

## Introducción.

Año tras año, el área metropolitana de San Salvador y sus alrededores cercanos, sufren una serie de desastres de carácter natural, que no solamente dan lugar a un desequilibrio económico y social, sino que también, y esto es lo más lamentable, ocasionan la pérdida de vidas de un buen número del sector poblacional.

En vista de lo anterior, se ha creído conveniente la publicación del presente trabajo, el cual no se limita únicamente a señalar los diferentes riesgos geológicos que amenazan a esta zona, sino que tiene, como objetivo fundamental, establecer los lineamientos necesarios que puedan conducir a su prevención, a evitarlos, si esto es posible, a la reducción de sus daños y, más que todo, a hacer consciencia entre las personas para que los conozcan mejor, y, de esta manera, saberlos afrontar con mayor conocimiento de causa, tratando de evitar el pánico, que algunas veces causa más víctimas que el propio evento destructivo.

Debe quedar bien claro que únicamente se va a tratar de riesgos eminentemente de carácter geológico, dejando las amenazas de otra índole para los especialistas en ellas, ya sean éstas de origen natural o provocadas por el hombre mismo. Los fenómenos naturales, que con mayor intensidad se manifiestan en San Salvador y lugares aledaños, son los siguientes:

- Los movimientos sísmicos, que, debido a la calidad altamente sísmica de El Salvador, ocurren con mucha frecuencia en nuestro medio, alcanzando en ciertas ocasiones intensidades

iguales o mayores de VII grados, según la escala de Mercalli Modificada, con lo cual se provocan daños que varían de severos a excesivamente severos.

- El desplazamiento de las aguas que corren sin ningún control sobre la superficie terrestre, o a través de un cauce determinado, las que, al aumentar su caudal, originan inundaciones, derrumbes, soterramiento de viviendas, hundimientos, asentamientos, etc. De igual manera, la infiltración del agua en el subsuelo puede dar lugar a un drenaje dañino de consecuencias serias.

- La presencia del volcán de San Salvador, clasificado como activo, que si bien en el momento actual no muestra ninguna señal de actividad ígnea que pueda inquietar, no por eso deja de representar un riesgo, por lo que tiene que ser sometido a un estricto control científico.

Son éstos, pues, los riesgos que deben ser tomados en cuenta, y además analizados, en la rama de ingeniería civil, ya que el conocimiento de ellos contribuirá a disminuir los daños en las obras civiles ya ejecutadas o por ejecutar.

## I. Geología de San Salvador.

Los estudios geológicos realizados en esta área (ver mapa geológico de El Salvador, **anexo**) han demostrado que, todas las rocas que en ella se encuentran, pertenecen a la categoría de volcánicas, con edades geológicas que oscilan entre el Terciario y el Cuaternario. Presentan diferentes grados de conservación o sa-

midad, así como también han sufrido de diferente manera los estragos propios de la erosión.

Los materiales geológicos que predominan, y que por lo tanto cubren casi todo San Salvador, pertenecen a la llamada "Formación de San Salvador", por lo que únicamente se hará referencia de ella para exponer la geología de esta zona. En términos generales, los principales materiales geológicos que se observan son los siguientes:

- Materiales redepositados o retrabajados bajo la influencia del agua.

- Cenizas volcánicas, conocidas bajo la denominación de tierra blanca.

- Estratos de pómez, que han dado lugar a la formación de las llamadas tobas de color café.

- Corrientes de lavas andesíticas y basálticas

Todos ellos aparecen ubicados en orden cronológico, comenzando con el más reciente, hasta terminar con el más antiguo.

Los materiales redepositados o retrabajados consisten en una mezcla de finos y gruesos, en la que predominan cenizas volcánicas (limos arenosos o arenas limosas) con inclusiones de fragmentos de diferentes tamaños de pómez y partículas líticas. En realidad se trata de sedimentos aluviales que tienen un espesor superior a los 20 m., que se han depositado en las partes bajas, y que han dado origen a verdaderos rellenos naturales, que por su edad geológica reciente, presentan una condición de baja estabilidad debida a su escasa consolidación, por lo que, con relativa facilidad, se erosionan por influencia del agua o se fracturan o agrietan por los

continuos movimientos sísmicos o por efectos de la misma erosión hídrica.

Como su granulometría es bien variada, lo es también su porosidad y principalmente su permeabilidad; sin embargo, es factible el poderlas clasificar como de gran porosidad y permeabilidad buena.

La ceniza volcánica o tierra blanca fue arrojada, a través de una serie de erupciones violentas, por la última manifestación de gran importancia del volcán Ilopango ocurrida hace un poco más de 2,000 años. Está compuesta por un pómez de granulometría muy fina de composición dacítica, que presenta una coloración blancuzca relacionada con la presencia, en su mayor parte, de minerales blancos o leucocráticos. Los mayores espesores se localizan en las cercanías de su fuente de origen que, en el momento actual, se le conoce con el nombre de lago de Ilopango, y van disminuyendo a medida que la distancia aumenta, aunque vale la pena mencionar que, a veces, se reducen como consecuencia del ataque incesante de la erosión, especialmente cuando carecen de la debida protección. Se trata en sí de cenizas que cubren la mayor parte del área metropolitana de San Salvador. Asimismo, se trata de materiales de poca estabilidad debido a su escasa edad geológica; poseen una buena porosidad y una permeabilidad relativamente aceptable, variables de acuerdo a su grado de confinamiento.

Los estratos de pómez, conocidos como tobas de color café, son, al igual que la tierra blanca, materiales piroclásticos

con un alto contenido de  $\text{SiO}_2$ , por lo que tienen una composición ácida. Su coloración varía de café a amarillo, de aquí su nombre de tobas color café; la granulometría que presentan también difiere, en este caso, de fina a gruesa; el espesor máximo que tienen alcanza los 25 m; sin embargo, disminuye a medida que la distancia aumenta de El Boquerón, incidiendo en esto, como es lógico, la erosión.

Las tobas de color café son más estables que la tierra blanca; no obstante, es necesario mencionar que su estabilidad difiere mucho de un lugar a otro, dependiendo esencialmente de su grado de consolidación.

Cuando las lluvias arrecian con mucha intensidad, se convierten en materiales que se erosionan con facilidad, en especial cuando están totalmente desprovistas de una cubierta vegetal adecuada, o, debido a la infiltración del agua hacia el subsuelo, se provoca una erosión interna que propicia la formación de grietas en la superficie, tal como acontece con la tierra blanca, las cuales, al desarrollarse en su totalidad, pueden producir daños en la industria de la construcción.

Las lavas andesíticas y basálticas, que aquí se describen, son el producto de la actividad eruptiva de El Boquerón. Se trata, por lo menos, de dos corrientes de lavas que parcialmente se encuentran sepultadas por los materiales piroclásticos arriba mencionados. Algunas características de ellas son las siguientes:

- Presentan una matriz formada por granos minerales medio finos, reconocibles generalmente con el empleo de un

microscopio petrográfico o de una lupa.

- Su estructura es laminar, es decir, están dispuestas en capas o láminas unas sobre las otras en forma paralela.

- Son muy compactas, o sea, densas y además se encuentran bastante sanas, sin mostrar evidencias de un proceso avanzado de meteorización.

- No se les conoce con exactitud su espesor, aun cuando parece que éste no sobrepasa los 10 metros.

- Todos aquellos lugares donde existen son los que presentan las mejores condiciones de estabilidad, es decir, son los que mayor resistencia ofrecen a los efectos de la erosión y de la actividad sísmica.

Estas son, pues, algunas características que estas rocas tienen, las cuales se pueden observar en ciertas partes del sector Sur de San Salvador. Ellas, como ya se mencionó con anterioridad, juntamente con los sedimentos aluviales, cenizas volcánicas o tierra blanca y las tobas de color café, constituyen los principales materiales geológicos que se localizan en la superficie, o cerca de ella, de la ciudad capital y lugares circunvecinos.

## 2. Riesgos geológicos que dan lugar a desastres naturales.

San Salvador es una ciudad que con bastante frecuencia se ve sometida a las fuerzas destructoras de la naturaleza, en las que toman parte ciertas manifestaciones de carácter geológico. Es ésta una realidad bien conocida en nuestro medio, que, todos los años, no solamente origina



*La ciudad de San Salvador, capital salvadoreña. Al fondo, el volcán de San Salvador.*

cuantiosas pérdidas de índole económica, sino que también provoca la pérdida de vidas para un buen número de sus habitantes, todo lo cual conduce a un desajuste en el equilibrio económico y social del área metropolitana. Todas las calamidades que ocurren en esta zona son originadas por los siguientes eventos:

1. Actividad sísmica, la cual es bastante frecuente, no solamente en San Salvador, sino que en todo el país, la que, en más de una ocasión, ha destruido o provocado daños muy severos en la ciudad capital.

2. Las aguas que corren sobre la superficie del terreno, o cerca de ella, sin ninguna clase de control, principalmente cuando se incrementan las precipitaciones pluviales, dando lugar a inundaciones, derrumbes, soterramientos de viviendas, hundimientos, asentamientos, etc., terminando todo esto casi siempre con pérdidas de vidas humanas.

3. La actividad, con intervalos de tiempo muy distanciados desde el punto de vista humano, no geológico, del volcán de San Salvador, que si bien en el momento actual no muestra ninguna señal evidente de alguna manifestación ígnea que pueda

inquietar o alarmar, no por ello debe estar exento de un estricto control científico.

Siendo estos los eventos que dan lugar a tanto desastre natural, se hará una descripción de cada uno de ellos para una mejor comprensión, siguiendo el orden arriba expuesto.

### 2.1. Actividad sísmica.

Como es sabido, San Salvador, fue conocida en la época colonial con el nombre de "VALLE DE LAS HAMACAS", precisamente a causa de los continuos movimientos sísmicos,