

## BASE GEOMORFOLOGICA PARA MITIGAR LOS FLUJOS DENSOS EN LA LOCALIDAD DE MOLINARI, PROV. DE CORDOBA (R.A.)

Rubén Mario del Valle Menso y Guillermo Oscar Pires

Universidad Nacional de Córdoba - Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas  
E-mail: rmenso@efn.uncor.edu

### RESUMEN

Los torrentes de flujos densos de generación rápida constituyen una de las amenazas de mayor significado en las cuencas del faldeo occidental de las Sierras Chicas de la provincia de Córdoba (R.A.) **Lamina N° 1.**

En nuestro país esta situación, ha quedado en evidencia en repetidas ocasiones, mediante eventos extremos que causaron pérdidas de vidas y de valor económico, en todos los casos en respuesta a una inadecuada planificación territorial.

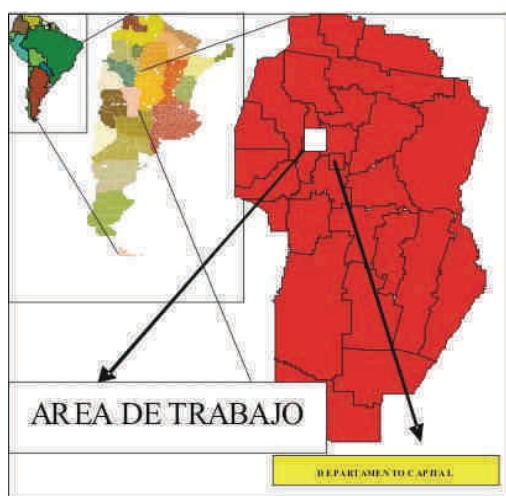
Para tal fin, la geomorfología aplicada, juega un papel preponderante, por cuanto posibilita con suficiente precisión evaluar la tendencia en las cuencas hídricas sobre los fenómenos, los procesos involucrados, la dinámica y alcance de los torrentes que se generan en la misma.

El presente trabajo dentro del marco de las estrategias de la prevención y mitigación, trata el análisis del torrente de flujo denso repentino producido el 8 de Diciembre de 2006, con la consecuencia de la muerte de un ciudadano y cuantiosas pérdidas económicas en la Localidad de Molinari, departamento Punilla, provincia de Córdoba, (R.A.) **Lamina N° 2**, ubicada al pie del faldeo abrupto occidental de las Sierras Chicas, y que a partir del uso del criterio geomorfológico y el empleo de las técnicas de la teledetección y fotointerpretación, para elaborar la carta temática Geomorfológica.

Por ello el trabajo, satisface una necesidad en lo que hace a la planificación del territorio, proporcionando una información que posibilita la valoración de las áreas sujetas a riesgos naturales, y tendientes a lograr cartas interpretativas de uso óptimo de todo el territorio con similares características en el faldeo abrupto occidental de las Sierras Chicas.

La carta geomorfológica define que la zona es afectada por procesos de inestabilidad, ligados al desplazamiento de las aguas superficiales en forma extraordinaria, ocasionando torrentes de flujos densos en diferentes sectores, y se sugiere tener en cuenta, la planificación del uso del suelo, tendiente a restablecer el equilibrio infiltración-escorrentía.

Este trabajo, también determina a nivel regional, que a lo largo del faldeo abrupto, este proceso de índole natural antrópico se puede repetir con características similares y en algunos casos producir mayores pérdidas.



**Lámina N° 1: Ubicación Geográfica**



**Lamina N° 2: Vivienda afectada durante el desastre del 8 de Diciembre de 2006, observar las marcas que dejó el alud de suelo y granizo en las paredes.**

## OBJETIVOS

En la Localidad de Molinari, se presentan procesos dinámicos de orden natural que han generado riesgos significativos, entre estos, se destacan las inundaciones, la erosión hídrica generalizada y torrentes de flujos densos, como la del aluvión producido el 8 de Diciembre de 2006 con la consecuencia de la muerte de un ciudadano y cuantiosas pérdidas.

Por ello el trabajo, satisface una necesidad en lo que hace a la planificación del territorio, proporcionando una información cartográfica que posibilita la valoración de las áreas sujetas a riesgos naturales, y tendientes a lograr cartas interpretativas de uso óptimo del territorio y que sirva para las acciones de mitigación y de prevención.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La información temática, fue obtenida del análisis de fotografías aéreas del año 1987 a escala aproximada 1:50.000, apoyándose en lugares conflictivos, mediante el empleo de fotogramas a escala aproximada 1:20.000 del año 1970. En cuanto al análisis del marco regional, se emplearon imágenes Landsat – TM a escalas diferentes.

Como base topográfica, se utilizaron las cartas del Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) a escala 1:50.000 que cubren la zona de estudio.

En primera instancia, se utilizó el criterio de delimitar el área en base al concepto de cuenca hidrográfica, en razón de representar los procesos hídricos superficiales, como la problemática más importante en el este de la Localidad.

En segunda instancia, los análisis de carácter fotogeológico y fotogeomorfológico, se centraron en el reconocimiento, definición y delimitación de las cuencas y sub-cuencas hidrográficas con aporte a las áreas urbanas y suburbanas, como así también los ambientes, unidades y elementos geomorfológicos, con el propósito de contar con una base de información para la aplicación de estudios hidrológicos que permiten plantear alternativas de solución a las inundaciones, torrentes y erosión acelerada del sector, y por último la construcción de la cartografía temática en base GIS, la cual esta encaminada a explicar, las factibilidades del uso territorial, el estado medio ambiental del área, el reconocimiento de la ubicación de los peligros naturales, el grado de amenaza a que están expuestos los distintos sectores, con sus respectivas memorias técnicas, que permiten la contribución con el planteo de alternativas de mitigación al problema, con la construcción de obras de saneamiento pluvial y/o métodos naturales de control.

## RESULTADOS

En el ámbito de las cuencas en cuestión, a la escala de trabajo y dentro del marco de la carta, se han considerado las siguientes entidades morfoestructurales: Sistema montañoso, valles intermontanos, lomadas de pie de monte, y planos aluviales.

**SISTEMA MONTAÑOSO:** se ubica en el sector este (faldeo occidental de las Sierras Chicas). Este macizo conformado por basamento metamórfico-plutónico, presenta un relieve de fuertes pendientes (20-35%), y el conjunto esta drenado por una red fluvial de diseño angular-dendrítico que determina el control estructural y la baja permeabilidad del substrato rocoso y que a su vez se encuentra muy meteorizado.

**VALLES INTERMONTANOS:** están ubicados sobre el ambiente montañoso. El relleno de estos proviene del aporte de sedimentos coluvio-aluviales de las laderas que los circundan; en general están controlados por la estructura, con un relieve medio (3-8%). El drenaje tiene la modalidad de cauces temporarios con fuerte infiltración.

**LOMADAS DE PIE DE MONTE:** está representado por una serie de lomadas constituyendo depósitos psefiticos en los flancos de las sierras. El relieve se presenta en pendientes medias. El drenaje a un patrón dendrítico difuso a paralelo con cañadas con álveo definido.

**PLANOS ALUVIALES DEL ARROYO:** Están desarrollados en la salida de la sierra, y en su evolución dentro del paisaje de Lomadas de pie de Monte como una faja angosta de terrazas fluviales-estructurales, predominando los sedimentos limo-arenosos y gravas, con su parte superior edafizada y ocupada por actividades antrópicas.

## **LOS PROCESOS MORFODINÁMICOS Y LA GENERACIÓN DE PROCESOS – RIESGOS**

### **EL RIESGO DE INUNDACIÓN Y/O TORRENTES DE FLUJOS DENSOS**

La zona estudiada es afectada por procesos que crean situaciones de inestabilidad, ligados al desplazamiento de las aguas superficiales en forma extraordinaria durante el período de mayores precipitaciones, ocasionando inundaciones y/o torrentes de flujos densos en el sector central como así también al ingreso y egreso de la localidad de Molinari.

Las variables recurrentes que intervienen en este riesgo son: las características geomorfológicas que definen las formas determinantes de la captura y traslado de las aguas en un ambiente muy meteorizado; el clima que define la cantidad e intensidad de las precipitaciones que se producen y por último la acción antrópica.

### **EL RIESGO DE EROSIÓN**

Los procesos de inestabilidad por erosión, están ligados al movimiento de las aguas superficiales en forma esporádica durante el período lluvioso.

La inestabilidad es producto de la actividad humana que ha alterado considerablemente al medio natural. Así la vegetación ha sido modificada severamente por tala indiscriminada del bosque nativo o por incendios ocasionados, aconteciendo lo mismo en los valles, en donde, además se suma la acción del sobrepastoreo y sobrecultivo. Todo ello conduce a una pronunciada disminución de la infiltración y un considerable aumento de la escorrentía y, por lo tanto, de la erosión concentrada, y depositando arroyo abajo los sedimentos en los eventos extraordinarios.

## **CONCLUSIONES**

La Carta Geomorfológica determina que la Localidad de Molinari, se ve afectada con gran frecuencia por torrentes conformados por flujos densos (agua+suelo+rastrojo), favorecidos por crecientes repentinas extraordinarias; que, al ser interferidas por la infraestructura, que producen una fuerte incidencia en los procesos de riesgo, alterando el escurrimiento natural de los flujos densos, debido que, las mismas producen un efecto de captación, embalse, y conducción. Esta situación está agravada por una falta de planificación en las áreas rurales y suburbanas, en las que se ha generado un cambio en la relación infiltración-escorrentía, produciendo esta magnificación de la acción hidrodinámica, que afecta directamente a la localidad.

### **OTRAS CONCLUSIONES A TENER EN CUENTA**

- El ejido urbano se ve afectado, durante el lapso que corresponde al verano térmico, por inundaciones y/o torrentes de flujos densos producidos por lluvias de alta intensidad.
- Es indudable que en buena medida, la inestabilidad hídrica tiene un origen antrópico, y el descontrolado crecimiento urbano iniciado en la década de los años 50 del pasado siglo y la progresiva alteración del medio natural (agricultura indiscriminada) adyacente a la localidad de Molinari, modificaron radicalmente las condiciones originales del drenaje natural.
- Las precipitaciones determinan que los canales, son también responsables de anegamientos.
- Las obras de infraestructura y los ciudadanos que viven sobre el drenaje definido, se encuentran ante una seria amenaza de inundación y/o torrente.

## **RECOMENDACIONES**

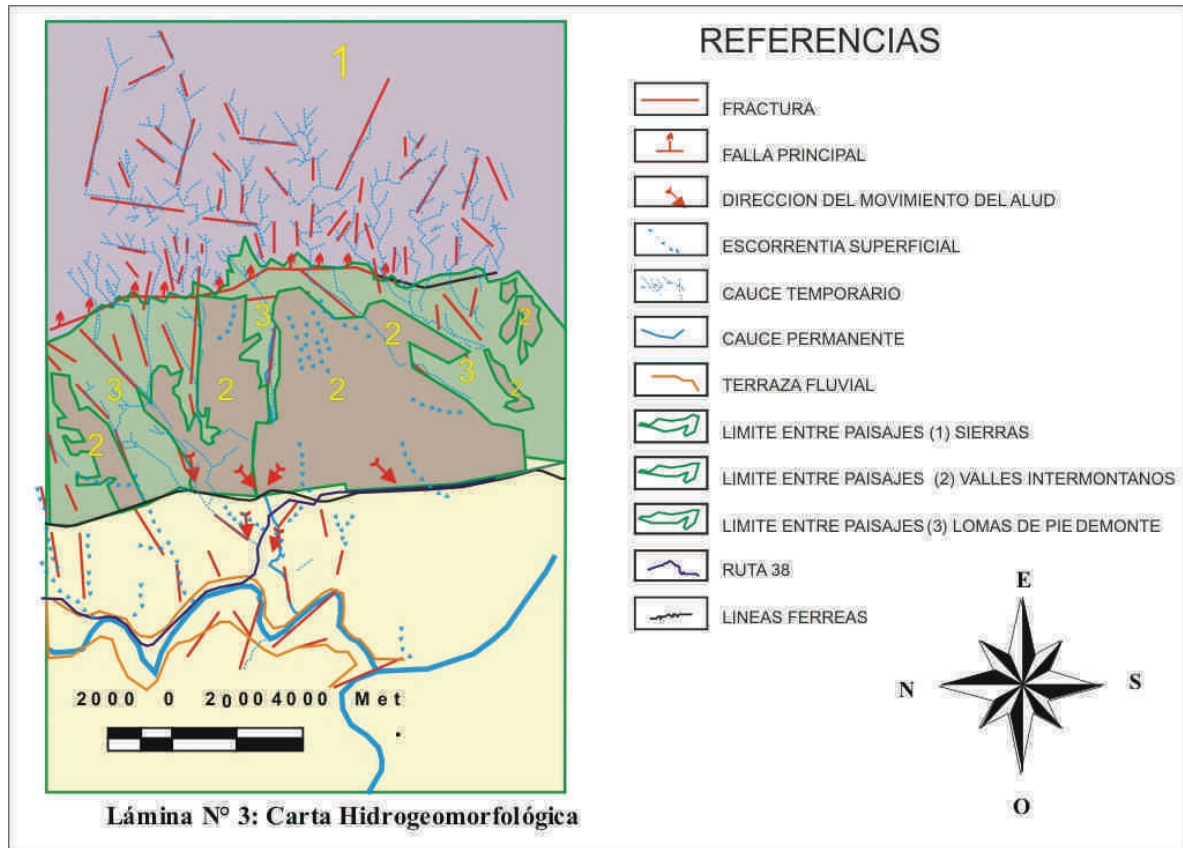
### **TERRENOS INTERFLUVIALES**

- ⇒ Incrementar obras de desagüe pluvial urbano.
- ⇒ Refuncionalización de los canales adecuando su capacidad de conducción.
- ⇒ Readecuar las obras de arte (alcantarillado) que fueran necesarias, en todas las rutas y en los terraplenes de vías férreas que la atraviesan.
- ⇒ En las áreas suburbanas, neutralizar el emplazamiento de nuevos barrios periféricos.
- ⇒ Planificación del uso del suelo en las zonas rurales adyacentes al ejido urbano, tendiente a restablecer el primitivo equilibrio infiltración-escorrentía.

### **TERRENOS FLUVIALES**

- ⇒ Utilizar la carta temática para elaborar un plan de alerta y prevención
- ⇒ Determinar perentoriamente la línea de ribera de los ejes fluviales.

- ⇒ Impedir nuevas construcciones de cualquier tipo que invadan la zona de ribera.
- ⇒ Desarrollar la mayor cantidad posible de parques lineales y áreas de reservas naturales sobre el lecho de inundación periódico y episódico. Estas áreas podrán ser afectadas a recreación.



## REFERENCIAS

- D.I.P.A.S., 2000. Presa: 08 - San Roque. Direc. Prov. de Agua y Saneamiento, Min. Ob. Púb., Prov. de Córdoba. XVIII. Congreso Nac. del Agua, Termas de Río Hondo, Sgo. del Est. Panel.
- Menso, R. M., 2000. Base geomorfológica para el control de las inundaciones al oeste de la ciudad de Córdoba. Memorias del XVIII Congreso Nacional del Agua, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Tema 9: Geomorfología, Erosión y Sedimentación.
- Menso, R. M., 1996. Estudio hidrodinámico de la subcuenca arroyo La Cañada. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. IV, nº 2-1, pág 263 a 277.
- Paniagua, S., 1995. Los desastres naturales y sus implicaciones en América Central. Escuela Centroamericana de Geología, Universidad de Costa Rica. Revista Geológica de América Central. (ISSN: 0256-7024), nº 18, pág. 107.
- Quintana Salvat, F., Barbeito, O. L. y Menso, R. M., 1998. Carta geológica-geomorfológica de la ciudad de Córdoba y su entorno. Fotointerpretación (ISSN: 0327-7410), vol. VII, nº 1-2, pág 324 a 339.
- Quintana Salvat, F., Barbeito, O. L. y Menso, R. M., 1996. Estudio hidrogeomorfológico para la prevención de las inundaciones en la ciudad de Córdoba. Actas, II Jornadas Nacionales de Saneamiento Pluvial Urbano. Córdoba.
- Santa Cruz, J. N., 1972. Geología del este de la Sierra Chica (Córdoba). Valle del río Primero. Bol. Asoc. Geol. de Córdoba., tomo 1, nº 3-4, pág. 102.