RIESGOS Y DESASTRES NATURALES EN LAS CIUDADES DE LA REGIÓN METROPOLITANA

MEMORIA

QUEBRADA DE MACUL: UN FACTOR DE DESEQUILIBRIO FISICO EN LA COMUNA DE LA FLORIDA

Los eventos desastrosos generados por las fuertes y concentradas precipitaciones, con sus consiguientes crecidas y desbordes de cauces, los años 1982 y 1986 en extensas áreas de las regiones centrales del país, que golpearon fuertemente a la Región Metropolitana y sus comunas, estimularon el aumento de las investigaciones en torno a las causas que generaron dichos eventos, la evaluación de sus consecuencias en los ambientes naturales y humanos, y la búsqueda de medidas de protección ante estas manifestaciones extremas de la naturaleza; en estos tres ámbitos se inserta la presente investigación.

Como área de estudio se escogió la Comuna de La Florida y particularmente los sectores ribereños de la Quebrada de Macul, cauce que normalmente presenta escaso o inexistente caudal en sus tramos que escurren por sectores poblados, pero cuya activación a niveles de peak máximo, convirtieron a esas poblaciones en las más duramente afectadas por los eventos en el área comunal de La Florida. Cabe señalar que el último evento ocurrido, año 1987, se produjo cuando esta investigación ya se hallaba en curso, con lo cual se convirtió en una experiencia y fuente de información directa de la mayor importancia, pues hizo posible el monitorear en terreno la dinámica y efectos del fenómeno al momento de producirse.

UBICACION: La Quebrada de Macul se ubica en el sector NO (nor-oriente), de la Comuna de La Florida, siendo su cauce central el límite entre esta comuna y la de Peñalolén hasta la altura del Canal Las Perdices. Nace esta quebrada en el cordón andino que domina Santiago por el oriente y tiene sus cabeceras en el cerro San Ramón de 3.253 msnm (punto más alto de ese cordón andino). Como referencia urbana para localizarse en el área se puede señalar que las poblaciones más afectadas por el agua que escurre por este cauce son las ubicadas directamente al S de Av. Departamental, entre los canales Las Perdices por el oriente y San Carlos por el poniente. Por lo tanto, el área especifica en estudio es toda la cuenca superior de la Quebrada de Macul, comprendida por el encuentro de este cauce con el Canal San Carlos por el poniente, hasta sus cabeceras en el Cº. San Ramón por el oriente, siendo sus límites las respectivas divisorias de aguas.

Sin embargo, es necesario señalar que el efecto de las aguas captadas en la cuenca antes señalada se extiende aguas abajo del Canal San Carlos para influenciar a extensas áreas de la ciudad de Santiago, pues estas aguas incrementan directamente el caudal del Zanjón de La Aguada, cauce este último que constituye la continuación urbana del cauce de la Quebrada de Macul.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

Generales

1.- Determinar con mayor precisión las causas y efectos de los desbordes e inundaciones en la Quebrada de Macul. Comuna de La Florida.

2.- Dotar a la autoridad comunal de una información científica y profesional en torno al tema, que le permita tomar medidas de protección efectivas.

Específicos

1.- Identificar y delimitar áreas inundables y la periodicidad con que ello ocurre.

2.- Determinar las causas específicas de las inundaciones.

3.- Jerarquizar áreas según grados de riesgo de inundación.

4.- Identificar puntos o áreas críticos durante inundaciones.

5.- Determinar caudales probables para el cauce, durante un peak pluvial.

6.- Evaluar las consecuencias de las inundaciones y el riesgo para la población y sus bienes.

HIPOTESIS

Como hipótesis de trabajo se planteó que los desbordes en la Quebrada de Macul se explican por:

a) Las características físicas del área, que son propicias a la ocurrencia de este tipo de fenómenos.

b) La localización del sector poblado y las actividades humanas, que ocupan espacios de alto riesgo y tienden a alterar la fisonomía del cauce, aumentando la vulnerabilidad de la zona y, con ello, la probabilidad de ocurrencia, la peligrosidad y la gravedad de los desbordes.

La conjugación de los factores naturales y antrópicos trae como consecuencia que el escurrimiento de las aguas de la quebrada, durante un peak pluvial y su consiguiente peak del caudal, tienda a divagar por el interior de sectores habitados.

METODOLOGIA

Entre los elementos metodológicos de mayor utilidad para los objetivos de esta investigación se pueden señalar:

1) Analisis de cartografía topográfica.
2) Fotointerpretación y análisis de imágenes aéreas.
3) Analisis de levantamientos topográficos locales.
4) Aplicación de métodos de estimación de caudales máximos probables.

1) Se utilizaron, fundamentalmente, cartas topográficas a escalas 1:50.000 y 1:25.000 del Instituto Geográfico Militar (IGM), con las cuales se pudo delimitar con mayor precisión el área en estudio, se extrajo toda la información altimétrica que dichas cartas poseen, el valor de las superficies de la cuenca total y sus subsectores, las pendientes generales, pendiente media y los quiebres de pendientes más importantes que en ella se encuentran, la información para dibujar un perfil del cauce y las extensiones lineales que éste desarrolla, un primer acercamiento a la trama de drenaje, coordenadas geográficas y puntos de referencia útiles y, finalmente, esquicios de trabajo para el dibujo y graficación de diversos elementos. Se complementó lo anterior con cartas 1:20.000 (Avances Topográficos del Gran Santiago, IGM.) y 1:10.000 (Planos del Proyecto Maipo, Comisión Nacional de Riego).

2) Las imágenes aéreas básicas se obtuvieron de dos vuelos, Hycon 1:70.000 (1955), y SAF 1:4.000 (1984). De estas imágenes se pudo extraer la geomorfología del área, completar la trama de la red de drenaje, detectar límites de las riberas del cauce y los cambios surgidos en el período de tiempo entre uno y otros vuelos, analizar el avance de los sectores poblados y la presión que fueron ejerciendo sobre las riberas del cauce, hacer una evaluación primaria de la presencia vegetacional en la cuenca y su evolución en el tiempo, asimismo esquicios de trabajo y el esquicio base que se utilizó para vaciar los resultados de la investigación. También se conto como complemento con imágenes pertenecientes al IGM. 1:23.000 (1961), y al SAF., 1:10.000 (1980).

3) Se conto con levantamientos topográficos, 1:500, realizados por el Departamento de Ejecución de la I. Municipalidad de La Florida a contar del año 1983, cuando se dio inicio a la instalación de mamposteria gavionada como elementos de contención de caudales en la quebrada. De estos planos se pudo extraer toda la información de pendientes del cauce en el área por ellos cubierta, básicamente, Canal Las Perdices a Canal San Carlos.

4) Los métodos aplicados fueron, el Método Racional de Grunski y el Método del Hidrograma Unitario Sintético (HUS). Se utilizaron ambos métodos para poder comparar sus resultados con los valores obtenidos por otras inventigaciones anteriores, con cuya informa-

ción se contaba y que aplicaban uno u otro; poder hacer la evaluación a través de los resultados de dos métodos diferentes, y escoger aquel metodo cuyos valores estimados se acercaran más a la situación real de los caudales observables de la quebrada. Finalmente se usaron los valores estimados por el Método Racional.

La información y resultados obtenidos a través de los elementos metodologicos señalados fueron el complemento a las indispensables visitas a terreno, las informaciones entregadas por los habitantes del sector, por las autoridades comunales y otros conocedores del área, la recopilación y análisis de la información contenida en diversos estudios y trabajos preexistentes, y la observación in situ de la última crecida y desborde, 1987, trabajando con los equipos de emergencia de la Municipalidad durante los dos días en que se desarrolló el fenómeno.

RESULTADOS

Una vez completado el análisis de las diversas características naturales y antrópicas del área en estudio, se pudo determinar que los principales factores que están incidiendo en la ocurrencia del fenómeno desborde e inundación son los siguientes:
Entre los factores físico-naturales tenemos los derivados de las características geomorfológicas y los de las características climáticas. La geomorfología del área se caracteriza por un rápido ascenso altitudinal en un corto trecho lineal; es así como entre los canales Las Perdices y San Carlos hay 1.66 Km.lineal y 70.3 mts. de desnivel; entre el Canal Las Perdices y la cota 1.000 msnm hay 3.25 Kms. y 275 mts. de desnivel, y entre la cota 1.000 msnm y 3.253 msnm hay 7 kms y 2.253 mts. de desnivel; estas condiciones definen las siguientes pendientes generales: 4.22% para el primer tramo, 8.5% para el segundo y 32.2% para el tercero.

Estas características de pendiente determinan para el caudal una condición de alta torrencialidad y rápida concentración del caudal, por lo tanto, peligrosidad. Junto a lo anterior, la pendiente unida a la escasa distancia lineal entre el sector poblado y el área de captación de agua de la cuenca hace que las pérdidas por infiltración, bajo condiciones de caudal peak, sean escasas, es decir, el caudal captado en el área andina llega casi sin pérdidas a los sectores poblados del pie de monte.

Por otro lado la altura del macizo andino en la región (sobre los 4.000 msnm promedio), y su posición frontal a la circulación atmosférica regional, le confieren una acción de barrera orográfica, cuya consecuencia general será aumentar el volumen de las precipitaciones en el área andina de la cuenca en estudio.

Por último y fundamental desde el punto de vista morfológico e hidrológico es la presencia de tres cauces efectivos, sobre el pie de monte: para este curso de agua, ordenados de menor a mayor son: Cauce Menor, Cauce Mayor y Cauce Mayor Excepcional (CME). Los dos primeros estan en directa relación al ciclo hídrico anual; el primero corresponde al período de estiaje estival; el segundo al período de mayor caudal invernal y al derretimiento de las nieves primavero-estival; éstos, por lo tanto, son fácilmente reconocibles y mensurables, pues se hacen efectivos, al menos, una vez por año cada uno. El tercero, como su nombre lo indica, corresponde a condiciones de caudal máximo excepcional y tiene, "normalmente", una recurrencia en períodos de decenas o hasta 100 o más años para hacerse efectivo, por lo cual no es fácilmente reconocible su presencia para quienes no tengan un conocimiento adecuado del medio y tiende a generar una percepción de falsa seguridad en las personas con respecto a su superficie; el resultado es que la gente utiliza y se instala sobre este CME, en ignorancia absoluta del riesgo que corren. Esta situación es muy notoria en el área en estudio.

Otro aspecto determinante es la Climatología del área, la cual en su influencia sobre los desbordes, se presenta estrechamente ligada a las condiciones geomorfológicas regionales. Ya se mencionó el efecto de barrera orográfica que ejerce el macizo andino, pero tal vez el efecto de mayor peligrosidad que genera esta barrera, sea la retención de los sistemas frontales permitiendo que se alcancen unos a otros y se produzcan oclusiones forzadas. Estos Frentes Ocluidos son los de mayor peligrosidad con respecto al riesgo de desborde, en especial si se presentan con condiciones cálidas en altura y muy cargados de humedad, pues entonces elevan la isoterma 0º C a cotas muy superiores a su posición relativa normal, que es alrededor de los 2.000 msnm (la isoterma 0º C marca el umbral entre precipitaciones sólidas y líquidas: en áreas ubicadas sobre la posición de la isoterma precipita nieve, bajo ella precipita lluvia), al elevarse la posición de la isoterma, aumenta el área de la cuenca que capta precipitación líquida y, por lo tanto, aumenta el caudal del cauce. Para que se produzca el desborde, junto a la anterior, debe cumplirse la condición de que la precipitación en 24 horas alcance o supere el umbral de 50 mm., es decir, con una posición de isoterma 0º C sobre los 3.000 msnm, más una precipitación igual o superior a 50 mm/24 hrs., es casi seguro que se producirá un desborde en la Quebrada de Macul. Los períodos del año en que estas condiciones se pueden dar son: Junio-Julio (Riesgo muy Alto); Abril-Mayo, Agosto-Septiembre (Riesgo Alto), en el resto del año el riesgo baja y se hace casi inexistente.

En directa relación con lo anterior, se pudo establecer que las estimaciones de caudal para esta quebrada se han hecho para áreas bajo condiciones de posición relativa normal de la isoterma, es decir, en los cálculos se ocupa una superficie que corresponde a lo que esta cuenca tiene bajo la cota 2.000 msnm, por lo tanto se subestiman los caudales. Es así como se encontraron dos estudios que estiman los

siguientes caudales para 100 años de retorno 54.7 mts3/seg. (Método Racional), y 36.3 mts3/seg. (Método HUS), ambos con área aportante de 12 km2. Para la condición real es que los caudales máximos se producen con toda la superficie captando agua lluvia, y bajo esa condición el valor estimado en este estudio a través del Método Racional, para 100 años de retorno y para los 23.73 km2. de la cuenca, es de 103.88 mts3/seg.

Un último factor y quizás el más determinante en los resultados desastrosos de los desbordes, son aquellas condiciones generadas por la intervención del hombre en el área. Se pudo detectar: una ocupación intensiva y sin planificación del área; un uso (incluso habitacional), de gran parte del CME; relleno indiscriminado con escombros de construcción en los espacios del CME aún libres; extracción artesanal de áridos en el cauce y sus riberas que alteran la fisonomía de éste y las condiciones del escurrimiento en los períodos de mayor caudal; instalación de obras de defensa ilegales y técnicamente mal concebidas (muro de mampostería de concreto); instalación de defensas municipales en ubicación no óptima (los gaviones limitan el caudal a su posición de cauce menor o mayor, pero no son capaces de contener el caudal que ocupa el CME) y que, además, no consideran el factor de arrastre y depositación de sedimentos en el cauce.

AREAS DE RIESGO:

Se detectaron las siguientes zonas de riesgo:

a) Cota 900 msnm: Torre de alta tensión con sus bases en riesgo de erosión por el cauce.

b) Cota 725 msnm: Entre el Canal Las Perdices y el Puente El Convento, se produce erosión lateral que socava el camino en ribera N y erosión de fondo que socava las bases del puente.

c) Ribera S sobre Población El Progreso: Zona de desborde que afecta a esa población, la cual se ubica sobre el CME.

d) Ribera N aguas arriba del Puente Las Perdices: Se ha rellenado parte del CME y el caudal erosiona el talud en cada crecida.

e) Puente Las Perdices: Puente exageradamente estrecho ante condiciones de caudal máximo, es una barrera que represa las aguas y acelera la colmatación por depositación de sedimentos en torno al puente y eleva la cota del caudal hacia aguas arriba.

f) Riberas aguas abajo del puente: Las viviendas de la Población Fdo. Domínguez ocupan parte del CME, el caudal erosiona y se desborda en ambas riberas, condición agravada por la acción del puente sobre el caudal.

g) Ribera N desde calle Los Naranjos hacia aguas abajo: Viviendas Población La Higuera ocupan parte del CME y el caudal desborda hacia ellas.

h) Curva antes de Canal San Carlos: El caudal desborda sobre la ribera N y afecta a casas de la Población Ampliación La Higuera.

i) Arcos Canal San Carlos: Por efecto de un acueducto subterráneo ubicado unos metros al poniente del canal, el agua es represada produciéndose una acelerada sedimentación y colmatación de los arcos, impidiendo el libre paso del caudal. Este punto se indica como de máximo riesgo, pues en la eventualidad que los arcos llegaran a obstruirse, la crecida y desborde hacia aguas arriba tomaría condiciones catastróficas.

RECOMENDACIONES

A fin de disminuir las condiciones de riesgo y el efecto de las crecidas máximas, se recomienda.

- Controlar y prohibir en forma absoluta todo poblamiento o relleno en los espacios del CME aún libres.

- Ampliar el cauce protegido (gavionado), trasladando dichas defensas a las riberas del CME, allí donde esto sea aún posible.

- Mantener despejado de sedimentos y basuras el área del cauce protegido.

- Ampliar el Puente Las Perdices a un ancho consecuente con los caudales máximos del cauce.

- Despejar y mantener despejados los arcos del Canal San Carlos. Estudiar una solución técnica definitiva para el punto.

- Eliminar muro de mampostería de hormigón y reemplazar por un gavionado que regularice esa ribera.

- Estudiar solución técnica para los problemas generados por paso del Canal Las Perdices bajo el cauce de la Quebrada (cota 725).

- Reforzar los muros del gavionado para evitar la deformación de la estructura y extracción de la malla de alambre; se podría utilizar sistema Shotcret.

- Establecer control y contención de sedimentos en el área del cauce ubicada entre las cotas 900 y 725 msnm.

- Establecer una franja de protección de ambas riberas, entre las cotas 1.000 y 725 msnm, que impida el uso e intervención de esas riberas.

- Realizar un estudio de laderas en el área de la cuenca sobre los 1.000 msnm, que determine aquellas laderas que aportan más sólidos al cauce y que defina criterios de manejo de laderas que permitan contener dichos materiales in situ.

OSCAR A. MUÑOZ P.
GEOGRAFO
P.UNIV.CATOLICA DE CHILE