

INDICE

CONTENIDO

	Página
1. Ubicación en el país del área afectada.	1
2. Descripción del fenómeno.	1
3. Historia local de fenómenos de igual naturaleza.	1
4. Descripción del sistema de abastecimiento de agua.	1
5. Daños causados al sistema de abastecimiento de agua.	6
6. Capacidad útil remanente.	16
7. Métodos empleados en suplir el déficit.	16
8. Reconstrucción del sistema.	16
9. Planes para afrontar desastres similares en la localidad.	17

SUBMODULO C 34.12.1

ERUPCIÓN DEL VOLCÁN IRAZÚ, COSTA RICA 1963

SUMARIO:

En este submódulo se presenta, a manera de caso, lo acaecido con la erupción de ceniza del Volcán Irazú, que durante los años de 1963 a 1965 azotó el Valle Central de Costa Rica, causando enormes daños a la agricultura, las estructuras en general y los sistemas de abastecimiento de agua cuyas fuentes principales se encontraban ubicadas en las estribaciones del volcán más afectadas debido a los vientos predominantes. Durante esta época era costumbre en las calles de San José ver a los "ticos" con pañuelos cubriendo la cara para protegerse de la atmósfera de ceniza. Se presenta el caso con la descripción y características del fenómeno, su impacto en los sistemas de abastecimiento de agua y las medidas de emergencia tomadas para abastecer de agua a la población.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE:

Dar a conocer los efectos y las medidas de emergencia tomadas durante la emergencia de la Erupción del Volcán Irazú en Costa Rica, acaecida durante los años de 1963 y 1964.

1. UBICACION EN EL PAIS DEL AREA AFECTADA:

El área afectada fue el Valle Central, zona central del país, con una elevación promedio de 1200 metros sobre el nivel del mar, donde se ubican los mejores cafetales del país y el 50% de la población aproximadamente. La figura 1 muestra un mapa del país el área afectada.

2. DESCRIPCION DEL FENOMENO:

De marzo de 1963 a marzo de 1965 el Volcán Irazú lanzó en erupciones toneladas de ceniza sobre el área afectada (ver figuras 2 y 3), alcanzando un máximo en diciembre de 1963 y enero de 1964 de 4852 gramos/m²-mes, con un total acumulado durante el período de actividad de 26.000 gr/m² aproximadamente. La tabla 1 muestra las precipitaciones registradas en las Oficinas del Instituto Meteorológico Nacional en el centro de San José, la tabla 2 la composición química de la ceniza, la que además presentó pequeñas cantidades de trióxido de azufre, dióxido de titanio, dióxido de magnesio, pentóxido de fósforo, anhídrido carbónico, cloruros, fluoruros y agua y la tabla 3 la composición granulométrica de la ceniza.

3. HISTORIA LOCAL DE FENOMENOS DE IGUAL NATURALEZA:

Durante los siglos 19 y 20 solo esta erupción ha presentado el Volcán Irazú, aunque se le ha considerado como un volcán activo con erupciones de vapor ocasionales. Sin embargo la constitución del suelo muestra capas sucesivas de ceniza y material sedimentario, indicio de erupciones en tiempos pasados.

4. DESCRIPCION DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA:

Durante los años del período eruptivo el sistema contaba prácticamente de sólo fuentes de agua superficiales, una captación de manantiales y cuatro pozos. La tabla 4 indica la capacidad nominal de las fuentes

TABLA No. 1
PRECIPITACIONES MENSUALES DE CENIZA EN
GR/M² REGISTRADAS EN LAS OFICINAS DEL
INSTITUTO METEREOLÓGICO NACIONAL

1963	Marzo	175.0	
	Abril	1,521.0	
	Mayo	724.0	
	Junio	352.0	
	Julio	1,647.0	
	Agosto	617.0	
	Setiembre	39.0	
	Octubre	160.0	
	Noviembre	983.0	
	Diciembre	4,852.2	
	1964	Enero	3,825.0
		Febrero	601.0
Marzo		691.0	
Abril		2,814.0	
Mayo		1,644.0	
Junio		2,233.0	
Julio		946.0	
Agosto		1,384.9	
Setiembre		526.0	
Octubre		195.7	
Noviembre		194.4	
Diciembre		151.0	
1965	Enero	86.5	
	Febrero	24.2	
	Marzo	7.8	

El 87% de las partículas recogidas en la Ciudad de San José tu
vieron un diámetro comprendido entre 100 y 150 micras.

TABLA No. 2
COMPOSICION QUIMICA DE LA CENIZA DEL
VOLCAN IRAZU EN EL PERIODO ERUPTIVO
1963-1965

COMPONENTE QUIMICO	% (1)
Dióxido de Silicio	54.7
Oxido de Aluminio	17.0
Oxido de Calcio	8.0
Oxido de Magnesio	5.6
Oxido Ferroso	4.5
Oxido de Sodio	3.4
Oxido Férrico	2.8
Oxido de Potasio	2.1

(1) ~~Promedio~~ Promedio de cinco análisis realizados por el US. Geological

TABLA No. 3
ANALISIS GRANULOMETRICO DE LOS
DEPOSITOS DE CENIZA

DIAMETRO DE LA PARTICULA (MM)	PORCENTAJE (%)
Menor de 0.053	23.49
0.053-0.105	13.92
0.105-0.500	42.86
0.500-1.000	12.06
1.000-2.000	4.68
Mayor de 2.000	2.99
TOTAL	100.00

TABLA No. 4
FUENTES DE AGUA QUE ABASTECIAN A LA
CIUDAD DE SAN JOSE DURANTE LOS AÑOS 1963-1965

FUENTE	CAUDAL (L/S)
Plantas de Tres Ríos	750
Manantial Padre Carazo	90
Planta de Guadalupe	300
Planta Los Cuadros	40
Planta Los Sitios	60
Planta San Juan de Dios	60
Planta de Alajuelita	10
Pozos McGregor (2)	50
Pozo La Gloria	15
Pozo Zapote	10
TOTAL	1.385

en operación.

La figura 2 muestra los sitios de producción y las cuencas de los ríos que abastecían las plantas.

5. DAÑOS CAUSADOS AL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA :

De un informe (1) se toman los párrafos siguientes:

"Efectos de la ceniza volcánica en el tratamiento del agua con filtros lentos.

El río Tiribí que abastece las plantas de Tres Ríos, nace en las estratificaciones del macizo del volcán. Su cuenca recibió durante dos años la lluvia de ceniza o arena volcánica. Los daños en la cuenca fueron originados principalmente por dos causas:

1. La vegetación fue literalmente quemada por la acción de la ceniza.

Ello originó que el tiempo de concentración del agua de lluvia disminuyera considerablemente a causa de no existir el manto vegetal retenedor.

2. La arena o ceniza volcánica regresó las aguas de la vertiente. Cuando las represas cedieron ante el empuje de las aguas, se produjeron avalanchas de gran magnitud. La acción resultante fue la erosión del lecho del río y sus tributarios, causando un desequilibrio del régimen del sistema, al cambiarse las gradientes respectivas, lo que ocasionó avalanchas todavía mayores.

Cuando la lluvia de ceniza coincidió con el máximo de la estación lluviosa, el flujo del río se convirtió en flujo de lodo de una turbiedad de 50.000 unidades, una densidad de 1.62 y sólidos totales de 107 granos en 1000 ml. Al mismo tiempo, el río transportó vegetación, árboles de gran tamaño y piedras de más de 5 metros cúbicos.

La estructura de toma está formada por una presa de concreto de gravedad y desarenadores. Las grandes piedras arrastradas por la corriente

al caer sobre el delantal de la presa, causaron su destrucción parcial. Afortunadamente el resto de la estructura resistió los embates de las avalanchas, mediante el refuerzo que se logró construir a base de gaviones hechos de malla de alambre de acero y rellenos de piedra. En cuanto a los desarenadores, éstos se rellenaban de agregados en pocos minutos, permitiendo en ocasiones el paso de los mismos a los sedimentadores. Al fallar los desarenadores de las estructuras de toma, el agua cargada de materiales en suspensión tuvo acceso directo a los sedimentadores, los cuales en pocas horas de servicio estaban repletos de sedimento. Se ensayó de mantener las compuertas de purga semiabiertas para descargarlos, pero hubo ocasiones en que el aporte de los dos fue tan grande, que resultó imposible su operación. El mal funcionamiento de los sedimentadores atrajo como consecuencia el paso de agua muy cargada a los filtros lentos. El aporte de ceniza o arena volcánica a los filtros del agua mal sedimentada, sumado a la lluvia directa de este material, cambió la granulometría de la capa filtrante haciéndola muy fina. Por esta razón la producción de los filtros bajó de 100 lt/seg. a 50 o menos. También la carrera de los filtros se hizo más corta, en algunas ocasiones de solamente 8 horas.

EFECTOS FISICO-QUIMICOS Y BACTERIOLOGICOS:

Para poder observar los efectos físico-químicos producidos por la ceniza volcánica, es conveniente comparar dos análisis de agua cruda: uno antes de las erupciones y otro durante la emergencia, como se muestra en las tablas Nos. 5 y 6.

TABLA No. 5
ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA CRUDA
ANTES DE LA EMERGENCIA

1.- Turbiedad	15 p.p.m.
2.- Temperatura	18.5° C.
3.- pH	7.6
4.- Sólidos totales	191
5.- Alcalinidad A. de Metilo	44
6.- Dureza total como CaCO_3	60
7.- Cloruros	1.9
8.- Sulfatos	2.4
9.- Hierro total	0.0

TABLA No. 6

ANALISIS FISICO-QUIMICO DEL AGUA CRUDA TOMADA 12 HORAS
DESPUES DE LA CRECIENTE DEL 11 DE JUNIO DE 1964

1.- Turbiedad	1.300 p.p.m.
2.- Temperatura	17.7° C
3.- pH	7.5
4.- Sólidos totales	5.289
5.- Alcalinidad A. de Metilo	26
6.- Dureza total como CaCO_3	138
7.- Cloruros	21
8.- Sulfatos	30
9.- Hierro total	0.2

Como la concentración de ceniza en el agua variaba de acuerdo con los aguaceros, con los derrumbes producidos en la cuenca y con la lluvia de material volcánico, la turbiedad y la concentración de ceniza en el agua variaba constantemente. Para comprobar los cambios producidos por esas variaciones, en el Laboratorio se mezcló agua libre de contaminación de las mismas fuentes, con diferentes porcentajes de arena volcánica y así se pudo estudiar el fenómeno. La tabla No.7 muestra los resultados de ese experimento.

Para ilustrar mejor los efectos producidos durante una crecida típica del año 1964, véase el análisis físico-químico de la tabla No.8.

así pues, los efectos físico químicos más significativos en el tratamiento del agua se pueden resumir en la forma siguiente: aumento tremendo de la turbiedad lo que causó grandes problemas con la sedimentación y filtración; descenso del ph del agua, lo que la hizo corrosiva; aumento de la dureza total, lo cual dio problemas en la industria y en la saponificación; aumento del contenido de hierro hasta sobrepasar con creces los límites establecidos por las normas.

En cuanto al aspecto bacteriológico, se creyó que la ceniza volcánica tuviera una acción bactericida en las aguas crudas que abastecen las plantas, y tal vez fue así. No obstante, las avalanchas y arrastres de la cuenca aportaron mayor contaminación haciendo que la posible acción bactericida quedara anulada. Esto se desprende del análisis de las tablas Nos. 9 y 10.

OPERACION DURANTE LA EMERGENCIA:

Durante el primer año de emergencia volcánica, o sea el año 1963, hubo 54 crecidas en la vertiente, todas de las características descritas; en

TABLA No. 7

AGUA DE LA FUENTE DE CHIGUITE CON DIFERENTES

PORCENTAJES DE CENIZA VOLCANICA

%	Ph	Color	Turbiedad	Alcalinidad Total	Dureza Total	Dureza de car- bonatos	Dureza de no carbo- natos	Dureza de Calcio	Dureza de Mag- nesio	Hierro disuel- to	Sulfatos
0	7.5	0	0	76	70	70	0	34	36	0.0	10
1	7.0	0	27	74	72	72	0	35	37	0.20	33
2	6.9	4	88	72	92	72	23	35	57	0.22	52
3	6.8	0	109	68	98	68	30	36	63	0.27	60
4	6.6	4	150	63	113	63	50	38	75	0.27	73
5	6.5	5	190	58	121	58	64	40	81	0.63	85
6	6.4	0	250	56	143	56	92	56	87	0.63	99
7	6.3	0	270	48	148	48	100	58	90		103
8	6.2	0	320	46	155	46	109	60	95		128
9	6.1	0	395	42	166	42	124	65	101		141
10	6.0	0	410	38	195	38	157	80	115		154
20	5.9	0	1190	6	273	6	267	93	180	8.0	227
40	5.0	0	2350	4	483	4	479	124	359	8.0	382
60	4.8	0	3650	2	716	2	714	199	517	40.0	526
80	4.6	0	4750	1	933	1	934	214	721	52.0	750
100	4.3	0	5600	0	1213	0	1213	483	730	60.0	975

En esta tabla se ve que a medida que aumentó el porcentaje de ceniza volcánica, disminuyeron, el Ph, la alcalinidad total, y la dureza de carbonatos. En cambio aumentaron la turbiedad, la dureza total, la dureza de no carbonatos, la dureza de calcio, la dureza de magnesio, el hierro disuelto y los sulfatos.

TABLA No. 8
CRECIDA DEL DIA 24-11-64

1.- Turbiedad	12.120 p.p.m.
2.- pH	5.20
3.- Indice de Langelier	4.28
4.- Alcalinidad al A. de M.	2.00
5.- Sólidos totales	48.870
6.- Dureza total	323
7.- Cloruros	132
8.- Dureza de carbonatos	2
9.- Dureza de no carbonatos	321
10.- Dureza de calcio	203
11.- Dureza de magnesio	120
2. Sólidos disueltos	688

TABLA No. 9
RECUESTO Y EFICIENCIA BACTERIOLOGICA ANTES DE LA EMERGENCIA

FECHA	AGUA CRUDA	AGUA FILTRADA	EFICIENCIA
9-8-62	1.181	103	92%
23-8-62	1.142	22	98%
6-9-62	2.448	71	97%
20-9-62	942	23	98%
11-10-62	57	4	93%
22-11-62	650	65	90%
6-12-62	900	5	99%
20-12-62	190	4	98%
17-1-63	1.200	28	98%
31-1-63	1.100	3	99%
14-2-63	1.875	3	99%
14-3-63	300	3	99%

TABLA No. 10

RECuento Y EFICIENCIA BACTERIOLOGICA DURANTE LA EMERGENCIA

FECHA	AGUA CRUDA	AGUA FILTRADA	EFICIENCIA
25-5-64	72.000	372	99.2 %
27-5-64	377.333	286	99.9 %
8-6-64	1.005.000	81.000	91.9 %
16-6-64	126.300	10.483	91.6 %
30-6-64	84.050	7.605	90.9 %
1-7-64	70.250	12.360	81.1 %
3-7-64	200.000	48.600	75.4 %
6-7-64	778.000	78.900	89.8 %
14-8-64	3.961	430	88.5 %
28-8-64	430.250	34.200	92 %
4-9-64	32.800	2.700	91.7 %
11-9-64	16.300	1.000	93.8 %
16-9-64	14.000	1.000	92.8 %

En la Tabla No. 10 se observa que la eficiencia de los filtros se mantuvo buena al comienzo de la estación lluviosa, que corresponde al mes de mayo, pero que una vez avanzada ésta la eficiencia se deterioró sensiblemente debido a todos los problemas enumerados anteriormente. El efecto producido fue el aumento en la demanda de cloro, que obligó a duplicar la dosis, con el fin de mantener un residual de 0.5 ppm. en el tanque de almacenamiento.

el año 1964 disminuyeron a 30.

Con los desarenadores y sedimentadores funcionando mal, los filtros lentos recibieron agua de muy mala calidad, a pesar de que cuando las avalanchas eran muy grandes se cerraban las compuertas de toma; pero las necesidades de agua en la capital obligó a filtrar toda clase de agua cruda. Además de las necesidades normales de agua filtrada de la población, se hizo mayor la demanda debido al uso que se hizo del agua tratada para remover y limpiar las áreas de sus viviendas afectadas por la ceniza y también para limpieza personal. La demanda de agua también subió por la mayor necesidad de lavado en vista de la suciedad producida por el elemento fino de la ceniza que todo lo penetraba.

En los momentos de mayores problemas se ideó un método para regenerar las capas filtrantes colmadas; ante la imposibilidad física de reponer todo el lecho filtrante de cada filtro diariamente, se dividió éste en secciones y se procedió a cambiar toda la arena de cada una de ellas.

En esta forma se pudo mantener la producción durante algún tiempo.

Afortunadamente, como lo indicáramos en párrafos anteriores, el AyA pudo terminar y poner en operación la batería de filtros rápidos automáticos Permuttit a mediados de este año y en plena emergencia. Para esto hubo necesidad de acondicionar uno de los sedimentadores viejos proveyéndolo de mezcla rápida, y cámaras de mezcla lenta para producir agua flóculada.

Se observó el magnífico resultado que la floculación producía en la sedimentación de las partículas coloidales de la ceniza volcánica. Al mismo tiempo, las carreras de los filtros lentos se habían venido reduciendo de 25 días o más, durante la época normal, a 12 horas y menos en la emer-

gencia.

Fue entonces que se propuso ensayar el uso del agua floculada en los filtros lentos, como una medida de emergencia para tratar de alargar las carreras.

Se pensó que el posible daño que producirían los flóculos, al penetrar el lecho de arena del filtro lento, sería mucho menor que el producido por el agua cruda de tan mala calidad. Efectivamente, el 27 de junio de 1964 se iniciaron los trabajos necesarios en los filtros lentos de la Planta Baja, para que el proceso químico, a base de sulfato de aluminio y cal, entrara en operación simultáneamente con los filtros rápidos para el 10. de agosto."

6. CAPACIDAD UTIL REMANENTE:

Durante la época de invierno, mayo a diciembre, las Plantas de Tres Ríos redujeron su capacidad en un 50%, y el resto de las plantas en un 25% aproximadamente.

7. MEIOTOS EMPLEADOS EN SUPLIR EL DEFICIT:

Durante la emergencia se suministró agua por sectores a la ciudad mediante valvuleos y repartiendo agua en camiones tanque. Los valvuleos provocaron fugas, tuberías rotas y la mayor parte de las válvulas que se operaban fallaron. A mediados de 1965, entraron en operación una batería de filtros rápidos ubicada en las Plantas de Tres Ríos que producen 150 l/s, que aliviaron la situación en el invierno de ese año.

8. RECONSTRUCCION DEL SISTEMA:

Terminado el período eruptivo se procedió a la limpieza de todas las estructuras y tuberías de agua cruda.

Se anota que uno de los sistemas que más sufrió, por obstrucción, fué el

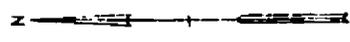
alcantarillado pluvial de la ciudad, que en las partes de mayor precipitación de ceniza se azolvó completamente.

9. PLANES PARA AFRONTAR DESASTRES SIMILARES EN LA LOCALIDAD:

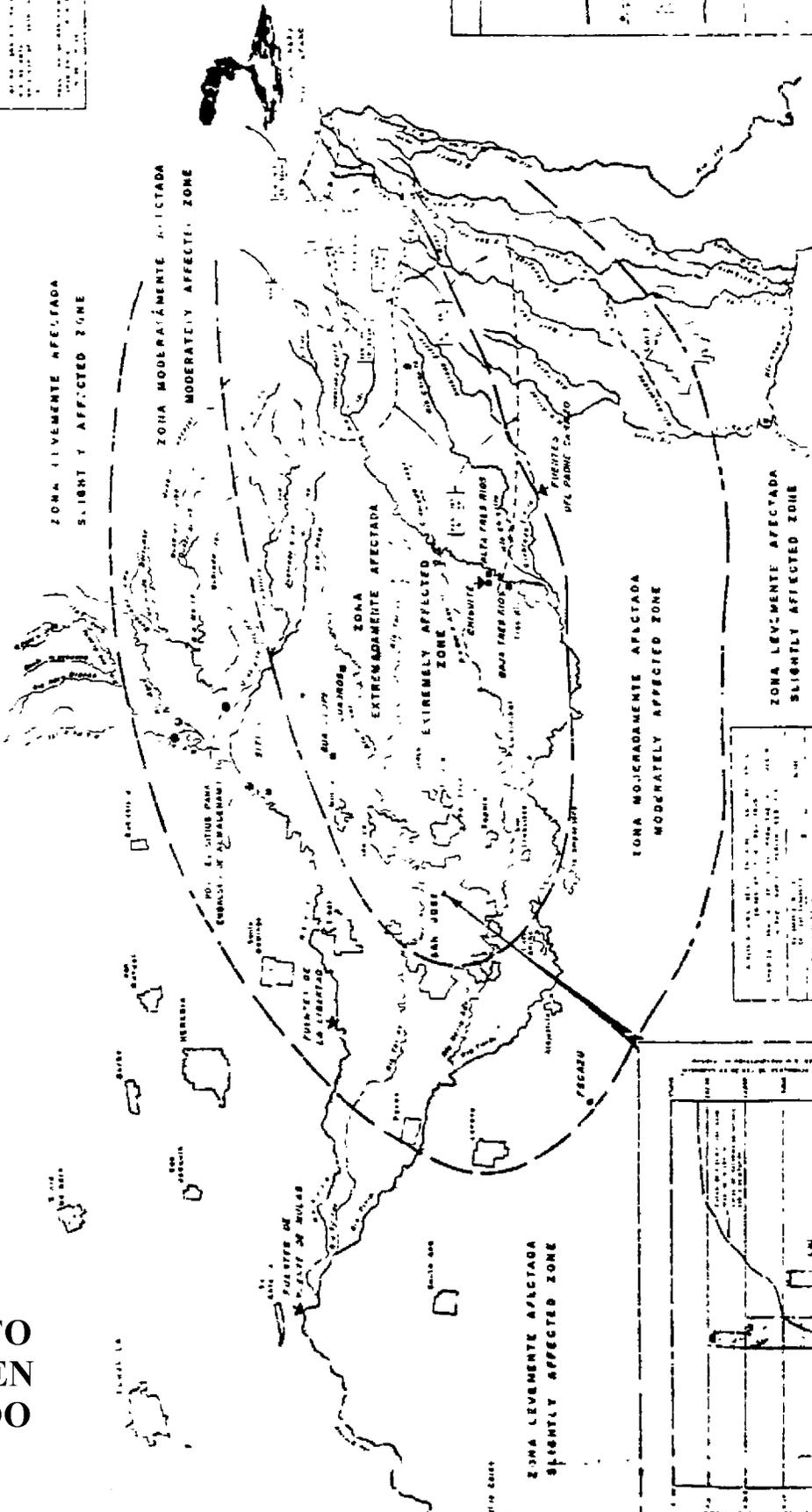
Las Plantas de Tratamiento prácticamente tomaban toda el agua disponible en los ríos, por lo que los proyectos que se desarrollaron posteriormente fueron en otras cuencas y correspondieron a aguas subterráneas.

DOCUMENTO ORIGINAL EN MAL ESTADO

1. ESCALA 1:50,000	2. DATOS DE LA FUENTE
3. DATOS DE LA FUENTE	4. DATOS DE LA FUENTE
5. DATOS DE LA FUENTE	6. DATOS DE LA FUENTE
7. DATOS DE LA FUENTE	8. DATOS DE LA FUENTE
9. DATOS DE LA FUENTE	10. DATOS DE LA FUENTE

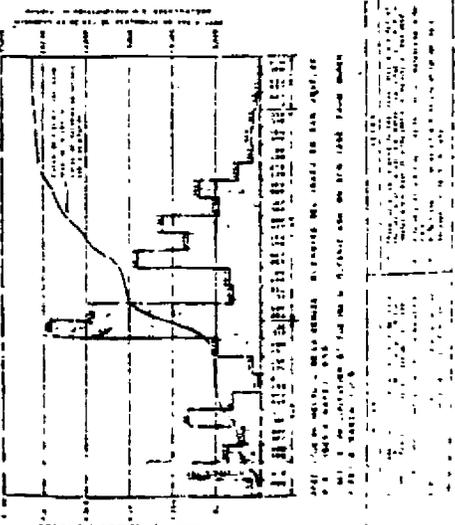


1. ESCALA 1:50,000	2. DATOS DE LA FUENTE
3. DATOS DE LA FUENTE	4. DATOS DE LA FUENTE
5. DATOS DE LA FUENTE	6. DATOS DE LA FUENTE
7. DATOS DE LA FUENTE	8. DATOS DE LA FUENTE
9. DATOS DE LA FUENTE	10. DATOS DE LA FUENTE



1. ESCALA 1:50,000	2. DATOS DE LA FUENTE
3. DATOS DE LA FUENTE	4. DATOS DE LA FUENTE
5. DATOS DE LA FUENTE	6. DATOS DE LA FUENTE
7. DATOS DE LA FUENTE	8. DATOS DE LA FUENTE
9. DATOS DE LA FUENTE	10. DATOS DE LA FUENTE

1. ESCALA 1:50,000	2. DATOS DE LA FUENTE
3. DATOS DE LA FUENTE	4. DATOS DE LA FUENTE
5. DATOS DE LA FUENTE	6. DATOS DE LA FUENTE
7. DATOS DE LA FUENTE	8. DATOS DE LA FUENTE
9. DATOS DE LA FUENTE	10. DATOS DE LA FUENTE



SERVICIO NACIONAL DE AGUAS POTABLES Y ALIVIO PUBLICO
 ESTUDIO DE AGUAS POTABLES PARA SAN JOSE
 CUENCA SUPERIOR DEL VIRREYA
 CAIDA DE CENIZA VOLCANICA EN 1961-1962