

CONTAMINACION DEL AGUA.

Aguas Superficiales

En nuestro país las aguas superficiales han sido utilizadas como cuerpos receptores de aguas residuales y desechos sólidos, lo que han ocasionado un notable deterioro de su calidad. El agua no es recurso ilimitado y cada día será más costoso y escaso obtenerlo (Mata et al, 1987).

Las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales en el cantón de Alajuelita son: aguas servidas crudas de la población o la industria, desechos del beneficiado de café, escorrentía de zonas urbanas, basura depositada en los cauces y sedimentos en suspensión. La importancia relativa del aporte de cada una de esas fuentes depende de la intensidad de la actividad que generan los contaminantes.

Los sistemas de disposición de aguas domésticas dentro del Cantón de Alajuelita son básicamente tanques sépticos y letrinas, solo una pequeña parte drena sus aguas residuales a los ríos (tales como casas a orilla de los ríos, efluentes de tanques sépticos y aguas jabonosas conectados al alcantarillado pluvial).

Calidad del agua de consumo humano.

En la actualidad el cantón de Alajuelita toma gran parte de su agua potable del acueducto metropolitano. Esto lo hace a través del tanque de Belo Horizonte que recibe 465 l/s del manantial de Puente Mulas, de los cuales 45 l/s corresponden para el consumo de Alajuelita y el resto al consumo del sector central de San José. El sector sur del cantón, ubicado fuera de las zonas de presión del acueducto metropolitano, se abastece por la planta de Alajuelita (MEMORIA TECNICA, A y A).

Los sectores situados en las partes más altas del cantón, en las faldas de los cerros de Escazú, se abastecen de pequeños manantiales que afloran en las montañas. Estos sistemas no reciben cloración o cualquier otro sistema de purificación.

La planta de tratamiento de Alajuelita se ubica a unos 3 km al sur de el centro de la localidad, en la elevación de 1250 m.s.n.m. (figura 30).

La planta del Río Limón se construye con el objeto de abastecer de agua potable al sector sur ubicado en la parte alta de el cantón. Se puso en operación en abril de 1987. Esta planta tiene una capacidad de tratamiento de 15 l/s (SANCHEZ, 1988).

El mismo autor describe los elementos que conforman el sistema de la planta de tratamiento de Alajuelita:

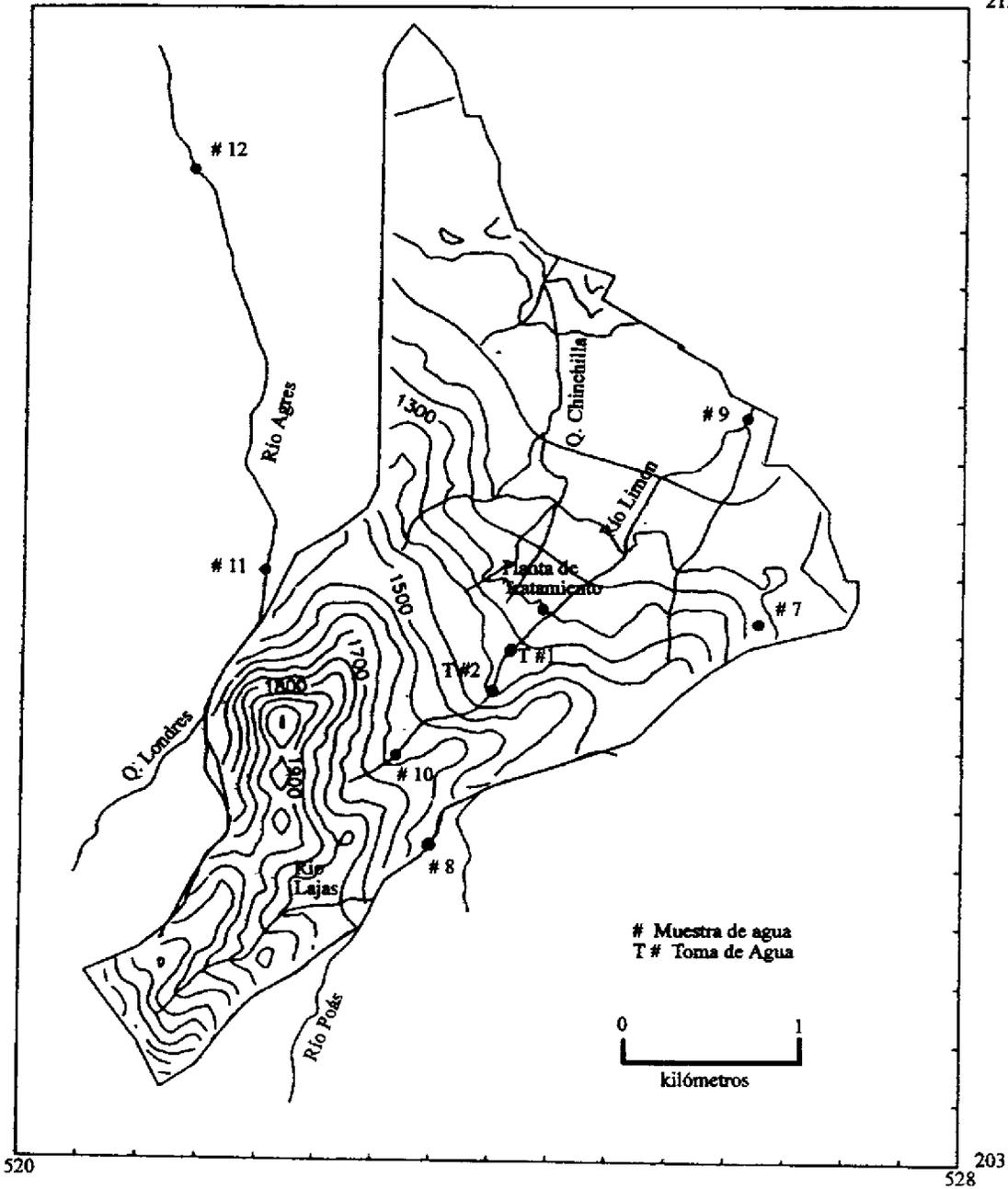


Fig. 30. Sitios de muestreo de aguas para metales pesados y ubicación del sistema de tratamiento de Alajuelita.

- captación y desarenador: la captación se localiza en las faldas de los Cerros de Escazú, cerca del monte llamado la Cruz de Alajuelita, donde nace el río Limón. El agua es captada por dos tomas: la N° 1 en la elevación 1375 m.s.n.m. y la N° 2 a 1335 m.s.n.m. (fig. 30);

- líneas de conducción: compuesta por cuatro líneas independientes de la siguiente manera:

- a) toma N°1 a la planta
- b) toma N°2 a la planta
- c) naciente a la planta
- d) tanque la Cascabela a la planta.

- planta de tratamiento: esta planta tiene una capacidad de 15 l/s, proyectada a ampliarse en módulos de 5 l/s, hasta una capacidad máxima de 30 l/s.

- almacenamiento: se realiza por medio de dos tanques interconectados con volúmenes de 150 m³ y 540 m³ respectivamente.

- distribución.

Para analizar la eficiencia remocional de la planta se toman como base evaluaciones físico-químicas y bacteriológicas semanales que se realizan en los laboratorios de Acueductos y Alcantarillados y los muestreos rutinarios que se hacen en la planta (SANCHEZ, 1988).

SANCHEZ (1988) afirma que el tratamiento de las aguas en la planta, trabaja con una eficiencia bastante alta en la clarificación del agua (remoción de la turbidez), mientras que la remoción de coliformes fecales, es del 100% con la adición de cloros. En los cuadros 13 y 14, se resumen los valores máximos de turbidez, color y coliformes fecales para los períodos de tiempo de estudiados (*ibíd.*)

Calidad de las aguas superficiales.

Los parámetros más representativos de la calidad del agua son: la turbidez, el color y el contenido de coliformes fecales (bacterias indicadoras de la contaminación orgánica y fecal). La calidad físico-química y bacteriológica (datos puntuales) de algunos cursos de aguas superficiales del cantón de Alajuelita se muestran en los cuadros 15 y 16. Estos cuadros muestran la presencia de coliformes fecales en las aguas superficiales del cantón, lo que en algunos casos haría que estas aguas no sean apropiadas para ser consumidas en forma cruda, sin su respectivo tratamiento, dado el peligro potencial de transmisión de enfermedades. Además podría imposibilitar el uso de las aguas para diferentes fines, tales como posibles fuentes de agua potable, irrigación, y recreación.

Cuadro 13. RESUMEN DE LAS PRUEBAS FISICA-QUIMICAS VALORES MAXIMOS DE TURBIDEZ Y COLOR, EN LA PLANTA DE ALAJUELITA.

MES	Cruda		Sedimentada Turbiedad U.N.T.	Clorada	
	Turb. U.N.T.	Color U.C.		Turb. U.N.T.	Color U.C.
Agosto 1987	1750	3000	26	5.3	30
Séptiembre	1400	2030	56	7.5	20
Octubre	3000	4500	44	8.8	20
Noviembre	1600	3000	54	7.0	30
Diciembre	6.9	20	5.4	2.8	15
Enero 1988	7.0	10	3.6	2.7	5
Febrero	7.5	20	5.6	3.5	10
Marzo	7.2	30	4.6	3.5	10
Abril	12	70	6.0	6.0	40

Fuente: Datos de análisis físico-químicas realizados por el Laboratorio de AyA en Tres Ríos de Cartago y muestreos rutinarios en la planta de tratamiento.

Cuadro 14. RESUMEN DE LAS PRUEBAS BACTERIOLÓGICAS VALORES DE COLIFORMES FECALES /100 ml EN LA PLANTA DE ALAJUELITA

MES	CRUDA	SEDIMENTADA	FILTRADA	CLORADA
Agosto 1987	11000	7500	930	4
Séptiembre	4300	2400	4600	negativo
Octubre	46000	15000	24000	negativo
Noviembre	15000	4300	46000	negativo
Diciembre	2400	4300	930	negativo
Enero 1988	110000	9300	1100	negativo
Febrero	4300	1500	240	negativo
Marzo	1500	930	430	negativo
Abril	1500	430	240	negativo

Fuente: Datos de análisis bacteriológicos realizados por el Laboratorio de AyA en Tres Ríos de Cartago y muestreos rutinarios en la planta de tratamiento de Alajuelita.

Cuadro 15. CARACTERIZACION BACTERIOLÓGICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE ALGUNOS RÍOS DEL CANTÓN DE ALAJUELITA.

PROCEDENCIA RIO	UBICACION	COLIFORMES		Calidad
		TOTALES	FECALES	
Poás	Poás E 94	17 000	5 400	Regular
Cañas	Cañas E 123	4 300	40	Buena
Lajas	Río Lajas	930	430	Buena
Limón**	Los Filtros*	2400	73	Buena

Fuente: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Departamento de Control de Calidad.
 notas: * Los Filtros se ubican en San Josecito de Alajuelita.
 ** Muestra tomada en la captación de la Planta de tratamiento de Alajuelita.

Cuadro 16. CALIDAD FISICO-QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DE ALGUNOS RIOS DEL CANTON DE ALAJUELITA

CARACTERISTICAS	RIOS			
	Poás (9-3-89)*	Cañas (31-1-90)	Lajas (14-7-88)*	Limón (8-7-88)*
Coliformes totales	17000	4300	930	2400
Coliformes fecales	5400	40	430	73
ph	7.25	7.90	7.95	8.20
Cloruros	4 mg/L	4 mg/L	4 mg/L	4 mg/L
Fluoruros	0 mg/L	0.15 mg/L	0.12 mg/L	0.09 mg/L
Color	2 U.Pt/Co	2 U.Pt/Co	2 U.Pt/Co	2 U.Pt/Co
Turbides	0.85 U.N.T.	0.58 U.N.T.	1.3 U.N.T.	8.0 U.N.T.

Fuente: Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados,
Departamento de Control de Calidad.

notas: * Fechas del muestreo

Metales pesados en las aguas superficiales.

El contenido de metales pesados tales como Pb, Zn, Fe, Mn, Cr y Cd, juegan un papel importante en la contaminación de cuerpos de agua, ocasionando gran impacto por su toxicidad y bioacumulación.

Los ríos contaminados con metales pesados pueden alterar la vida acuática y silvestre, la actividad agrícola (si se utilizan para riego), el aspecto estético y recreación y las fuentes de abastecimiento subterráneo cuando actúan como recarga de acuíferos.

Para analizar la concentración de metales pesados se tomaron y analizaron 6 muestras de los principales ríos que atraviesan el cantón de Alajuelita (fig. 30) . Para cada muestra, se determinó la concentración máxima de cada metal pesado (cuadro 17).

Cuadro 17. CONCENTRACION MAXIMA DE METALES PESADOS DE ALGUNOS RIOS DEL CANTON DE ALAJUELITA, EN mg/l FEBRERO, 1992.

*Rio o manantial	Pb	Zn	Fe	Mn	Cr	Cd
Muestra N°7	**	**	**	**	**	**
Muestra N°8	**	**	**	**	**	**
Muestra N°9	**	**	0.08	**	**	**
Muestra N°10	**	**	0.15	**	**	**
Muestra N°11	**	**	**	**	**	**
Muestra N°12	**	**	0.04	**	**	**

notas:

*procedencia de la muestra de agua

** valores menores al límite detectable de 0.01 mg /L.

De este cuadro se puede observar que no existe contaminación por cadmio, plomo, zinc, manganeso, y cromo, mientras que los valores en hierro indican su presencia en algunos ríos del cantón, como es el caso del Río Limón. La concentración de Fe no sobrepasa las normas de calidad del agua recomendadas por la Organización Mundial de la Salud (O.M.S.), con un valor límite aceptable de 1.0 mg/L.

Otros agentes contaminantes de las aguas superficiales son las materias orgánicas (que las centros poblacionales del cantón producen y arrojan a los ríos), detergentes, agroquímicos plaguicidas, pesticidas, abonos (nitratos y fosfatos) y escorrentías urbanas, que constituyen el lavado de las calles durante intensas precipitaciones que acarrean basuras de calles y parques, materias fecales de animales, hidrocarburos y sedimentos a los ríos aumentando su nivel de contaminación.

CONTAMINACION DEL SUELO.

Los principales fuentes de contaminación de el suelo son:

- Desechos sólidos.
- Descargas de aguas de desecho al suelo (tanques sépticos, letrinas y residuos líquidos).
- Agroquímicos.

DESECHOS SOLIDOS.

La eliminación de los desechos sólidos es un gran problema en cualquier sitio del mundo, ya que éstos son focos de contaminación y con ella todo tipo de infecciones o enfermedades, por lo que el hombre ha implementado varias formas de tratar la basura.

En el cantón de Alajuelita, la municipalidad administra la recolección de la basura, realizando este servicio dos veces por semana.

La cobertura del servicio municipal de recolección no cubre todo el cantón (cuadro 18), es decir este servicio no es completo a nivel cantonal, por lo que un alto número de personas no desechan la basura por medio de la municipalidad, sino que ellos mismos se encargan de su eliminación, creando botaderos de basura no autorizados generalmente a la orilla de los caminos, ríos del cantón, situación que repercute en la calidad de las aguas superficiales y la obstrucción de los causes y la reducción de su capacidad de transporte.

El servicio municipal usa equipo recolector de tipo compactador y este servicio no recoge basura de jardín, muebles viejos, llantas, ni ningún otro tipo de desecho no doméstico. La Municipalidad de Alajuelita dispone finalmente sus desechos o basuras en el relleno sanitario colectivo de Río Azul.

Cuadro 18. COBERTURA EN EL SERVICIO DE RECOLECCION DE DESECHOS SOLIDOS Y PRODUCCION ESTIMADA EN EL CANTON DE ALAJUELITA, A OCTUBRE DE 1991.

total de distritos	distritos atendidos	poblacion total	viviendas atendidas	% de cobertura	produccion promedio tm /sem	produccion promedio tm/ano	
5	4	40208	26707	7909	66	108	5616

Fuente:

Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Departamento de Operaciones.

Se analizaron en estudios de la presente campaña geológica, los desechos sólidos (basura) de dos cuadrantes del centro de la ciudad de Alajuelita. Se realizaron dos muestreos los días 10 y 13 de febrero de 1992 (fig. 31).

El equipo de campo consistió de los siguientes elementos:

- guantes de hule;
- mascarillas;
- bolsas para basura;
- balanza;
- bolsas plásticos.

La metodología usada en este estudio, consistió en tomar la basura directamente de los hogares justo el día de la recolección municipal. La bolsa recogida de cada hogar se pesó y separó por su respectivo cuadrante. Posteriormente se analizó toda la basura en conjunto, separándose y pesándose esta vez según los principales componentes sólidos que la constituyen (papel, vidrio, metal, tela y materia orgánica). Los resultados de los estudios muestran que el componente de mayor cantidad es la materia orgánica en la producción de desechos sólidos por peso (fig. 32, cuadro 19), seguido en orden de mayor a menor por el papel, plástico, tela, vidrio y metal. Mientras que analizando la producción de basura en volumen (fig. 33, cuadro 19) indican que el principal componente sólido es el papel, seguido por la materia orgánica, plástico, tela, metal y vidrio.

Cuadro 19. COMPONENTES SOLIDOS DE LA BASURA SEGUN TIPO, POR SEMANA DE RECOLECCION, ALAJUELITA, 1992.

Componente	Peso Kg	Porcentaje en peso %	Volumen m ³	Porcentaje en volumen %
materia orgánica	70	63.9	0.2015	32.6
papel	19	17.4	0.2170	35.2
vidrio	2	1.8	0.0116	1.9
metal	2	1.8	0.0232	3.7
plástico	2.5	11.5	0.1395	22.8
tela	4	3.6	0.0232	3.8

Fig. 31 Basura domiciliar según componente sólido por peso, cantón de Alajuelita, 1992

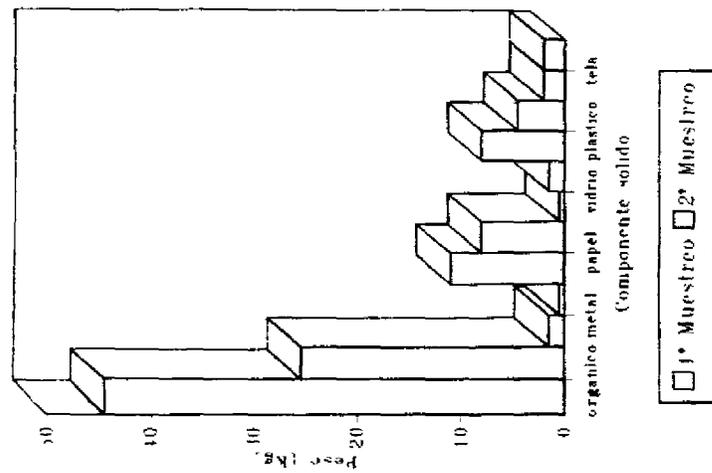


Fig. 32 Producción de basura domiciliar según componente sólido por peso, cantón de Alajuelita, 1992

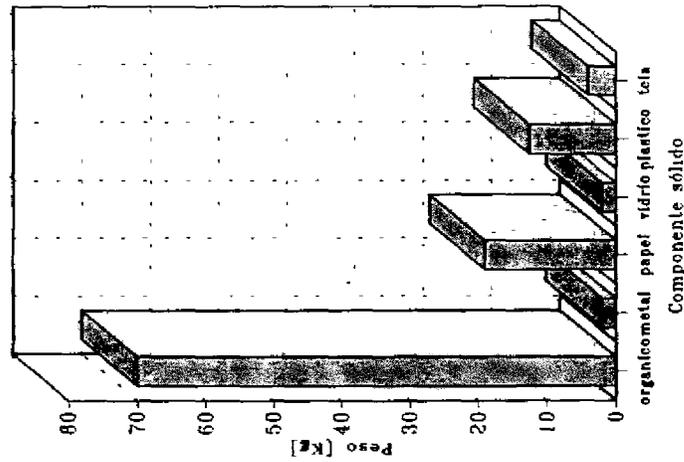
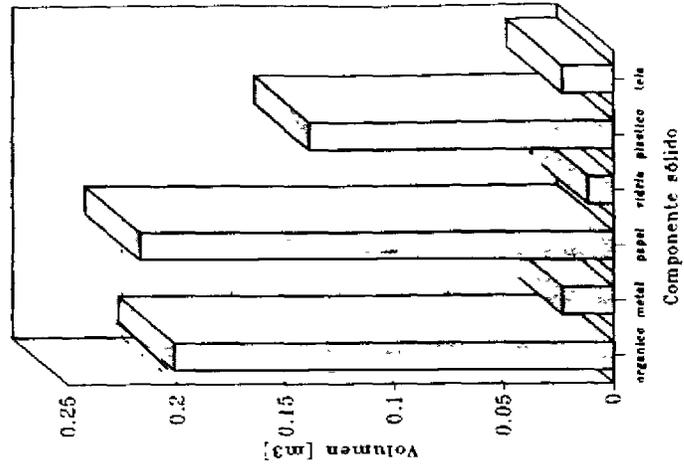


Fig. 33 Producción de basura domiciliar según componente sólido por volumen, cantón de Alajuelita, 1992



Para poder comparar a nivel nacional se usarán los estudios realizados en 1990 sobre los tipos de basura que se generan en nuestro país y que se resumen en el cuadro 20.

Con base en los resultados de los estudios anteriores se pueden realizar algunas proyecciones o estimaciones de niveles producción de basura en el cantón de Alajuelita por día, semana, mes y año, los cuales se pueden apreciar en los cuadros 21 y 22. En los cuadros del 23 al 25 se presentan las estimaciones de producción de basura según los siguientes aspectos:

- la cobertura de los servicios de recolección de desechos sólidos,
- viviendas y comercios atendidos,
- basura transportada al relleno sanitario de Río Azul.

Cuadro 20. COMPONENTES SOLIDOS DE LA BASURA, EN PORCENTAJE POR PESO, COSTA RICA, 1990.

Componente	Porcentaje en peso %
materia orgánica	62.1
papel y cartones	17.8
madera	1.3
metales	1.4
plásticos	5.6
materia inerte	11.7

Fuente: Julio Monreal. Depto. Control Ambiental- Ministerio de Salud en Periódico La Nación, Suplemento Zurquí, 27 Abril de 1992.

Cuadro 21. PRODUCCION DE BASURA EN Kg CON BASE EN MUESTRA DE 31 PERSONAS DISTRIBUIDAS EN 9 VIVIENDAS DEL CANTON DE ALAJUELITA, FEBRERO 1992

tiempo estimado	cantidad de basura			total de la población(2) m3
	total de kg	kg/persona	kg/vivienda(1)	
1 día	14.9	0.48	2.31	15 112.0
1 semana	104.5	3.37	16.18	105 784.3
1 mes*	410.0	13.48	46.44	423 137.2
1 año	5434.0	175.29	603.72	5 502 353.2

notas:

- (1) Estimación suponiendo tamaño promedio de familias en 4.8**
- (2) Estimación suponiendo tamaño de la población de 31390** personas
- * Se supone meses de cuatro semanas
- Estimación suponiendo un comportamiento uniforme de la producción de basura
- ** Datos del tamaño promedio de la familia y tamaño de la población son tomados del Censo Nacional de 1984.

Cuadro 22. PRODUCCION DE BASURA EN m³ CON BASE EN MUESTRA DE 31 PERSONAS
DISTRIBUIDAS EN 9 VIVIENDAS DEL CANTON DE ALAJUELITA, FEBRERO 1992

tiempo estimado	cantidad de basura			total de la población(2) m ³
	total de m3	m3/persona	m3/vivienda(1)	
1 día	0.088	0.0028	0.0136	88.79
1 semana	0.613	0.0198	0.0950	621.52
1 mes*	2.452	0.0792	0.3802	2486.09
1 año	29.424	0.9504	4.5619	29833.06

notas:

- (1) Estimación suponiendo tamaño promedio de familias en 4.8**
- (2) Estimación suponiendo tamaño de la población de 31390** personas
- * Se supone meses de cuatro semanas
- Estimación suponiendo un comportamiento uniforme de la producción de basura
- ** Datos del censo Nacional de 1984.

Cuadro 23. ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE BASURA EN EL CANTON DE ALAJUELITA(1)
SEGUN POBLACION ATENDIDA (a octubre de 1991).

Distritos del cantón	Población 1984	Población 1991	% cobertura	Población atendida	Producción semanal Kg
ALAJUELITA	8280	10606	75	7954	
SAN JOSECIPIO	4872	6241	75	4680	
SAN ANTONIO	1336	1711	0	0	
CONCEPCION	12175	15595	65	10137	
SAN FELIPE	4727	6055	65	3936	
TOTAL	31390	40208	66	26707	93476

Fuente:

Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Departamento de Operaciones.

notas:

- (1) Tasa de crecimiento 3.6%. e Índice de producción por persona 0.5 Kg hab./día.

Cuadro 24. ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE BASURA EN EL CANTON DE ALAJUELITA(1)
SEGUN UNIDADES DOMICILIARES Y COMERCIOS ATENDIDOS (a octubre de 1991).

Viviendas atendidas	Comercios atendidos	Población equivalente	Producción semanal Kg
7909	390	39337	137680

Fuente: Instituto de Fomento y Asesora Municipal (IFAM), Departamento de Operaciones.

notas: (1) Tasa de crecimiento 3.6% e Índice de producción por persona 0.5 Kg hab./día.

Factor de ponderación: 1.5

Eficiencia: 68%

Cuadro 25. ESTIMACION DE LA PRODUCCION DE BASURA EN EL CANTON DE ALAJUELITA(1)
SEGUN BASURA TRANSPORTADA (a octubre de 1991).

Vehículos utilizados	# viajes por semana	volumen (m3)	peso/esp kg/m3	cap. estimada kg/viaje	producción semanal Kg
Rec. Pegaso mod. 1214	5	12	500	6000	30000
Rec. Pegaso mod. 3060	4	20	500	10000	40000
Rec Hino LK	5	10	450	4500	22500
Total					92500

Fuente:

Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), Departamento de Operaciones.

Conclusiones principales:

Del sector urbano analizado en este estudio, los resultados generales indican lo siguiente:

- La basura orgánica es la más abundante respecto al peso, conformando cerca del 65 %, es decir casi dos tercios del peso total. Pero ocupó un segundo lugar respecto al volumen, que alcanzó aproximadamente el 30 % del total.
- El papel por su parte ocupó un segundo lugar referente al peso (16 %), pero un primer lugar en volumen (cerca de 35%).
- El plástico ocupó un tercer componente en importancia (10 % en peso y cerca del un 20 % en volumen).
- Otros componentes como metal y vidrio conforman un cuarto lugar con 5 % en peso y poco menos de un 10 % en volumen.
- Los restantes constituyentes de la basura domiciliar consisten de restos textiles y otros componentes varios como pilar y recipientes de aerosoles, que pese a que conforman un volumen (menos del 5 %) y peso (menos del 3 %) relativamente bajos, tienen un alto potencial de contaminación.
- Se hace evidente que cerca del 95 % del total de la basura domiciliar podría ser reciclada, siempre y cuando se separa desde los mismos hogares.

CONTAMINACION DEL AIRE

La mayor parte de sustancias contaminantes que se encuentran en el aire son: óxido de azufre, monóxido de carbono, hidrocarburos, oxidantes fotoquímicos y partículas en suspensión (Depto. Control Ambiental - Ministerio de Salud Pública, en Periódico La Nación, Suplemento Zurquí, La Nación 27 Abril de 1992). Aunque son pocas las mediciones que se han realizado, en torno a la calidad del aire, en el año de 1989 se llevaron a cabo algunas para medir las concentraciones de las sustancias contaminantes mencionadas anteriormente por el Ministerio de Salud, que estableció un nivel máximo de concentración para cada una de ellas y luego de estudiar los datos obtenidos en varios puestos de control instalados en diferentes puntos del área metropolitana, se comprobó que las emisiones de éstas sustancias se encontraban por debajo del nivel establecido por el respectivo ministerio (ibíd.)

3.4 AMENAZA NATURALES.

AMENAZAS Y PELIGROSIDAD GEOLOGICA

Se entiende por amenaza natural todo aquel proceso natural que al manifestarse, según su violencia y extensión, podría ocasionar daños a la población, infraestructura, líneas vitales, actividades productivas y al ambiente en general. Estos fenómenos naturales son manifestaciones de la actividad interna y superficial de la tierra, y se pueden citar el vulcanismo, la sismicidad y la inestabilidad de laderas (deslizamientos, erosión). A continuación, se presenta un análisis de las principales amenazas que pesan sobre el área de estudio.

AMENAZA SISMICA

Los sismos que representan mayor amenaza dentro de el área de estudio son aquellos superficiales originados en o cerca del Valle Central, el cual es una de las fuentes sismogénicas más activas del arco interno de Costa Rica, según lo indica en el número de eventos de moderada magnitud que han ocurrido en los últimos 185 años. Esta zona sismogénica se caracteriza, por la ocurrencia de sismos que tienen dos orígenes importantes según MORALES & MONTERO (1988):

a) Sismos someros que se asocian al arco interno de América Central: se caracterizan por presentar un tipo de fallamiento longitudinal o transversal, de profundidades menores a los 30 km, y de magnitudes entre 5 y 6.5, siendo estos temblores de gran destrucción.

b) Sismos de profundidad grande a intermedia, asociados a la subducción de las placas Cocos y Caribe: son de magnitudes altas (superiores a 6) y se generan a profundidades mayores de los 30 km, por lo que los daños no son tan destructivos.

Los tipos de secuencias sísmicas que se presentan son variados y dependen entre otros factores, de la profundidad, el ambiente tectónico y de la magnitud. MONTERO (1986), tomando en cuenta aquellos eventos con intensidades mayores o iguales a VII y con magnitudes superiores a 5.0, propone que los períodos de recurrencia de las secuencias sísmicas, han sido variables teniendo valores extremos de 20 años (mínimo) y de 39 años (máximo). La media es de 29.5 +/- 9.9 años. Tres tipos de secuencias sísmicas se pueden reconocer en el Valle Central, según MONTERO (1984):

a) secuencias de enjambres de temblores, la cual es característica de zonas volcánicamente activas o recientemente activas como el Valle Central. Esta secuencia de enjambres puede estar relacionada con regiones fuertemente fracturadas y con una corteza extremadamente heterogénea, como sería el contexto del Valle Central.

b) secuencia de precursores, evento principal, decaída exponencial posterior a la actividad sísmica.

c) secuencia evento principal, decaída exponencial de la actividad sísmica posterior.

El cantón de Alajuelita, se ubica en la parte sur del Valle Central en una zona de importante actividad sísmica, tanto reciente como histórica, con eventos de magnitud moderada ($M \approx 6$) y focos superficiales ($H \approx 20$ km), los cuales son peligrosos y han causado daños en el pasado, con intensidades (MM) entre VII y IX (MONTERO; 1985), con aceleraciones probables entre 10% y 50% de la gravedad. Entre los eventos de este tipo tenemos los ocurridos, el primero de ellos el 21 de marzo de 1842, que ocasionó daños en Alajuelita y en áreas aledañas, clasificándose como un sismo superficial con una fuente sísmica de interplaca, con una magnitud (macrosísmica) de entre 5.0-5.9 y una intensidad VII (MM) en Alajuelita según MONTERO (1984). El segundo el 18 de marzo de 1851, a las 13:15 (hora local), que produjo daños considerables en Alajuelita, Heredia y San José, clasificándose como un sismo superficial, con una magnitud macrosísmica de 6.0-6.9 y una intensidad de VIII (MM).

Tomando como referencia el registro, de la base de datos de la RED SISMOLOGICA NACIONAL (RSN UCR-ICE), desde el año 1974 (que es cuando la red amplió su cobertura y mejoraron sus localizaciones (más confiables), la zona muestra una actividad sísmica relativamente baja (aprox. 97 sismos registrados hasta el año de 1991, en esta área) en comparación a otras zonas con mayor actividad.

Cuadro 26. LISTADO DE SISMOS DE ALAJUELITA Y ALREDEDORES, 1821-1991.

N°	AAAA/DD/MM	HH/MM/SS	LAT	LON	PRF	MAG	FUENTE
1	1821 04 10	00 00 00	9.83	84.08	0.00	0.00	W.M\L.D.M
2	1842 03 21	00 00 00	9.83	84.10	10.00	0.00	W.M\L.D.M
3	1940 10 02	03 15 48	9.90	84.10	0.00	4.00	CGS
4	1970 07 07	23 38 10	9.87	84.07	9.00	1.00	UCR
5	1970 07 07	09 11 28	9.88	84.08	8.00	2.50	UCR
6	1976 07 28	07 17 51	9.87	84.07	5.00	2.00	W.M/UCR
7	1976 07 28	07 15 32	9.88	84.06	12.00	2.90	W.M/UCR
8	1977 10 11	20 30 32	9.85	84.09	5.00	3.20	UCR
9	1977 11 01	18 34 30	9.89	84.11	8.00	2.80	UCR
10	1977 11 11	20 30 30	9.86	84.08	5.00	2.90	W.M/UCR
11	1978 04 02	20 20 29	9.85	84.14	6.00	2.40	W.M/UCR
12	1978 04 09	20 20 29	9.85	84.14	6.00	2.40	W.M/UCR
13	1978 10 12	04 10 43	9.90	84.14	6.00	2.50	W.M/UCR
14	1979 01 26	01 36 58	9.92	84.14	64.13	0.00	UCR
15	1979 02 07	02 05 31	9.85	84.09	9.00	3.20	UCR
16	1980 07 07	22 49 29	9.87	84.07	9.00	0.60	UCR
17	1980 07 07	23 21 21	9.87	84.07	9.91	0.00	UCR
18	1980 07 08	05 50 54	9.87	84.07	10.00	0.70	UCR
19	1980 07 08	06 10 39	9.88	84.07	9.00	0.60	UCR
20	1980 07 08	09 15 55	9.88	84.07	8.00	0.20	UCR
21	1980 07 08	05 50 56	9.86	84.10	2.94	0.00	UCR
22	1980 07 08	09 11 29	9.87	84.07	5.00	2.30	UCR
23	1980 08 02	23 28 08	9.87	84.14	15.91	0.00	UCR
24	1980 08 28	07 45 57	9.91	84.09	7.38	0.00	UCR
25	1980 08 28	10 11 12	9.85	84.11	6.49	0.00	UCR
26	1980 08 28	18 14 26	9.84	84.12	11.31	3.00	UCR
27	1980 08 28	07 38 14	9.86	84.13	9.39	0.00	UCR
28	1980 08 28	08 15 08	9.86	84.13	8.87	0.00	UCR
29	1980 08 28	07 46 52	9.86	84.14	8.27	0.00	UCR
30	1980 08 28	15 23 11	9.84	84.12	7.87	0.00	UCR
31	1980 09 23	20 06 48	9.88	84.13	11.47	0.00	UCR
32	1980 10 16	21 57 25	9.86	84.07	10.83	0.00	UCR
33	1980 10 16	05 41 09	9.85	84.12	8.01	0.00	UCR
34	1980 10 17	04 14 47	9.89	84.11	10.26	0.00	UCR
35	1980 10 30	07 13 10	9.84	84.14	6.23	0.00	UCR
36	1980 11 21	19 42 45	9.85	84.12	26.54	0.00	UCR
37	1980 11 22	12 54 10	9.86	84.13	7.69	0.00	UCR
38	1980 12 12	17 59 34	9.84	84.15	6.84	0.00	UCR
39	1980 12 12	18 05 54	9.86	84.15	7.00	0.10	UCR
40	1980 12 12	18 05 54	9.86	84.15	7.16	0.00	UCR
41	1981 04 29	04 06 22	9.85	84.14	8.00	0.80	UCR
42	1981 05 29	00 06 13	9.88	84.14	12.09	0.00	UCR
43	1981 05 29	00 06 12	9.85	84.14	15.00	0.50	UCR
44	1981 08 28	07 46 52	9.86	84.14	8.00	1.20	UCR
45	1981 08 28	07 57 06	9.88	84.07	5.00	1.40	UCR
46	1981 08 28	07 57 41	9.89	84.07	4.00	1.20	UCR
47	1981 08 28	08 50 08	9.86	84.13	9.00	0.50	UCR

continua...

Nº	AAAA/DD/MM	HH/MM/SS	LAT	LON	PRF	MAG	FUENTE
48	1981 08 28	17 09 43	9.89	84.07	2.00	0.30	UCR
49	1981 08 28	18 14 26	9.84	84.12	12.00	0.50	UCR
50	1981 08 28	06 52 47	9.86	84.13	8.00	0.10	UCR
51	1981 08 28	07 38 14	9.86	84.13	9.00	0.10	UCR
52	1981 08 28	07 55 58	9.91	84.09	7.00	1.10	UCR
53	1981 09 14	19 55 35	9.85	84.12	9.21	0.00	UCR
54	1981 10 14	19 10 04	9.87	84.13	8.00	1.90	UCR
55	1981 10 16	21 57 25	9.86	84.07	12.00	2.30	UCR
56	1981 10 17	04 14 47	9.87	84.13	12.00	0.90	UCR
57	1981 10 28	17 51 13	9.86	84.14	1.00	0.30	UCR
58	1981 10 28	11 14 07	9.85	84.15	9.00	0.60	UCR
59	1981 10 29	10 56 22	9.86	84.14	8.00	2.30	UCR
60	1981 10 29	15 16 04	9.84	84.15	9.00	1.30	UCR
61	1982 02 26	08 48 15	9.86	84.15	11.00	2.50	UCR
62	1982 02 26	08 56 18	9.86	84.15	8.00	2.60	UCR
63	1983 03 17	19 14 28	9.91	84.08	46.00	4.50	UCR
64	1984 03 12	14 04 42	9.94	84.07	71.00	2.50	UCR
65	1985 08 19	06 40 02	9.83	84.13	11.42	2.74	UNA
66	1985 08 19	06 42 14	9.84	84.14	7.41	2.18	UNA
67	1986 01 21	18 14 47	9.94	84.10	5.60	2.20	UCR
68	1986 03 05	18 12 54	9.88	84.07	20.06	2.57	UNA
69	1986 05 22	09 33 02	9.86	84.13	67.99	1.90	UCR
70	1986 12 09	10 20 55	9.85	84.13	7.27	2.29	UNA
71	1987 05 01	17 45 38	9.95	84.11	106.38	1.10	UCR
72	1987 07 19	07 10 48	9.83	84.12	73.20	3.50	UCR
73	1988 02 18	23 26 50	9.91	84.07	12.00	1.95	UNA
74	1988 08 12	13 00 48	9.87	84.10	76.19	2.73	UNA
75	1988 08 31	11 26 22	9.93	84.14	73.53	3.62	UNA
76	1989 01 06	13 38 15	9.83	84.16	5.12	2.07	UNA
77	1989 09 11	03 12 01	9.91	84.15	77.06	2.73	UNA
78	1989 12 08	23 27 40	9.84	84.08	30.00	3.70	RSN
79	1989 12 08	23 27 40	9.84	84.08	30.00	3.70	RSN
80	1990 06 02	21 00 24	9.90	84.11	30.80	2.60	RSN
81	1990 06 07	15 30 38	9.88	84.15	21.50	3.20	RSN
82	1990 06 08	03 28 27	9.94	84.14	29.10	3.20	RSN
83	1990 06 21	13 04 26	9.84	84.15	15.00	2.10	RSN
84	1990 09 14	11 14 23	9.93	84.07	4.10	2.10	RSN
85	1990 09 20	13 48 18	9.84	84.14	22.20	2.90	RSN
86	1990 09 23	12 53 19	9.86	84.09	25.00	3.00	RSN
87	1990 09 23	23 41 51	9.85	84.06	71.60	3.20	RSN
88	1990 11 13	10 20 15	9.86	84.11	25.00	2.50	RSN
89	1990 12 22	19 13 56	9.84	84.15	23.00	3.60	RSN
90	1991 02 01	21 07 46	9.83	84.11	6.80	2.30	RSN
91	1991 02 16	16 31 47	9.89	84.14	15.70	3.10	RSN
92	1991 02 23	18 44 40	9.92	84.06	3.90	3.00	RSN
93	1991 05 10	21 59 55	9.87	84.14	30.00	3.40	RSN
94	1991 05 11	09 45 22	9.91	84.09	28.75	3.50	RSN
95	1991 06 29	01 38 01	9.84	84.08	14.02	3.30	RSN
96	1991 08 24	09 55 40	9.84	84.07	23.30	2.60	RSN
97	1991 08 26	13 58 14	9.88	84.13	59.60	3.00	RSN

Fuente: RED SISMOLOGICA NACIONAL (UCR-ICE)
PROGRAMA ANANIS VERSION 2.0 OCT 1990. Diseñó Guillermo A Avila Romero.

N°	AAAA/DD/MM	HH/MM/SS	LAT	LON	PRF	MAG	FUENTE
1	1821 04 10	00 00 00	9.83	84.08	0.00	0.00	W.M\L.D.M
2	1842 03 21	00 00 00	9.83	84.10	10.00	0.00	W.M\L.D.M
3	1940 10 02	03 15 48	9.90	84.10	0.00	4.00	CGS
4	1970 07 07	23 38 10	9.87	84.07	9.00	1.00	UCR
5	1970 07 07	09 11 28	9.88	84.08	8.00	2.50	UCR
6	1976 07 28	07 17 51	9.87	84.07	5.00	2.00	W.M/UCR
7	1976 07 28	07 15 32	9.88	84.06	12.00	2.90	W.M/UCR
8	1977 10 11	20 30 32	9.85	84.09	5.00	3.20	UCR
9	1977 11 01	18 34 30	9.89	84.11	8.00	2.80	UCR
10	1977 11 11	20 30 30	9.86	84.08	5.00	2.90	W.M/UCR
11	1978 04 02	20 20 29	9.85	84.14	6.00	2.40	W.M/UCR
12	1978 04 09	20 20 29	9.85	84.14	6.00	2.40	W.M/UCR
13	1978 10 12	04 10 43	9.90	84.14	6.00	2.50	W.M/UCR
14	1979 01 26	01 36 58	9.92	84.14	64.13	0.00	UCR
15	1979 02 07	02 05 31	9.85	84.09	9.00	3.20	UCR
16	1980 07 07	22 49 29	9.87	84.07	9.00	0.60	UCR
17	1980 07 07	23 21 21	9.87	84.07	9.91	0.00	UCR
18	1980 07 08	05 50 54	9.87	84.07	10.00	0.70	UCR
19	1980 07 08	06 10 39	9.88	84.07	9.00	0.60	UCR
20	1980 07 08	09 15 55	9.88	84.07	8.00	0.20	UCR
21	1980 07 08	05 50 56	9.86	84.10	2.94	0.00	UCR
22	1980 07 08	09 11 29	9.87	84.07	5.00	2.30	UCR
23	1980 08 02	23 28 08	9.87	84.14	15.91	0.00	UCR
24	1980 08 28	07 45 57	9.91	84.09	7.38	0.00	UCR
25	1980 08 28	10 11 12	9.85	84.11	6.49	0.00	UCR
26	1980 08 28	18 14 26	9.84	84.12	11.31	3.00	UCR
27	1980 08 28	07 38 14	9.86	84.13	9.39	0.00	UCR
28	1980 08 28	08 15 08	9.86	84.13	8.87	0.00	UCR
29	1980 08 28	07 46 52	9.86	84.14	8.27	0.00	UCR
30	1980 08 28	15 23 11	9.84	84.12	7.87	0.00	UCR
31	1980 09 23	20 06 48	9.88	84.13	11.47	0.00	UCR
32	1980 10 16	21 57 25	9.86	84.07	10.83	0.00	UCR
33	1980 10 16	05 41 09	9.85	84.12	8.01	0.00	UCR
34	1980 10 17	04 14 47	9.89	84.11	10.26	0.00	UCR
35	1980 10 30	07 13 10	9.84	84.14	6.23	0.00	UCR
36	1980 11 21	19 42 45	9.85	84.12	26.54	0.00	UCR
37	1980 11 22	12 54 10	9.86	84.13	7.69	0.00	UCR
38	1980 12 12	17 59 34	9.84	84.15	6.84	0.00	UCR
39	1980 12 12	18 05 54	9.86	84.15	7.00	0.10	UCR
40	1980 12 12	18 05 54	9.86	84.15	7.16	0.00	UCR
41	1981 04 29	04 06 22	9.85	84.14	8.00	0.80	UCR
42	1981 05 29	00 06 13	9.88	84.14	12.09	0.00	UCR
43	1981 05 29	00 06 12	9.85	84.14	15.00	0.50	UCR
44	1981 08 28	07 46 52	9.86	84.14	8.00	1.20	UCR
45	1981 08 28	07 57 06	9.88	84.07	5.00	1.40	UCR
46	1981 08 28	07 57 41	9.89	84.07	4.00	1.20	UCR
47	1981 08 28	08 50 08	9.86	84.13	9.00	0.50	UCR

continua...

AMENAZA VOLCANICA

Según PANIAGUA & SOTO (1988) y PANIAGUA Y MORALES (1987), en Costa Rica se han identificado más de 200 focos volcánicos (cráteres, conos, domos y relictos volcánicos) situados en diferentes provincias volcánicas plio-cuaternarias. De todos estos se han tenido conocimiento de registro histórico de la actividad eruptiva de los siguientes 5 volcanes: Rincón de la Vieja y Arenal en la Cordillera de Guanacaste; Poás, Irazú y Turrialba en la Cordillera Central del país.

En ambas cordilleras, como en sus alrededores, se encuentran coladas de lavas, capas de tefras, flujos de nubes ardientes y depósitos fluviovolcánicos. En la mayor parte de estos volcanes, se asientan ciudades, además de importantes centros de agricultura, ganadería, turismo e industria.

Los volcanes de la Cordillera Central son estrato volcanes constituidos principalmente por andesitas basálticas y andesitas piroxénicas e intercalaciones de brechas, aglomerados y depósitos de lapillis y cenizas. Estos volcanes representan las últimas edificaciones del magmatismo volcánico cuaternario de la región central de Costa Rica. Con base a evidencias estratigráficas y cartografiado volcánico, se ha determinado que la actividad volcánica en la Cordillera Central es más intensa y diversa, de lo que los registros históricos muestran.

Estudios acerca de la actividad de los volcanes de la Cordillera central de Costa Rica, indican que los volcanes Poás, Irazú y Turrialba han tenido erupciones históricas importantes.

Tomando en cuenta los análisis históricos, especialmente de los volcanes de la Cordillera Volcánica Central, estos muestran que los edificios volcánicos que más han afectado al cantón de Alajuelita y a la zona Sur del Valle Central han sido el Irazú y en menor proporción el volcán Poás.

El volcán Irazú, se localiza a una distancia de San José de 24 km en dirección noreste. La altura de este edificio es de 1700 m, mientras que su altitud es de 3432 m.s.n.m. y una morfología de estratovolcán complejo.

Su historia eruptiva viene desde tiempos de la colonia (desde el año de 1723, con al menos 6 erupciones). Ha mantenido un tipo de actividad que se caracteriza principalmente por eyección periódica de material piroclástico y de frecuentes emisiones de gases, vapores de agua y depósitos laháricos asociados. Las principales explosiones de material piroclástico, se dieron a partir del años de 1917, 1918 y hasta 1924, así como del año de 1933 y hasta 1940, las cuales emitieron gran cantidad de erupciones de ceniza que cubrió gran parte de el Valle Central.

Uno de los años de mayor importancia en cuanto a la caída de cenizas se dio en 1964, en el cual precipitó en la provincia de San José, aproximadamente 26395.0 gr/m², siendo las zonas más afectadas con una extensión de aproximadamente 300 km², Cartago, Tres Ríos, Alajuelita, Tibás y Escazú(fig. 34).

En el Valle Central, la ceniza se ha extendido, debido a la acción de los vientos que viajan hacia el oeste de dicho valle, depositantes éstas cenizas aproximadamente a 30 km o más del centro de emisión; sin embargo la ceniza constituida de partículas más finas se han depositado a más de 100 kilómetros de distancia de dicho centro.

Los peligros volcánicos a corto plazo del Volcán Irazú son: formación de lahares y depósitos piroclásticos de caída y de flujo; mientras que los peligros a mediano y largo plazo es una explosión lateral dirigida de bajo ángulo y formación de nuevos focos eruptivos con lavas asociadas. El estado actual de este aparato volcánico es de quietud y la única actividad son las solfataras de baja temperatura ($T < 95^{\circ}$) del flanco noroeste.

El volcán Póas, se localiza a una distancia de San José de 35 km en dirección noroeste. La altura de este edificio es de 1700 m, mientras que su altitud es de 2704 m.s.n.m. y una morfología de estratovolcán compuesto.

Su historia eruptiva se ha mantenido regularmente activo por lo menos durante los dos últimos siglos (los datos más antiguos corresponden con los años 1751 y 1783). El tipo de actividad se caracteriza principalmente por erupciones freatomagmáticas (erupciones de lodo, gas, bloques y ceniza) y una intensa actividad fumarólica exalativa. Las principales erupciones se dieron en los años de 1828, 1834, 1910, 1914, 1915, 1916, 1925, 1968 y en el período 1986-1989 se dan algunos ciclos eruptivos de gases, cenizas y fragmentos de roca.

Los peligros volcánicos a corto plazo del Volcán Póas, se consideran como sigue a continuación:

- a corto plazo: lluvia ácida y temblores;
- a mediano plazo: fuerte caída de cenizas, alta sismicidad y lahares;
- a largo plazo: gases ácidos, erupciones explosivas, flujos de lava y piroclásticas y caídas de ceniza.

El estado actual de este aparato volcánico es de tipo exalativa. A parte de la débil erupción de cenizas de mayo de 1989, no se ha tenido conocimiento de otra erupción, solo de la lluvia ácida continua en 1991.

AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS

En la zona de Alajuelita, la amenaza por deslizamientos es sumamente baja, sobre todo si se toma en cuenta la intensa meteorización a la que son sometidas las distintas litologías, en donde se puede encontrar abundantes capas de arcillas especialmente en rocas intrusivas.

Debido tanto a la acción de los agentes físicos como a la acción de los fluidos hidrotermales, las rocas sedimentarias han sido sumamente alteradas (gran parte de este tipo de rocas son muy susceptibles a este tipo de agentes); sin embargo se puede considerar que los pocos deslizamientos que afectan a esta zona se localizan en las fuertes pendientes del Cerro San Miguel, sin ser afectadas poblaciones, la infraestructura civil y las actividades agrícolas importantes de la zona de estudio.

REPTACION

Se trata de aquellos casos de laderas con suelos de granulometría fina parcial o totalmente saturados que se movilizan sobre pendientes relativamente moderadas (5-30%) y a velocidades del orden de un metro por año. Este fenómeno ha sido detectado a lo largo de los ríos Limón y Poás (fig. 34).

A menudo este fenómeno se asocia con deficiencias en el drenaje natural y artificial de los suelos (MORA, 1985). El mecanismo de movimiento comienza a actuar a partir del momento en que la componente de los esfuerzos gravitacionales en relación con el substrato y la superficie de la ladera, alcanza una magnitud superior a la resistencia al corte del suelo.

CAIDA DE BLOQUES

En la caída de bloques (rock falls), una masa de cualquier tamaño se desprende desde laderas de pendientes fuertes o peñascos, a lo largo de una superficie sobre la cual pequeños o ningún desplazamiento de corte toma lugar y desciende principalmente a través del aire por caída libre, saltación o rodamiento. Los movimientos son muy rápidos a extremadamente rápidos y pueden o no ser precedidos por movimientos menores que llevan a una separación progresiva de la masa desde su fuente (VARNES, 1972).

FLUJOS DE DETRITOS

Los flujos de detritos se da comúnmente cuando los materiales de los horizontes superiores (IA, IB) de este tipo de suelo son los que se deslizan sobre la roca parcialmente meteorizada subyacente, debido al aumento de presiones intersticiales durante las épocas de precipitación intensa y particularmente asociadas a períodos de fuerte actividad sísmica.

En algunas ocasiones, el material desprendido es transportado a manera de avalancha o de torrente, a lo largo de un río o quebrada de alta pendiente. Este tipo de fenómeno se ha observado en Alajuelita, en las cercanías del Cerro san Miguel y Cerro de Rabo de Mico(fig. 34).

AVALANCHAS e INUNDACIONES

Tomando en cuenta la red de drenaje superficial y la morfología del cantón, permite la acumulación y movimiento a gran velocidad de volúmenes considerables de agua y de lodo, sobre todo en la época lluviosa; los cuales pueden afectar a las viviendas ubicadas en las cercanías de los ríos y quebradas principales (fig. 34)(ej. Río Limón y Quebrada Guacamaya).

El manejo inapropiado de las cuencas hidrográficas, producto de la deforestación y desarrollo urbanístico, provoca el aporte de volúmenes importantes de suelo a los cauces de quebradas y ríos, los cuales pueden dar lugar a masas de lodo y bloques de gran movilidad, que pueden incidir sobre las obras de infraestructura ubicadas en sus cercanías.