica : Dinámica y potencial de hidrocarburos.- RECOPE. Simposio sobre potencial de recursos minerales y energéticos de la región de América Central y el Caribe. Circum Pacific Council.
- BARRANTES V., M.**, 1991: Comentarios petrográficos de algunas rocas aflorantes en la región central de Costa Rica.- Rev. Geol. Amer. Central, San José Costa Rica 12: 75-82.
- BERGOEING , J.P.**, 1982: Dataciones radiométricas de algunas muestras de Costa Rica.- En Inf Semestral, Enero a Junio 1982, I.G.N. San José C.R. 71 -86 pp.
- BERRANGE, J.**, 1977: Reconnaissance Geology of Tapantí quadrangle, Talamanca Cordillera, Costa Rica.- London (Institute of Geological Sciences, Oversea Division). 72p.
- BOWLES, J.E.**, 1982: Propiedades Geofísicas de los suelos.- Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A., Bogotá Colombia.

- BOWLES, J.E.**, 1981:Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil.- Editorial Mc Graw-Hill Latinoamericana, S.A., Bogotá Colombia.
- CARBALLO, M.A.**, 1978: La Formación San Miguel. Mioceno Inferior; Costa Rica.- Tesis de Licenciatura. ECG.UCR San José, Costa Rica. 160 p. + 2 graf.
- CARBALLO H., M.A & FISCHER, R.**, 1978: La Formación San Miguel (Mioceno, Costa Rica). Inst. Geogr.Nac., Inf. Semestral enero - junio: San José, Costa Rica(1979) 45-144 pp.
- CASTILLO, R.**, 1969: Geología de los mapas básicos Abra y partes de Río grande, Costa Rica.- Inf.MEIC, 40 p. + mapa 1:50000.
- CHINCHILLA V., E.**, 1987: Atlas cantonal de Costa Rica.- San José, Costa Rica: Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. 369 p +il. COMISION DE NOMENCLATURA ESTRATIGRAFICA., 1970: Código de Nomenclatura estratigráfica. México D.F.: Inst.Geol.UNAM., Sociedad Geol.Mexicana & Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, 28p
- DENYER CH., P & ARIAS M., O.**, 1991: Estratigrafía de la región central de Costa Rica.-Rev. Geol.Amér.Central. San José Costa Rica 12:1-59 pp.
- DIAZ C., J.**, 1984: Formación Turrúcares. En Sprechmann.P. (Ed). Manual de Geología de Costa Rica. Volumen 1:Estratigrafía. Editorial UCR. San José Costa Rica. 25 -29 pp.
- ECHANDI, E .**, 1981: Unidades Volcánicas de la Vertiente Norte de la Cuenca del Río Virilla. Tesis de Licenciatura. UCR San José, Costa Rica. 123p. +1 mapa
- GONZALEZ, V.C.**, 1910: Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica 1608-1910.- Tipografía Avelino Alsina, San José.Costa Rica, 200p.
- INSTITUTO DE FOMENTO Y ASESORIA MUNICIPAL (IFAM) .**, 1987: Descripción de la situación del servicio de recolección de desechos sólidos en las municipalidades del país.- Departamento de asistencia técnica, sección de estudios especiales. 163 p.
- INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS, -:** Memoria Técnica del Proyecto de Tanques y redes del Acueducto Metropolitano de San José.-Gerencia Operacional, Dirección de Desarrollo Físico. 143 p.

- KOPPEN, W.**, 1984: Climatología.- Fondo de Cultura Económica, México, 478 pp.
- KUSSMAUL, S., PANIAGUA P., S.A., GAINZA., J.**, 1982: Recopilación, clasificación e interpretación petroquímica de las rocas de Costa Rica.- Inf.Sem. I.G.N. Jul-Dic 1982: 17-29. San José.
- KUSSMAUL, S.**, 1987 : Petrología de las rocas intrusivas neógenas de Costa Rica.- En Rev.Geol.Amer.Central 7, 83-111 pp. San José, Costa Rica.
- KUSSMAUL S.**, 1988: Comparación petrológica entre el piso volcánico del Valle Central de Costa Rica, -Ciencia y Tecnología 12 (1-2) : 109- 116 pp.
- MADRIGAL, G., R & ROJAS E., CH .**, 1980: Manual descriptivo del mapa geomorfológico de Costa Rica (Escala 1:200 000) Imprenta Nacional. San José, Costa Rica. 79 p.
- MATA A.V., GONZALEZ E., ROJAS J.C., MORA D., SEQUEIRA A.M.**, 1987: Contenido de coliformes fecales, demanda bioquímica de oxígeno y oxígeno disuelto en el Río Grande de Tárcoles, Período 1981-1984.- En Tecnología en marcha, Vol 8 (2- 3. Instituto Tecnológico, 29- 36 pp.
- MINISTERIO DE ECONOMIA, INDUSTRIA Y COMERCIO**, 1986: Censo de Vivienda 1984.- Dirección General de Estadística y Censos, 19. San José, Costa Rica, 335 pp.
- MINISTERIO DE SALUD PUBLICA**, 1992: EL aire que respiramos. En: Periódico La Nación, Suplemento Zurquí p. 8C, Miércoles 27 de mayo de 1992.
- MONREAL, J.**, 1992: Un basurero por favor. En: Periódico La Nación, Suplemento Zurquí p. 8C, Miércoles 27 de mayo de 1992.
- MONTERO, W.**, 1975: Estratigrafía del Cenozoico del área de Turrúcares, Provincia de Alajuela Costa Rica. San José, Costa Rica, ECG: Informe de Bachillerato. Inédito 40 pp.
- MONTERO, W.**, 1986: Períodos de recurrencia y tipos de secuencias sísmicas de los temblores interplaca e intraplaca en la región de Costa Rica.- En Rev.geol. Amér.Central 5: San José Costa Rica, 35-72 pp.
- MONTERO, W.**, 1989: Sismicidad histórica de Costa Rica 1638-1910.- Geof.Int; 28 -3:531-559.

- MORA C.,S.**,1985: Las laderas inestables de Costa Rica.- En Rev.geol.Amer.Central (3) San José Costa Rica. 129 - 161 pp.
- OBANDO A.,L.G.**,1983 : Estratigrafía y petrografía de las rocas aflorantes al Sur del Valle Central (Tarbaca). Tesis de grado, ECG, UCR. 95 p.
- OBANDO A.L.,G.**,1985 : Petrografía del intrusivo de Escazú (Valle Central) Brenesia (24): 1-18pp,San José, Costa Rica.
- PANIAGUA,S & MORALES L.,D.**,1987: Peligro sísmico y volcánico en Costa Rica: consideraciones para su prevención.- En Geostmo. Vol 1,Num 2 San José, Costa Rica, 11-24 pp.
- PIZARRO A.,D.**, 1984 : Formación Coris. En P. Sprechmann (Ed). Manual de Geología de Costa Rica. Volumen 1: Estratigrafía. Editorial UCR. San José Costa Rica.
- RAMIREZ,J.M ; SEQUEIRA,M.A & CHACON, B.**,1985: Estudio sobre el contenido de metales pesados en los ríos del área metropolitana.- En Ingeniería y Ciencia Química. Vol 9, (1),11-13pp.
- RIVIER S.F.**,1979: Geología del área Norte de los Cerros de Escazú, Cordillera de Talamanca, Costa Rica.-Inf.Sem.IGN en Jun. 1979: 99-132 pp.
- SALAS S.,L.A.**, 1981: Análisis de soluciones para abastecer de agua potable al acueducto de Escazú.-Informe de proyecto final para graduación. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 124 p.
- SANCHEZ R.,F.**,1988: Evaluación preliminar de la planta modular de tratamiento potabilizador de agua de Alajuelita.-Informe final para graduación. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil 195 p.
- VIQUEZ.,A.V.**, 1984: Formación Pacacua.- En P. Sprechmann. (Ed). Manual de Geología de Costa Rica.Volumen 1: Estratigrafía. Editorial UCR. San José Costa Rica. 19-23p.