

IV. CONSIDERACIONES AMBIENTALES.

Asdúval Vargas
Julio Hernández
Teresa Aguilar
Allan Astorga

La cantidad de desechos líquidos, gaseosos y sólidos es cada día mayor, como resultado de la actividad humana. Estos desechos tienen un impacto negativo sobre el medio natural y son una amenaza a la calidad de la vida. Debido al incremento de la población y de la producción industrial, ha aumentado la generación de desperdicios. Actualmente éstos por sus características no son descompuestos por medios naturales al ritmo que se producen como sucedía en el pasado. Por lo tanto es necesario plantear en primer lugar el carácter del problema y en segundo lugar señalar medidas correctivas.

3.4.1 Calidad del agua para consumo humano.

El agua para consumo poblacional en el cantón de Escazú se obtiene de dos formas: suministrada por el sistema de tratamiento en los tanques de almacenamiento y/o tomada directamente de nacientes o quebradas, por ejemplo de la Quebrada Higuerones.

Los análisis de aguas de consumo del acueducto municipal de Escazú realizado bajo el convenio Ministerio de Salud-Instituto de Fomento y Asesoría Municipal (IFAM), muestran la calidad del agua de consumo en el año de 1990 e inicios de 1992.

Para febrero de 1990 únicamente el centro de Escazú recibía agua tratada (clorada), el resto de las comunidades (San Antonio, Bo Corazón de Jesús, Alto Palomas, Barrio El Carmen) se abastecían de agua cruda. Globalmente se considera que estas comunidades reciben agua con contaminación fecal pues prácticamente todas las muestras tomadas en puntos representativos presentan coliformes fecales. El análisis físico químico en la Naciente la Mina, mostraba valores de hierro total de 5,2 ppm. En el tanque Zapote, de la naciente la Laja, el agua mostraba un pH (23,5 °C) de 9,5.

Para agosto de 1990, en Escazú centro se evidencia una mejora en la calidad del agua. En San Antonio no se encontró cloro residual, más bien se evidenciaron 5 puntos con coliformes totales y 2 puntos con coliformes fecales. Los Barrios Corazón de Jesús, El Carmen, Los Filtros y Alto Palomas, presentaban problemas de contaminación por coliformes. Durante el año de 1991 no se realizaron muestreos.

Para marzo de 1992 en Escazú centro se tiene agua potable (ausencia de coliformes y cloro residual en la red).

En San Antonio el agua es apta para consumo. En el Barrio El Carmen, Barrio Corazón de Jesús, Bo San Luis, Bo El Perú y Alto las Palomas, el agua no es potable. Las tendencias generales en el contenido de coliformes fecales se muestra en la figura 32.

Además en la época lluviosa el agua tiene un aumento en la turbidez, y contaminación debido a la saturación de las cuencas, donde se arrastra todo tipo de materia. Esta agua contaminada puede incidir en un aumento de la parasitosis en los niños. La solución a esta problemática se puede plasmar en tres puntos vitales:

-Tratamiento del agua cruda (especialmente cloración). La desinfección con cloro garantiza la inocuidad del agua y con ello su potabilidad.

-Protección de cuencas; debido a que la contaminación puede estarse originando en el sitio mismo de la captación, es necesario proteger dichas cuencas y evitar el acceso fácil de personas y animales.

-Control sistemático de la calidad del agua.

3.4.2 Calidad del agua superficial.

MATA et al. (1987) señalan que en Costa Rica las aguas superficiales han sido utilizadas como cuerpos receptores de aguas residuales y desechos sólidos, lo que ha ocasionado un notable deterioro de su calidad, un ejemplo de esto lo constituye la contaminación en el Río Chiquero.

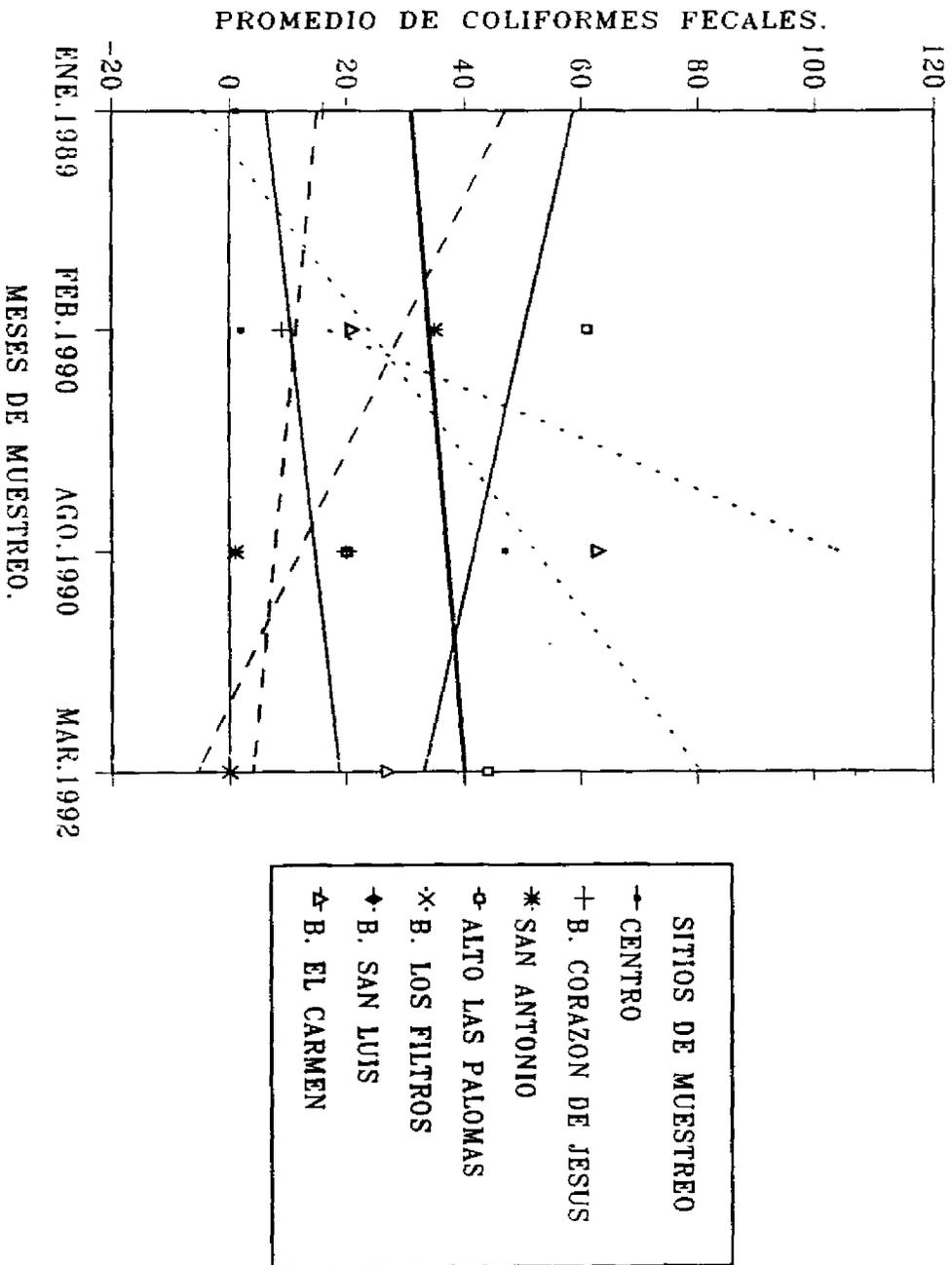
Durante el período 1981-1984 se valoró la carga orgánica de la cuenca, con base en coliformes fecales (CF), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y oxígeno disuelto. Los valores de estos parámetros fueron obtenidos de la estación de muestreo Ta-1, localizada en Puente de Mulas en el extremo NW del Cantón de Escazú, con coordenadas geográficas 217,35 N - 516,10 E y son las siguientes: en la época seca el contenido de coliformes fecales determinado fue de 77×10^3 por 100 ml; mientras que en la época lluviosa fue de 220×10^3 coliformes. Este comportamiento (no muy diferente actualmente) pudo ser ocasionado por:

-Aumento en el escurrimiento y escorrentía propia de la época lluviosa.

-Durante el primer semestre el caudal es almacenado en embalses de diferentes plantas, favoreciendo la sedimentación.

-La sobrevivencia de los microorganismos durante la época seca puede ser afectada por las concentraciones detectadas de detergentes y metales pesados.

FIG. 32. TENDENCIAS DE CONTAMINACION
 POR COLIFORMES FECALES, CANTON DE ESCAZU.



FUENTE MINST. DE SALUD-IFAM.

La DBO fue mayor durante el primer semestre. El valor promedio durante el primer semestre fue de 14 mg/L, y de 7,8 mg/L durante el segundo semestre, presentando los valores más altos de todas las estaciones muestreadas. El porcentaje de saturación de oxígeno disuelto en el primer semestre fue de 70% y en el segundo semestre fue de 91%. Los datos anteriores sustentan la imposibilidad de uso de las aguas (al menos en la estación de puente de Mulas) para fines tales como fuente de agua potable, recreación e irrigación.

PACHECO.,MATA.,SEQUEIRA (1987) realizaron una evaluación preeliminar del Río Tiribí, durante el periodo de 1981 a 1982 utilizando entre otros , un punto de muestreo en el Puente Los Anonos, Escazú. Los valores obtenidos de turbidez (UF) fue de 83,2; de pH 7,22; de DBO,41,2 (altamente contaminado); OD,5,3; % de Saturación de Oxígeno Disuelto 67% ; y de coliformes fecales por 100 mL, $2,4 \times 10^6$ (sumamente contaminada). El aumento de la población e industrias en los años siguientes,al muestreo, incide en un posible aumento en los valores obtenidos en el período analizado.

RAMIREZ,SEQUEIRA & CHACON (1985) presentan datos sobre el contenido total de cadmio, cromo, cobre, manganeso, plomo y zinc, en los ríos del área metropolitana, producto de análisis realizados en el periodo de 1981-1984, los cuales incluyen dos estaciones de muestreo al Norte del cantón de Escazú. Además de los datos anteriores, se tomaron seis muestras de aguas superficiales en el cantón de Escazú el día 13 de febrero de 1992, cinco pertenecientes a la subcuenca del Tiribí y una perteneciente a la subcuenca del río Uruca (figura 33). Estas muestras fueron analizadas en el laboratorio de Química de la Universidad Nacional.

El análisis de las concentraciones de estos metales es muy importante por cuanto juegan un papel determinante en la contaminación de cuerpos de agua, ocasionando gran impacto por su toxicidad y bioacumulación. En el cuadro 11 se presentan los valores promedio de la concentración de los metales evaluados en el período de 1981-1984, así como los valores de las muestras puntuales analizadas en 1992.

Se observa que no existe contaminación por cadmio, plomo y cromo tanto en las muestras analizadas durante el lapso de 1981-1984, como en las muestras examinadas en el año de 1992; mientras que los valores en Cobre, Manganeso y Zinc indican contaminación en algunos ríos, tanto en los años de 1981-1984 como en el año de 1992 en los siguientes ríos: río Cruz (0,14 mg/L de Mn; 0,91 mg/l de Fe), río Chiquero (0,33 mg/L de Fe; 0,07 mg/L de Mn), Virilla (0,04 mg/L de Cobre; 0,39 mg/L de Manganeso; 0,27 mg/L de zinc) y Tiribí (0,05 mg/L de Cobre; 0,57 mg/L de Manganeso; 0,37 mg/L de Zinc). Aunque los períodos de análisis son diferentes, hay que señalar que los puntos de muestreo en el año de 1992 corresponden a las partes altas de las subcuencas del Tiribí y Uruca. Lo anterior incidiría en valores de concentraciones no muy diferentes a las obtenidas durante el lapso de 1981-1984 en los ríos Tiribí y Virilla.

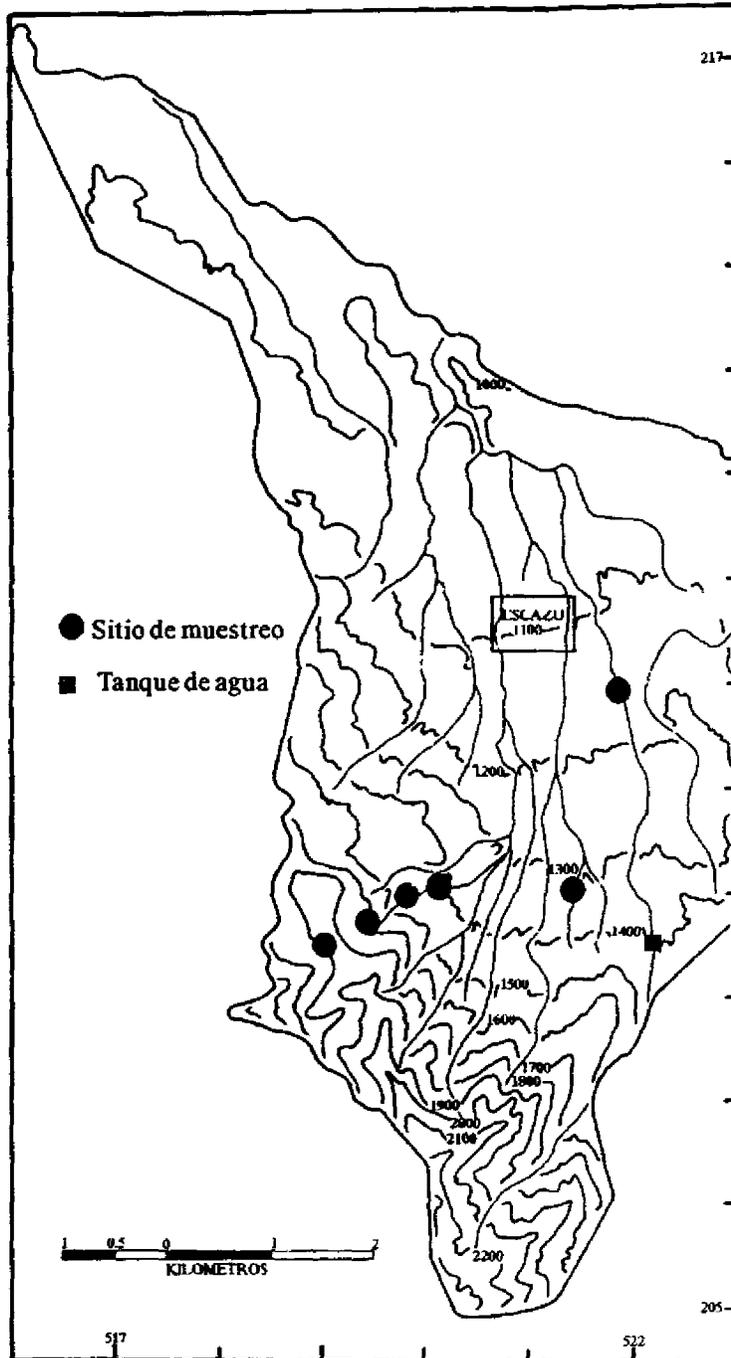


Fig. 33. Ubicación de los sitios de muestreo de aguas superficiales, cantón de Escazú.

Asociado a estos valores se presenta el pH, determinado durante el período de 1981-1984 por RAMIREZ, SEQUEIRA & CHACON (1985). Estos autores señalan que teniendo un pH tan alto, el metal es menos disponible en el agua, favoreciendo la formación de los hidroxicomplejos de Cd, Cu, Cr, Pb y Zn; esto hace suponer que en las capas inferiores y en los sedimentos del Tiribí y Virilla, estos metales se estén acumulando.

RECOMENDACIONES.

Tratamiento de las descargas del sistema de alcantarillado de los diferentes centros urbanos e industriales a fin de disminuir el deterioro de la calidad del agua superficial.

Con los valores expuestos y su comparación con las normas señaladas por la O.M.S (cuadro 12) se concluye que algunos de estos ríos no deben ser utilizados para irrigación, en suelos de uso continuo o para recreación.

Así mismo se indica la instalación de lagunas de oxidación para sedimentar los metales y de filtros de carbón activado para purificar el agua.

Cuadro 11. Concentración de metales pesados en algunos ríos y nacientes del cantón de Escazú(mg/L).

UBICACION	Cd	Cr	Cu	Mn	Pb	Zn	Fe (ppm)	p	H
208,75 N/ 519,50 E	*	**	ND	***	**	****	*****		ND
209,00 N / 519,75 E	*	**	ND	***	**	****	*****		ND
209,25 N / 520,00 E	*	**	ND	***	**	****	*****		ND
[a]	*	**	ND	***	**	****	*****		ND
Río Cruz	*	**	ND	0.14	**	****	0.91		ND
R. Chiquero	*	**	ND	0.07	**	****	0.33		ND
Virilla(1)	*	**	0.04	0.39	**	0.27	ND		7.45
Puente de Mulas.									
Tiribí(1)	*	**	0.05	0.57	**	0.37	ND		7.20
Los Anonos									

- * = Valores menores al límite detectable de 0.010 mg/L.
- ** = Valores menores al límite detectable de 0.100 mg/L.
- *** = Valores menores al límite detectable de 0.040 mg/L.
- **** = Valores menores al límite detectable de 0.001 mg/L.
- ***** = Valores menores al límite detectable de 0.030 mg/L.
- ND = No hay datos disponibles.
- [a] = Naciente de un afluente de la Quebrada Yeguas.
- (1) = Valores promedio tomados de Ramírez, Sequeira & Chacón (1985).

Cuadro 12. Valores permisibles y excesivos para los parámetros de calidad del agua, (O.M.S).

PARAMETRO	PERMISIBLE	EXCESIVO	
SOLIDOS TOTALES	500.0 mg/L.	1500.0	mg/L.
COLOR	5.0 Unidades	50.0	Unidades.
TURBIEDAD	5.0 Unidades	25.0	Unidades.
HIERRO	0.3 mg/L.	1.0	mg/L.
Mn	0.1 mg/L.	0.5	mg/L.
Cu	1.0 mg/L.	1.5	mg/L.
Zn	5.0 mg/L.	15.0	mg/L.
Ca	75.0 mg/L.	200.0	mg/L.
Mg	50.0 mg/L.	150.0	mg/L.
SO4	200.0 mg/L.	400.0	mg/L.
Cl	200.0 mg/L.	600.0	mg/L.
pH	7.0-8.5	> 9.2 < 6.5	

(O.M.S): Organización Mundial de la Salud.

3.4.3 Desechos sólidos.

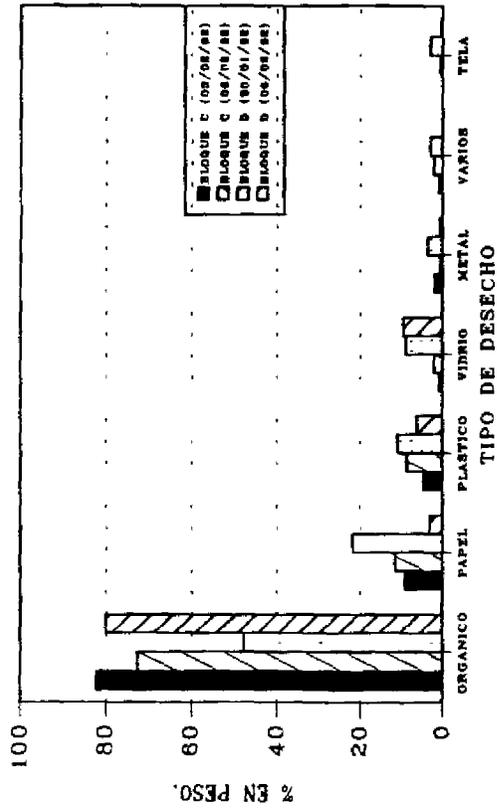
Se analizaron cuatro cuadrantes del centro de Escazú (cada sector nombrado A,B,C,D). Los análisis se efectuaron el 30 de enero, 3 de febrero y 6 de febrero de 1992.

Las bolsas de basura de cada hogar fueron separadas y pesadas, posteriormente, se analizó en conjunto la basura de algún cuadrante; separándose de acuerdo a los tipos de desechos, ya sea:

orgánico (constituido por cenizas, madera, frutas, verduras, hojas, zacate, estiercol, restos de alimentos preparados); papel (formado por empaques, periódicos, hojas bond, cuadernos revistas, papel higiénico, cajas de cartón corrugado); plástico (incluyendo envases, bolsas de empaque, utensilios, peines, prensas, juguetes); metal (caracterizado por envolturas, latas, electrodomésticos, papel metálico, utensilios punzo cortantes); varios (conteniendo desodorantes, medicamentos vencidos, baterías, parafina, caucho); vidrio (contituido por botellas, adornos, vasos, cerámica) y tela (prendas de vestir, billeteras, sacos, esponjas, retazos).

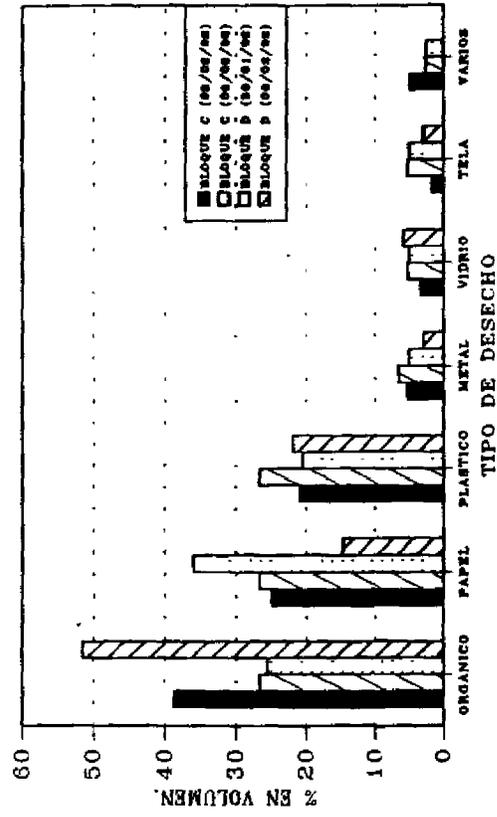
Los porcentajes en peso de desechos sólidos domiciliarios, para cada cuadrante analizado (figura 34 y cuadros 13, 14, 15 y 16) señalan que los desechos orgánicos, constituyen el tipo de desecho con mayor peso por cada bloque, seguido por el papel, plástico, metal, vidrio, varios y tela.

FIG 34. PORCENTAJE EN PESO DE DESECHOS DOMESTICOS POR BLOQUE, CANTON DE ESCAZU.



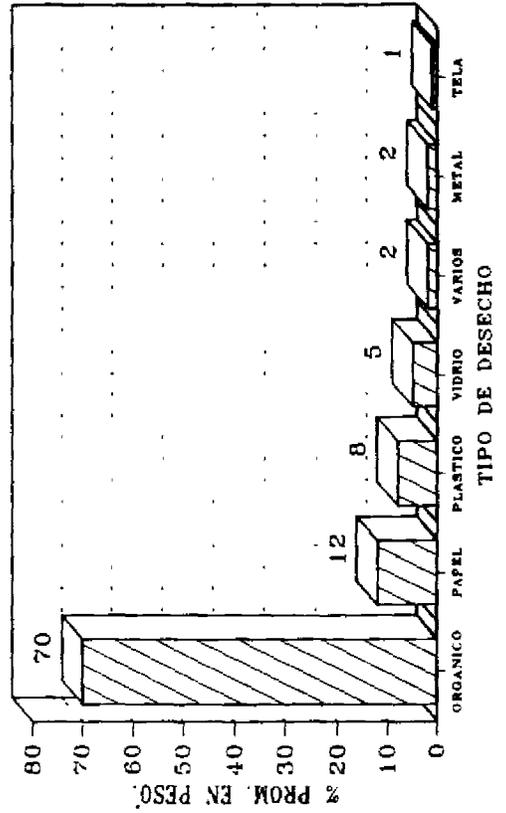
CAMPAÑA GEOLOGICA 1982

FIG. 35. PORCENTAJE POR VOLUMEN DE DESECHOS DOMESTICOS POR BLOQUE, CANTON DE ESCAZU.



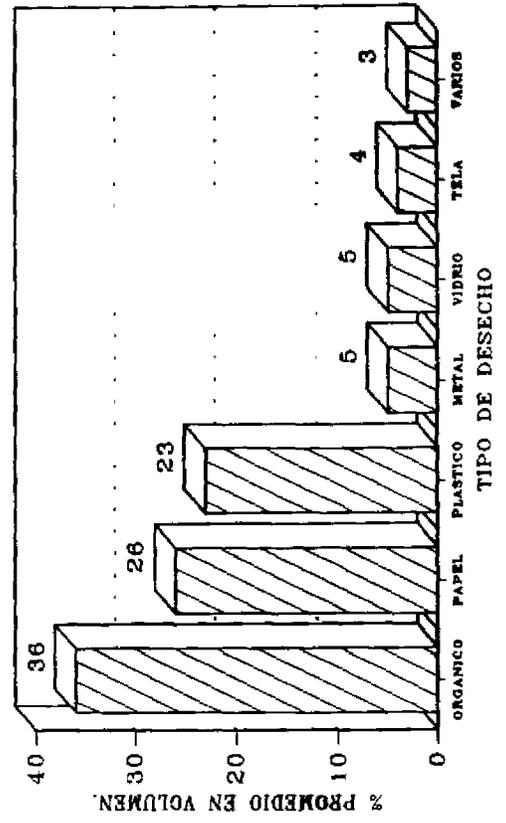
CAMPAÑA GEOLOGICA 1982

FIG. 36. PORCENTAJE PROMEDIO EN PESO DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARES, PARA LOS 4 BLOQUES, CANTON DE ESCAZU.



CAMPAÑA GEOLOGICA 1982

FIG. 37. PORCENTAJE PROMEDIO EN VOLUMEN DE DESECHOS SOLIDOS DOMICILIARES, PARA LOS 4 BLOQUES, CANTON DE ESCAZU.



CAMPAÑA GEOLOGICA 1982

Cuadro 13. Datos sobre la producción de desechos sólidos domiciliarios para el bloque C, 6/2/92, Escazú.

TIPO DE DESECHO	% EN PESO	% EN VOLUMEN
ORGANICO	72.7	26.7
PAPEL	11.5	26.7
PLASTICO	8.8	26.7
VIDRIO	2.2	5.3
METAL	2.2	6.6
TELA	0.4	5.3
VARIOS	2.2	2.7

Cuadro 14. Datos sobre la producción de desechos sólidos domiciliarios para el bloque D, 6/2/92, Escazú.

TIPO DE DESECHO	% EN PESO	% EN VOLUMEN
ORGANICO	80.0	51.5
PAPEL	3.2	14.8
PLASTICO	6.4	21.9
VIDRIO	9.6	5.9
METAL	0.6	3.0
TELA	0.3	3.0

Cuadro 15. Datos sobre la producción de desechos sólidos domiciliarios para el bloque C, 3/2/92, Escazú.

TIPO DE DESECHO	% EN PESO	% EN VOLUMEN
ORGANICO	82.2	38.7
PAPEL	9.3	25.0
PLASTICO	4.7	21.0
VIDRIO	0.9	3.3
METAL	1.9	5.3
TELA	0.04	1.7
VARIOS	0.9	5.0

Cuadro 16. Datos sobre la producción de desechos sólidos domiciliarios para el bloque D, 30/1/92, Escazú.

TIPO DE DESECHO	% EN PESO	% EN VOLUMEN
ORGANICO	48.0	25.6
PAPEL	22.0	36.0
PLASTICO	11.0	20.5
VIDRIO	9.0	5.1
METAL	3.7	5.1
TELA	3.1	5.1
VARIOS	3.1	2.6

En cuanto a los porcentajes en volumen de desechos sólidos (figura 35), los desechos orgánicos ocupan entre 25,6% y 51,5% del volumen de basura de cada cuadrante, seguido por el papel, plástico, vidrio, metal, tela y varios. Analizando en conjunto los cuatro cuadrantes, en cuanto al porcentaje en peso promedio (figura 36), se nota que la situación no varía mucho; la basura orgánica constituye el tipo más importante, sucedido por el papel, plástico, vidrio, varios, metal y tela.

Por otro lado si se estudian los porcentajes en volumen para los cuatro cuadrantes en conjunto (figura 37), se nota que los porcentajes de diferencia entre cada tipo de desecho disminuyen, aunque se mantiene la tendencia general, ocupando gran parte del volumen de desechos la basura orgánica, seguido por el papel, plástico, metal, vidrio, tela y varios. Los niveles actuales de producción de desechos sólidos tanto en peso como en volumen, individual o poblacional, por día, semana, mes y año para Escazú son presentados en el cuadro 17. Los cálculos realizados señalan que cada persona desecha por día 0,85 Kg de basura, lo cual no difiere en gran medida del valor señalado por HARSTHORN et al. (1982), en el estudio denominado perfil ambiental de Costa Rica, el cual corresponde a 0,86 Kg/ día/ persona para el área metropolitana. La población de Escazú (39804 para 1992) desecha por día 33 833,4 Kg; asimismo se desechan por año 12 349 191,0 Kg o 12 349,2 Tn. Además cada persona desecha 0.0054 m³ de basura por día y 1,97 m³ por año.

Cuadro 17. Valores referentes a la producción de desechos sólidos domiciliarios, cantón de Escazú.

NIVEL PRODUCCION	VALOR
Kg de desechos / persona/día	0.85
Kg de desechos / persona/semana	5.90
Kg de desechos / persona/mes(1)	25.50
Kg de desechos / persona/año	310.25
Kg de desechos /población total/día	33833.4
Kg de desechos /población total/semana	236833.8
Kg de desechos /población total/mes	1015002.0
Kg de desechos /población total/año	12349191.0
m3 de desechos/persona/día	0.0054
m3 de desechos/persona/semana	0.0380
m3 de desechos/persona/mes(1)	0.1625
m3 de desechos/persona/año	1.9700
m3 de desechos/población/día	214.9400
m3 de desechos/población/semana	1504.5900
m3 de desechos/población/mes	6448.2000
m3 de desechos/población/año	78453.680
m3 de desechos orgánicos/habitante/día=	0.00195
m3 de desechos orgánicos/habitante/año=	0.71000
m3 de papel/habitante/día =	0.00142
m3 de papel/habitante/año =	0.52000
m3 de plástico/habitante/día =	0.00118

Continúa...

Continuación

NIVEL PRODUCCION		VALOR
m3 de plástico/habitante/año	=	0.43000
m3 de metal/habitante/día	=	0.00026
m3 de metal/habitante/año	=	0.09500
m3 de varios/habitante/día	=	0.00014
m3 de varios/habitante/año	=	0.04900
m3 de vidrio/habitante/día	=	0.00026
m3 de vidrio/habitante/año	=	0.09600
m3 de tela/habitante/día	=	0.00020
m3 de tela /habitante/año	=	0.07200

(1) El mes ha sido considerado con 30 días.

A nivel poblacional los m³ desechados por día ascienden a 214,94 y a 78 453,7 por año. Funcionarios de la municipalidad de Escazú, y el informe del IFAM (1991), han señalado la imposibilidad por parte del ayuntamiento en brindar el servicio de recolección a la totalidad de la población, lo cual acarrea, serios problemas, de acumulación de desechos sólidos en lotes baldíos y en las márgenes de algunos ríos y quebradas.

Otras observaciones obtenidas durante el proceso investigativo se resumen de la siguiente forma:

- la materia orgánica es la que le da el mal olor a la basura.
- un porcentaje importante de los desechos orgánicos, son restos de jardín.
- las monedas pequeñas son abundantes.
- las botellas y el papel periódico no son abundantes, posiblemente las personas lo venden.
- las bolsas de recolección son plásticas, y son muy abundantes.
- el papel higiénico es frecuente.
- las personas en su mayoría no separan los desechos.
- se nota un aumento en el volumen de desechos, provenientes de familias con suficientes recursos económicos.
- algunos de los desechos no son biodegradables, lo cual plantea un serio peligro, para el ambiente.

Las recomendaciones ambientales y humanas involucran la participación a diferentes niveles de todo el conglomerado social.

EVALUACION GENERAL Y RECOMENDACIONES AMBIENTALES Y HUMANAS:

Pese a que las valoraciones estadísticas efectuadas en este estudio tienen un carácter puntual, y se refieren estrictamente a la basura municipal de tipo domiciliario en un sector urbano del cantón de Escazú, los resultados del mismo no se alejan en mucho de los datos obtenidos para el resto del cantón. De manera que, una extrapolación de estos datos para todo el cantón, permite efectuar algunos comentarios generales respecto a los tipos de basura, su tratamiento, y las posibilidades de reciclaje. Por esta razón, a continuación se resume de manera general algunos de los aspectos más relevantes:

a. Abundancia de materia orgánica: se detectó que los desechos orgánicos corresponden, como promedio con un 36% del volumen, es decir, poco más de un tercio del total de la basura. Este aspecto es importante de analizar, si se extrapola a todo el cantón. Considerando este dato, se podría afirmar que prácticamente un tercio de la basura recolectada y transportada corresponde con desechos orgánicos. Tomando en cuenta el tipo de basura orgánica, mayoritariamente conformada por desechos orgánicos de cocina y de jardín (restos vegetales y animales), obviamente este tipo de desperdicio es la fuente principal de malos olores, de aparición de microorganismos dañinos para la salud, e insectos, y como fuente de atracción para otros tipos de organismos, como ratas y zopilotes en los sitios de botadero. De manera que, si este tipo de desecho fuese posible separarlo del resto de la basura, para un tratamiento diferente (por ejemplo Biotecnología para producir abono orgánico, como se ha propuesto recientemente por el Dr. de la Universidad de Costa Rica) se contaría con un tercio más de volumen disponible para un relleno sanitario.

Finalmente este aspecto es recalcado cuando se considera el promedio en peso de la materia orgánica, que en el caso de estudio involucró un 70 % del total, es decir, más de dos tercios del peso están conformados por desechos orgánicos. Logicamente esto también es importante de tomar en cuenta cuando se considera el aspecto de transporte de la basura, sobretodo si se trata de rellenos sanitarios muy alejados del centro urbano.

Sobre la base de estos datos, parece ser más apropiado combinar dos soluciones a este problema. El primero se relaciona con preparación de los habitantes de cada hogar, para que separen los restos orgánicos del resto de la basura habitacional. El segundo consistiría en la recolección, transporte y tratamiento biotecnológico de la misma, con el fin de producir abono orgánico para el mismo cantón.

b. Papel: El segundo lugar en porcentaje de volumen de los desechos sólidos del estudio lo ocupó el papel con un 35 % del total, es decir poco más de un tercio. En peso este componente promedió en un 12 %. Casi en su totalidad, este material es susceptible a reciclaje. El problema fundamental está referido a la falta de separación del mismo en los hogares. Nótese que si el mismo fuese separado y reciclado, se reduciría el volumen de basura en el relleno aproximadamente un tercio.

c. Otros desechos sólidos reciclables: Tres componentes adicionales dentro de la basura domiciliar del cantón de Escazú son también reciclables. En orden de importancia son:

Plástico (23 % en volumen y 8 % en peso), Objetos metálicos (5% en volumen y 2 % en peso) y Vidrio (5 % en volumen y 5 % en peso). Nótese que en su conjunto los mismos conforman cerca de un tercio del total de la basura domiciliar. El problema igual que en el caso anterior, es la falta de separación de los mismos en lo hogares.

d. La basura restante conforma únicamente cerca del 5 % del volumen y del peso, y está conformada por basura de más difícil reciclaje, como son desechos textiles, y otros muy variados como recipientes de aerosoles, medicamentos, restos de aparatos electrodomésticos, pilas, etc. Este tipo de desecho, pese a su bajo porcentaje tiende a ser el más peligroso respecto a la contaminación química, y por lo tanto requiere de un adecuado y seguro tratamiento.

De manera general, se hace evidente en el marco de este estudio, que cerca del 95% del volumen y peso de la basura municipal de tipo residencial tiene posibilidad de ser reciclada y solamente un 5 % requiere un verdadero y seguro tratamiento. El problema fundamental relacionado con el reciclaje se refiere a la falta de separación o clasificación en cada hogar, aunado al hecho de que las municipalidades no cuentan con la infraestructura necesaria para su recolección y tratamiento.

A continuación se enumera una serie de recomendaciones ambientales y humanas, útiles en lo que respecta a reducir el deterioro del medio ambiente:

- No lance desechos a los ríos o lotes baldíos, depósitelos en un lugar adecuado.
- No corte árboles, más bien reforeste con especies nativas de la zona.
- Utilice el autobús cuando sea posible.
- Clore e hierva el agua antes de usarla, sino es potable.
- Evite las quemas.
- No use aerosoles con fluorocarburos. Dañan la capa de ozono.
- Organice la basura.

a. En el papel bond de las hojas limpias se puede escribir en el reverso (además se puede utilizar como abono).

b. Los desechos de alimentos se pueden usar como abono.

c. Los medicamentos vencidos devuelvalos a la farmacia.

d. Las latas de aluminio y el vidrio depósitelos en los recolectores apropiados para ello.

e. Las baterías usadas devuelvalos a la fábrica.

g. El papel periódico se puede donar a instituciones benéficas.

- No se exponga demasiado al sol.
- Use detergentes biodegradables.
- Compre bebidas en botellas retornables.
- Vuelva a utilizar las botellas para depósito de almacenamiento en la casa.
- Use luces fluorescentes.
- Utilice refrigeradoras con congelador manual.
- Mejore los sistemas de escape de maquinaria, para evitar el exeso de ruido.
- Utilice fuentes de energía no contaminantes para el ambiente.

3.4.4 Ubicación de un relleno sanitario (tentativo).

Lugar: NW de Guachipelín.

Condiciones presentes : Ignimbritas de la Formación Avalancha Ardiente, relativamente impermeables.

Topografía relativamente plana, 5° de pendiente.

Solo un flujo de agua importante, Quebrada Yeguas.

Vientos con dirección ENE, enfocados hacia la población.

Pluviosidad de 1967 mm, promedio anual.

Brillo solar de 5,8 hrs.

Ubicado a 6 Km del centro de Escazú.

La contaminación de las aguas del acuífero conocido como "Colima Superior" no es factible por la baja permeabilidad de la unidad, además la zona de recarga, del acuífero no está incluida en el área del relleno.

Es posible que se encuentre dentro de la zona de influencia de una falla de grandes dimensiones.

Aunque son necesarios estudios más profundos tanto para la ubicación y desarrollo de un relleno, aquí se plantea un análisis preeliminar; teniendo una profundidad de 10 m, el área de un relleno para 5 años sería de 41 015,5 m² equivalente a 4,0 hectáreas.

El relleno sanitario, podría ser manejado bajo alguna de las siguientes modalidades:

1- tipo área, en el cual los desechos se esparcen y se compactan con tractor de oruga, recubriéndose al final de cada jornada con material impemeable obtenido de sitios adyacentes.

2- tipo zanja, en el cual es necesario la excavación de una zanja, donde se depositan los desechos para luego ser esparcidos y compactados, recubriéndose al final de la jornada con material arcilloso impermeable proveniente de la excavación. Posteriormente se cambia a otra zanja.

Al concluir la vida útil del relleno, se plantea la posibilidad de ser usado como campo de juegos o jardín botánico.

V. PELIGROSIDAD GEOLOGICA DEL AREA.

Asdrúval Vargas
Julio Hernández

Los peligros que afectarían el cantón de Escazú, se clasifican de la siguiente manera.

AMENAZA SISMICA.

El cantón de Escazú no solo se ubica en el borde Sur del Valle Central (depresión tectónica central), dentro del cual se concentra la actividad económica y social del país, sino en una zona de importante actividad sísmica histórica y reciente, con eventos de moderada magnitud (M menor o igual a 6,5) y foco superficial (H menor a 20 Km), los cuales son peligrosos y han causado daños en el pasado (PANIAGUA & MORALES, 1987). Por ejemplo el temblor ocurrido el 21 de marzo de 1842, el cual es citado por GONZALEZ en 1910, se clasifica como un sismo superficial con fuente sísmica de tipo intraplaca, y con epicentro ubicado en las coordenadas 9,83-84,10 (cerca de Guachipelín), con intensidad de VII (MM) en Alajuelita (MONTERO 1989).

Según MORALES & MONTERO (1989), el Valle Central se caracteriza porque los sismos que ocurren tienen dos orígenes:

1. Sismos someros asociados al arco interno centroamericano.
2. Sismos de profundidad intermedia asociados a la subducción de la placa de Cocos bajo la Caribe.

El primer caso se caracteriza por fallamiento longitudinal o transversal, de profundidad menor a 30 Km y cuya magnitud va de 5 a 6 y son principalmente destructivos; los segundos pueden ser de mayor magnitud pero generados a una mayor profundidad por lo que que sus daños no serían tan cuantiosos.

MONTERO (1986) indica que los períodos de recurrencia de las secuencias han sido variables teniendo valores extremos de 20 años (mínimo) y de 39 años (máximo). La media es de $29,5 \pm 9,9$ años.

El registro proporcionado por la base de datos de la Red Sismológica Nacional (RSN ICE-UCR), indica que la región de Escazú muestra una relativamente baja actividad de sismos relacionados con magnitudes mayores a 3,5. Tomando en cuenta todos los sismos ocurridos desde 1821 para la zona de Escazú, que es a partir de cuando se tiene un registro relativamente confiable, resulta un promedio de 5,0 sismos por año y con la mayor concentración de epicentros (fig. 38) se localizada al sur del cantón, en los alrededores del Cerro Pico Blanco.

Esto hace pensar que el cantón de Escazú, puede verse sometido a sismos cuyos efectos serían:

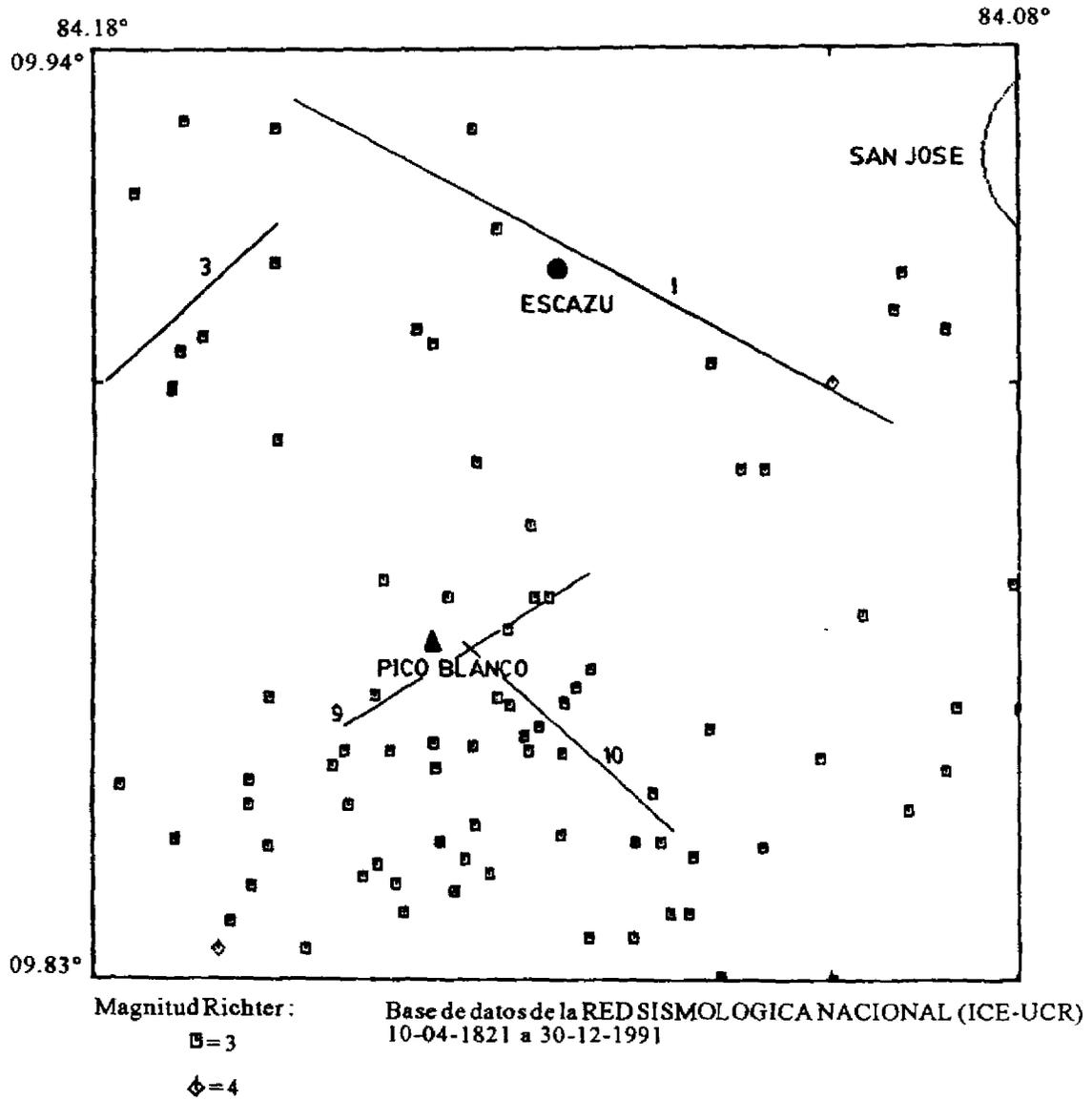


Fig. 38. Mapa de epicentros, cantón de Escazú y alrededores.

- alarma en la población.
- daños a las líneas vitales.
- movimientos diferenciales del suelo, producto de la amplificación de señales sísmicas por suelos blandos saturados.
- deslizamientos de suelo.

Sin embargo, una fuente sísmica generadora de sismos de grandes magnitudes no se conoce.

RECOMENDACIONES PARA AMENAZA SISMICA.

Verificar la existencia o no de deformación neotectónica, en los sectores donde se planea la ejecución de obras de infraestructura, que además deben ser ejecutadas siguiendo los lineamientos de los códigos sísmico y de construcción. Seguir las instrucciones que la Comisión Nacional de Emergencia recomienda a las personas en caso de presentarse un evento sísmico.

AMENAZA VOLCANICA.

De acuerdo con PANIAGUA & MORALES (1987) en Costa Rica se han identificado más de 200 focos volcánicos (cráteres, conos, domos y relictos volcánicos), situados en diferentes provincias volcánicas. De todos ellos, de sólo cinco aparatos se ha tenido conocimiento de registro histórico de su actividad, siendo los siguientes: Volcán Rincón de la Vieja y Arenal en la Cordillera de Guanacaste, Poás, Irazú y Turrialba en la Cordillera Central del país. Los análisis históricos muestran que el cantón de Escazú, se ha visto afectado principalmente por caída de ceniza o piroclastos finos del Volcán Irazú.

En PANIAGUA & SOTO (1986) se señala que del Volcán Irazú se poseen registros de su actividad desde 1723, caracterizada primordialmente por eyección periódica de material piroclástico y frecuentes emisiones de gases y vapores. En los volcanes de la Cordillera Central, la influencia del manto de ceniza se ha extendido sobre todo el Valle Central, debido a los vientos del este que soplan hacia el oeste, viajando y depositando sus cenizas principalmente a 20 Km o menos de su centro de emisión. No obstante, ceniza más fina ha viajado y depositado a más de varios cientos de kilómetros de distancia. Desde marzo de 1963 a marzo de 1965, una zona de 300 Km², considerada como medianamente afectada incluyó al cantón de Escazú (Fig. 39). Entre los efectos de caída de cenizas pueden mencionarse además de los daños ocasionados a la población, los siguientes:

- contaminación de aguas descubiertas,
- obstrucción de motores y otras maquinarias descubiertas,
- obstrucción de pequeñas quebradas,
- quema del pasto.

Además del efecto de la tefra, prehistóricamente se han identificado grandes extensiones y espesores de ignimbritas en el Valle Central, los cuales representan un largo período de volcanismo más vigoroso, que ahora no se manifiesta, no obstante WALKER (1982 in ibid) señala la posibilidad de ocurrencia de estos fenómenos. Considerando el tipo de vulcanismo actual, pareciera poco probable este tipo de fenómeno, por lo que en el mapa de amenaza se omite (fig. 39). Entre los efectos producidos por estos flujos se cuenta el enterramiento e incineración de todo a su paso.

RECOMENDACIONES PARA AMENAZA VOLCANICA

Durante la lluvia de cenizas la población puede reducir la severidad de los efectos tomando en cuenta las siguientes acciones:

- Seguir las recomendaciones señaladas por la Comisión Nacional de Emergencia en caso de caída de cenizas.

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

- Agitar la vegetación para reducir el rompimiento de tallos.

En caso de flujos de barro o flujos incandescentes es recomendable:

- Desplazarse hacia lugares altos.

- Instar a la población que vive en áreas situadas en zonas de alto peligro a evacuar temporalmente la zona.

- Traslado de ganado y enseres a un lugar seguro.

- Asegurar que los caminos de la evacuación planificada sean los más seguros y permanezcan libres.

AMENAZA POR DESLIZAMIENTOS.

En términos generales para el cantón el fenómeno no presenta por el momento implicaciones serias, sin embargo dependiendo de condiciones naturales y humanas este se puede incrementar.

En el área de Escazú se pueden encontrar horizontes de suelos cohesivos producto de la intensa meteorización, la acción de rocas intrusivas que debido al calor y a los fluidos hidrotermales han alterado las rocas del área, las cuales son muy susceptibles a estos agentes. Junto a este factor hay que considerar las fuertes pendientes e intensas precipitaciones que ocurren regularmente o por temporadas en el Valle Central.

El deslizamiento más importante es el del Alto Tapezco, cuya localización corresponde a 208,00 - 208,75 latitud Norte y 518,00 - 518,70 longitud Este, Hoja Topográfica Abra, a 5 Km al SE de Santa Ana (Fig. 39).

MOLINA (1987) presenta una descripción completa sobre este deslizamiento, indicando que es de tipo compuesto o múltiple, con una relación de movimiento lenta, al presentar velocidades aproximadas en sus partes más críticas de 3,2 cm por año. El comportamiento general del deslizamiento es poco predecible, por depender en buena manera de los factores sísmicos y meteorológicos extremos. Sin embargo, existen períodos en los cuales el deslizamiento se encuentra en equilibrio temporal, que pueden ser interrumpidos por un sismo u otros fenómenos que produzcan precipitaciones de lluvias intensas. De suceder esto el deslizamiento puede responder de dos maneras:

deslizamientos violentos como flujos de lodo o de escombros ó con movimiento progresivo de material.

Si se moviliza el deslizamiento en forma de una avalancha de lodo, serían afectadas la población, la infraestructura civil y las actividades productivas. Los poblados de Matinilla y Salitral se encuentran dentro de la zona de amenaza potencial.

Otros fenómenos de inestabilidad de laderas presentes en Escazú son:

Movimiento traslacional de bloques: La masa progresivamente se mueve a lo largo de una superficie más o menos planar o generalmente ondulatoria y tiene poco movimiento rotacional y también poca inclinación trasera, lo cual es característico de los slumps. El movimiento de los deslizamientos traslacionales está comúnmente controlado por factores estructurales: superficies de debilidad, tales como fallas, diaclasas, planos de estratificación y variaciones en los esfuerzos de corte entre capas de depósitos estratificados, o por el contacto entre roca firme y el detrito sobreyacente (VARNES,1972). Ejemplos de este tipo de fenómeno se presenta en el Alto Palomas(fig. 39).

Se recomienda establecer un control sistemático, para determinar la velocidad del movimiento, evitar la construcción de infraestructura en el lugar, evitar la infiltración de agua en las zonas de debilidad de la roca, por medio de técnicas agroforestales apropiadas, construir barreras naturales o artificiales en caso de que la velocidad de movimiento sea alta.

Reptación: 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. El mecanismo de movimiento comienza a actuar a partir del momento en que la componente de los esfuerzos gravitacionales en relación con el sustrato y la superficie de la ladera, alcanza una magnitud superior a la resistencia al corte del suelo. A menudo este fenómeno se asocia con deficiencias en el drenaje natural y artificial de los suelos (MORA, 1985). Este fenómeno ha sido detectado en el área de Bebedero y Alto Palomas(fig. 39).

Se recomienda implementar técnicas agrícolas apropiadas, a la pendiente y reforestar con el fin de evitar el movimiento progresivo del suelo.

Caída 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 tienen lugar pequeños o ningún desplazamiento de corte 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). Este proceso se observó en el Cerro Pico Blanco, Alto Tapezco y Cerro de los Caballos (fig. 39).

La reforestación con especies nativas, impediría el desplazamiento violento de grandes bloques que afectarían el ganado, ladera abajo.

Flujos de detritos: Comúnmente los materiales de los horizontes superiores (IA, IB) de este tipo de suelo son los que se deslizan sobre la roca parcialmente meteorizada subyacente. La razón de ello es casi siempre el 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 torrente o avalancha, a lo largo de una quebrada de alta pendiente. En Escazú este fenómeno se ha observado, en las cercanías al Río Cruz, y en la ladera Norte del Cerro Tapezco (fig. 39).

Se recomienda colocar barreras naturales que impidan el movimiento de los detritos y evitar la construcción de caminos en laderas de fuerte pendiente descubiertas de vegetación, pues se rompe el equilibrio y se propician los flujos de rocas.

AVALANCHAS e INUNDACIONES.

La morfología y la red de drenaje superficial del cantón de Escazú permite la acumulación y movimiento a gran velocidad de volúmenes considerables de agua, sobre todo en la época lluviosa; los cuales pueden afectar a las viviendas ubicadas en las cercanías de los cauces principales (fig. 39).

El registro histórico indica la ocurrencia de una inundación el 24 de octubre de 1861, conocida como la inundación del Río Agres. Los daños ocasionados fueron cuantiosos tal como lo señala GONZALEZ (1910) :

"No se sabe hasta ahora la extensión de la ruina y daños causados en vidas y propiedades. Ayer habían parecido tres cadáveres y se echaba de menos a varias personas. Muchas familias han quedado arruinadas pues casas, trapiches, cañaverales, etc. han desaparecido enteramente".

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 causar daños en las obras de infraestructura ubicadas en sus cercanías.

RECOMENDACIONES PARA AVALANCHAS E INUNDACIONES.

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

DESLIZAMIENTOS EN TAJOS.

El mal diseño y el ineficiente manejo de tajos, ubicados en las márgenes del río Tiribí, podría causar un aporte importante de sedimentos, represamientos o desestabilización de laderas, con lo cual se afectarían obras de infraestructura ubicadas en su cercanías y río abajo.

RECOMENDACIONES PARA DESLIZAMIENTOS EN TAJOS.

Las recomendaciones pertinentes involucrarían el desarrollo, de un plan integral científico de manejo, de acuerdo a las condiciones de extracción, tipo de litología, medio ambiente, etc.