

XIIº Congreso Geológico Argentino y IIº Congreso de Exploración de Hidrocarburos (Mendoza, 1993)
Geología y Recursos Naturales de Mendoza - V. A. Ramos (Ed.), Relatorio, VI (3): 669-681

CAPITULO VI-3

LAS CRECIENTES EN EL GRAN MENDOZA. SU IMPACTO AMBIENTAL

HORACIO V. RIMOLDI

Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires

INTRODUCCION

La ciudad de Mendoza se encuentra sobre la planicie aluvional situada al este de la planicie de pie de monte que se desarrolla entre la precitada y las estribaciones orientales de la Precordillera.

Está localizada en una zona árida a semiárida, con precipitaciones medias anuales que no superan los 235 mm, las cuales se producen en los meses de primavera y verano, siendo prácticamente nulas en el resto del año. Se trata siempre de lluvias muy intensas, de carácter torrencial, intermitentes, las que duran unas pocas horas, pero que sin embargo dan lugar a crecientes periódicas de relevante magnitud. Estas originan aluviones y corrientes de lodo de importancia que escurren por los zanjones y torrentes, generalmente secos, los que, a veces, convergen a cauces mayores sobre la planicie de pie de monte hasta alcanzar la planicie aluvional, anegando los barrios periféricos de la Gran Mendoza y, en reiteradas circunstancias, el mismo centro de la ciudad.

La ciudad se encuentra marginada por el norte, oeste y sudoeste por sedimentitas plioleustocénicas y triásicas, relativamente friables. La erosión ha elaborado en ellas un paisaje profusamente disectado creando un relieve sumamente recortado y cuya red de avenamiento está conformada por innúmeros cauces de arroyuelos, torrentes y zanjones que confluyen cuesta bajo, en canales mayores, sumamente densos y subparalelos, con

un nivel de base diferencial. Estas geoformas dan lugar a un enmascarado "mal país".

Estos zanjones o torrentes se originan preferentemente en las rocas blandas y friables (*weak-rocks*), pero también resultan conspicuos en otras litologías más resistentes, las que afloran por efecto de la erosión del regolito o de los sedimentos recientes que las recubren. El regolito es producto de la intemperización por destrucción mecánica sufrida por la roca madre, en sus sectores más superficiales, dada la pobre y/o carente cubierta vegetal, por efecto de temperaturas diferenciales.

Las condiciones topográfico-morfológicas descritas cubren un área extensa, correspondiente a la mayor parte de la planicie de pie de monte y en donde cabe resaltar que en función de lo disectado de la misma, la superficie específica resulta incrementada. Esto da motivo a que las precipitaciones, dado el mayor desarrollo superficial, motivan una mayor concentración del agua caída y, por ende, el volumen sujeto a escurrimiento resulta incrementado respecto de áreas más uniformemente llanas, aumentando el poder erosivo y dando lugar a la formación de verdaderos zanjones de paredes verticales, de fácil degradación por derrumbes.

Todo ello produce un abundante material, bien graduado, con abundancia de bloques, rodados y finos, los cuales se van depositando, a medida que el escurrimiento se hace, a través de cauces de menor pendiente hasta que los finos predominan en los sectores más distales

respecto del área de origen, dando lugar a la formación de lodos que invaden la planicie aluvional alcanzando los sectores perimetrales de Mendoza en donde suelen depositarse con espesores, a veces, relevantes.

Estas corrientes, a medida que dejan de ser alimentadas y que alcanzan sectores de pendientes exiguas, pierden velocidad, depositando verdaderas fangolitas de determinado espesor, asumiendo el carácter de verdadero riesgo geológico.

Según la magnitud de la creciente y del atarquinamiento subsiguiente, éste resulta de difícil y costosa eliminación. Ello motiva que en las zonas marginales situadas al oeste de la ciudad se genere una serie de problemas, debido al desmedido crecimiento urbanístico de dichos sectores que resultan ser los más afectados por las avenidas. Dicho crecimiento ha sido permitido sin tener en cuenta los aspectos ambientales, tanto en el orden urbanístico como en el social, a que dan lugar estos eventos geológicos que por su reiteración afectan gravemente a la población por ocasionar, entre un sinnúmero de problemas, el derrumbe de edificios, el arrastre de vehículos, dado el carácter torrencial y, a veces casi instantáneo, que asume la creciente.

Con miras a subsanar este riesgo geológico se erigieron hasta el presente cuatro presas retardadoras de crecientes para los arroyos provenientes del oeste en el sector situado más al norte, pero dejando la zona sudoeste y sud de Mendoza, aún sin protección adecuada, pese a que ésta presenta una cuenca imbrífera más relevante, lo cual invalida lo hasta hoy realizado, razón por la que aún subsisten las importantes crecientes de lodo que invaden la ciudad.

FRECUENCIA DE LOS ALUVIONES

Los aluviones de lodo que afectan la zona pedemontana situada al este de la precordillera se caracterizan por ser el producto de cortas e intensas lluvias torrenciales e intermitentes producidas generalmente en el área de la denominada Cerrillada y que escurren por los planos inclinados de las planicies de pie de monte y aluvionales, las que posibilitan el drenaje de dichas precipitaciones, a través de torrentes y zanjones, los cuales generalmente suelen estar secos.

Con el fin de demostrar la frecuencia de este riesgo geológico, se enumeran los diversos aluviones y crecientes de barro que afectaron a la ciudad de Mendoza y sus zonas perimetrales suburbanas.

Según datos recopilados (Fernández, 1976) obtenidos en el INCYTH y procedentes de diversas fuentes, detallan un sinnúmero de aluviones que afectaron, en mayor o menor grado, a la ciudad.

Desde los años 1759 a 1888 se producen varias crecientes y a consecuencia de ellas la población solicita

medidas conducentes a evitar la destrucción de la ciudad mediante presentaciones elevadas al Procurador de la ciudad. Se desconoce la incidencia de su frecuencia durante dicho lapso.

El 24 de marzo de 1888, el 8 y 11 de enero de 1895, el 4 de marzo de 1897, así como entre los años 1898 a 1900 acaecen crecientes por los diversos zanjones que invaden los barrios perimetrales de la ciudad. Lo mismo acontece el 4 de marzo de 1910, el 28 de diciembre de 1918, el 31 de enero y el 1 y 7 de febrero de 1920 y los días 7 a 8 de marzo de 1921.

La creciente del mes de enero de 1934 se la cita por su importancia y por los daños que produjo, pese a que reconoce una causa distinta, ya que el río Mendoza acusó una creciente excepcional a consecuencia de la rotura y desplome del dique natural formado por el glaciar del río Plomo, lo cual originó grandes destrozos en Cacheuta, en donde fue destruido el hotel y la usina eléctrica y las aguas inundan la planicie aluvial, afectando la ciudad y dado lo imprevisto del fenómeno se producen 20 víctimas.

En el año 1939 se producen avenidas, el 22 de enero y el 18 de diciembre, las que afectan el centro urbano y causan víctimas personales. Los días 23 y 24 de enero de 1945 se producen importantes crecientes que afectan a la ciudad capital, Godoy Cruz, Las Heras y Guaymallén, dejando conspicuos depósitos de lodo.

Entre los años 1946 a 1958 se producen unas quince avenidas, que afectan la ciudad en mayor o menor grado.

El 31 de diciembre de 1959 un gran aluvión produce graves daños en el Gran Mendoza, con derrumbe de viviendas y en el cual por el Zanjón Frías escurren 20 m³/seg y por el canal Los Ciruelos 90 m³/seg. Entre 1966 y 1969 se producen siete crecientes que provocan desbordes y aluviones que afectan la ciudad y alrededores.

El 4 de enero de 1970 acaece una de las mayores catástrofes, ya que las crecientes superan la capacidad de evacuación del primitivo dique sobre el Zanjón Frías provocando su colapso con lo cual los aluviones superaron en algunos lugares el metro de altura y prácticamente toda la ciudad de Mendoza resultó afectada. Además, intensas lluvias también se produjeron sobre las cuencas del pie de monte sud-sudoeste de Mendoza y fue así que sobre Charcas de Coria la correntada avanzó por los diversos ríos secos produciendo la destrucción de innumerables viviendas y accediendo las aguas por el sector sur de Mendoza, carente de defensas. Merece señalarse que las lluvias de la fecha mencionada afectaron todo el pie de monte del oeste mendocino, ocasionando la creciente de todos los ríos de la provincia.

Las crecientes se reiteran sucesivamente y es así que, en el año 1970, se producen dos; en el año 1971

tres; en 1972 cinco; en el año 1973 tres y en los años 1974 y 1975 dos por año; todas las cuales causaron daños en la ciudad y sus alrededores.

La información precedente da cuenta de los aluviones que afectaron a la ciudad en un período de 87 años dejándose de lado otros que asolaron otros sectores de la provincia. Los aluviones más recientes no se detallan por no contar con sus registros, pero no cabe duda que se han venido produciendo avenidas de lodo que invadieron la ciudad de Mendoza, dado que la planicie de pie de monte como la aluvional del sud-sudoeste aún permite el drenaje de las crecientes importantes por medio de los torrentes ubicados en esa zona.

Para finalizar, según los datos recopilados en un lapso de 87 años, se registraron unas 57 crecientes que afectaron en mayor o menor grado el ámbito de la ciudad de Mendoza.

ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

La denominada Cerrillada es una entidad geomórfica integrada por depósitos sedimentarios triásicos y plioleistocenos y derrubios provenientes de la Precordillera situada al este de la misma.

Se trata de alineamientos estructurales positivos, subparalelos, constituidos por anticlinales y sinclinales cuyo substrato lo integran la espesa serie sedimentaria de depósitos triásicos de ambiente continental y depositados en condiciones de aridez y los cenozoicos y plioleistocenos precitados, los cuales exponen una neotectónica generatriz evidente.

Geomorfológicamente, la zona se caracteriza por estar constituida por tres unidades: la zona montañosa, con alturas entre 2.500 y 1.350 m; la planicie de pie de monte entre 1.500 y 850 m y la planicie aluvional por debajo de los 850 a 950 m.

El pie de monte expone un relieve relativamente planizado y suele acusar inclinaciones entre el 6 y 1 %.

Este relieve está influido por dos impactos climáticos que lo remodelaron: la torrencialidad de las precipitaciones de primavera y verano y la secuencia de congelamiento-descongelamiento diario, particularmente en invierno; este último más evidente en la zona montañosa, pero no por ello ausente en el pie de monte, donde el crioclastismo resulta frecuente en el glacis muy antiguo (Ferreiro, 1980).

Los impactos precitados acusan un rol predominante en la desagregación mecánica de las rocas, especialmente en las blandas, pero también en las duras. Además, el predominio de depósitos cineríticos modernos asume importancia por resultar litologías fácilmente erodables y removilizables por el escurrimiento desarrollado en la planicie de pie de monte.

El drenaje en las áreas precitadas es de escurrimiento lineal, concentrado e intermitente en la zona montañosa y en la de pie de monte y en los ejes colectores de ambas y de escurrimiento laminar, intermitente y/o excepcional por desbordamiento en la planicie aluvional. La planicie inclinada de pie de monte constituye la transición entre dos unidades morfoestructurales distintas; la zona montañosa por el oeste y la planicie aluvional por el este; desarrollándose entre estas dos las cuencas, objeto de estudio, disectadas en la planicie de pie de monte. Las lluvias de tipo torrencial provocan la marcada incisión de canales y zanjones de la planicie de pie de monte. Se presentan fenómenos de oposición erosiva, ya que frente a procesos de planación se producen los de incisión erosiva. El escurrimiento mantiforme indicaría condiciones climáticas áridas a semiáridas y daría lugar a la planación. Se alternan períodos con precipitaciones violentas y concentradas de corta duración que dan motivo a la marcada incisión erosiva (Zottola, 1992).

La variación de pendiente, entre la zona montañosa y la de la planicie de pie de monte y entre esta última y la aluvional, da origen a la descarga de sedimentos bajo la forma de conos aluviales y/o abanicos aluviales, en esta última.

La torrencialidad de las precipitaciones se evidencia a través de las acumulaciones groseras de rodados, sin estratificación alguna, o poco evidente, generalmente vinculados a los derrumbes ocasionados en los estrechos cauces y los procesos erosivos de los torrentes principales, dejando material gradado diferencialmente en los conos aluviales preformados en contacto con la planicie aluvional, en la que distalmente se depositan los materiales más finos.

Un torrente revela los siguientes sectores: a) cuenca de recepción; b) garganta; c) lecho de deyección y d) canal de desagüe.

La cuenca de recepción se origina en relieves marcados y acentuados, en condiciones de aridez, donde la cubierta vegetal es escasa o nula, y donde las lluvias torrenciales, de corta duración, escurren en función de los pronunciados y diferenciales desniveles.

Generalmente el agua caída se concentra durante un corto lapso para luego adquirir una determinada velocidad, la que crece cuesta abajo. En primer término se forman diversos hilos de agua que luego dan lugar a la formación de arroyuelos que se bifurcan y exhondan motivando un encauce que posibilita la creciente. En los cauces existentes, la avenida arrambla el material suelto amontonado en el cauce seco preformado correspondiente a la época precedente de sequía dejando expuesta la roca que queda sometida a una erosión tanto lineal como lateral, hasta alcanzar la garganta la que gradualmente y por la confluencia de varios cauces dan

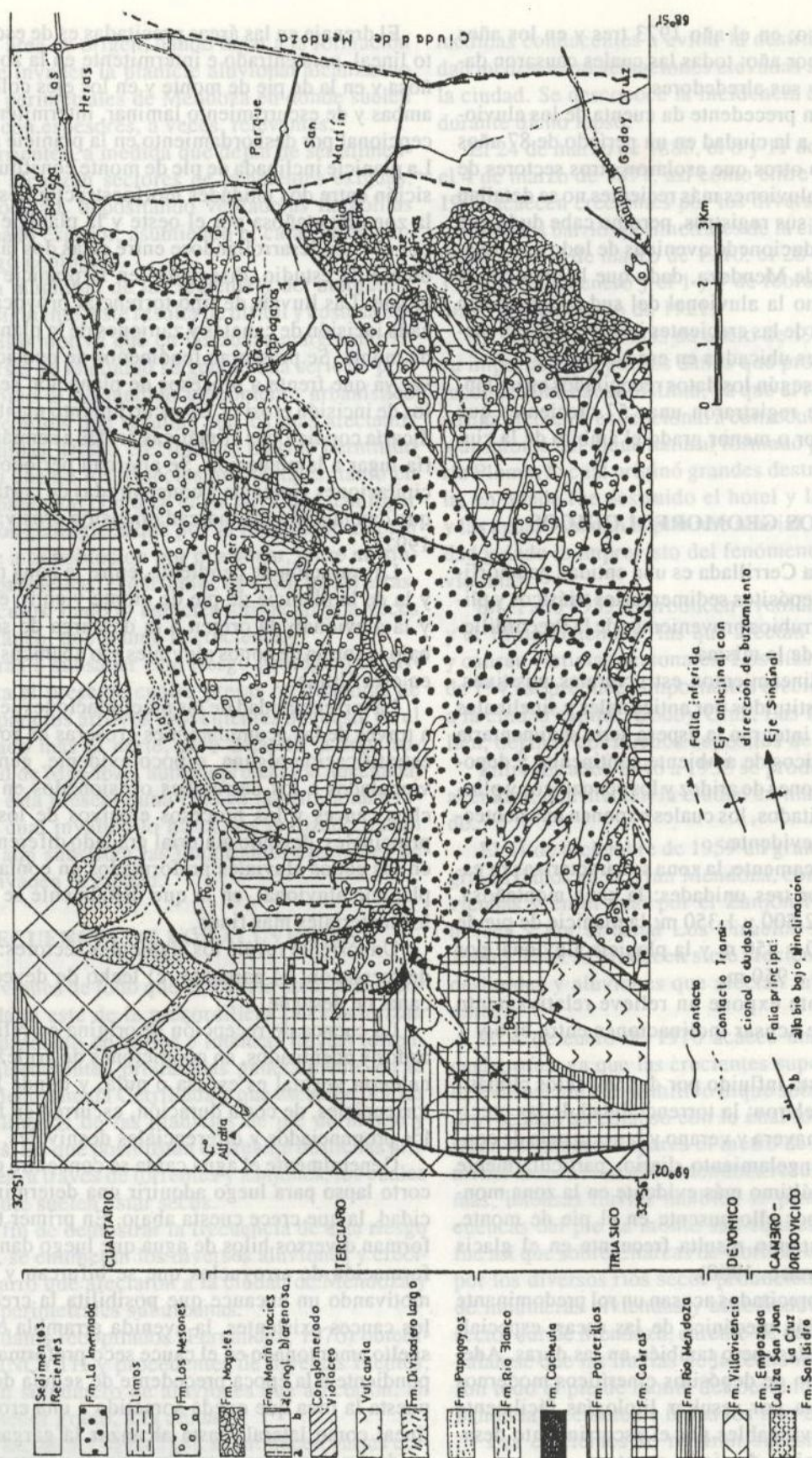


Figura 1: Geología del piedemonte al oeste de la ciudad de Mendoza (según Rodríguez y Barton, 1990).

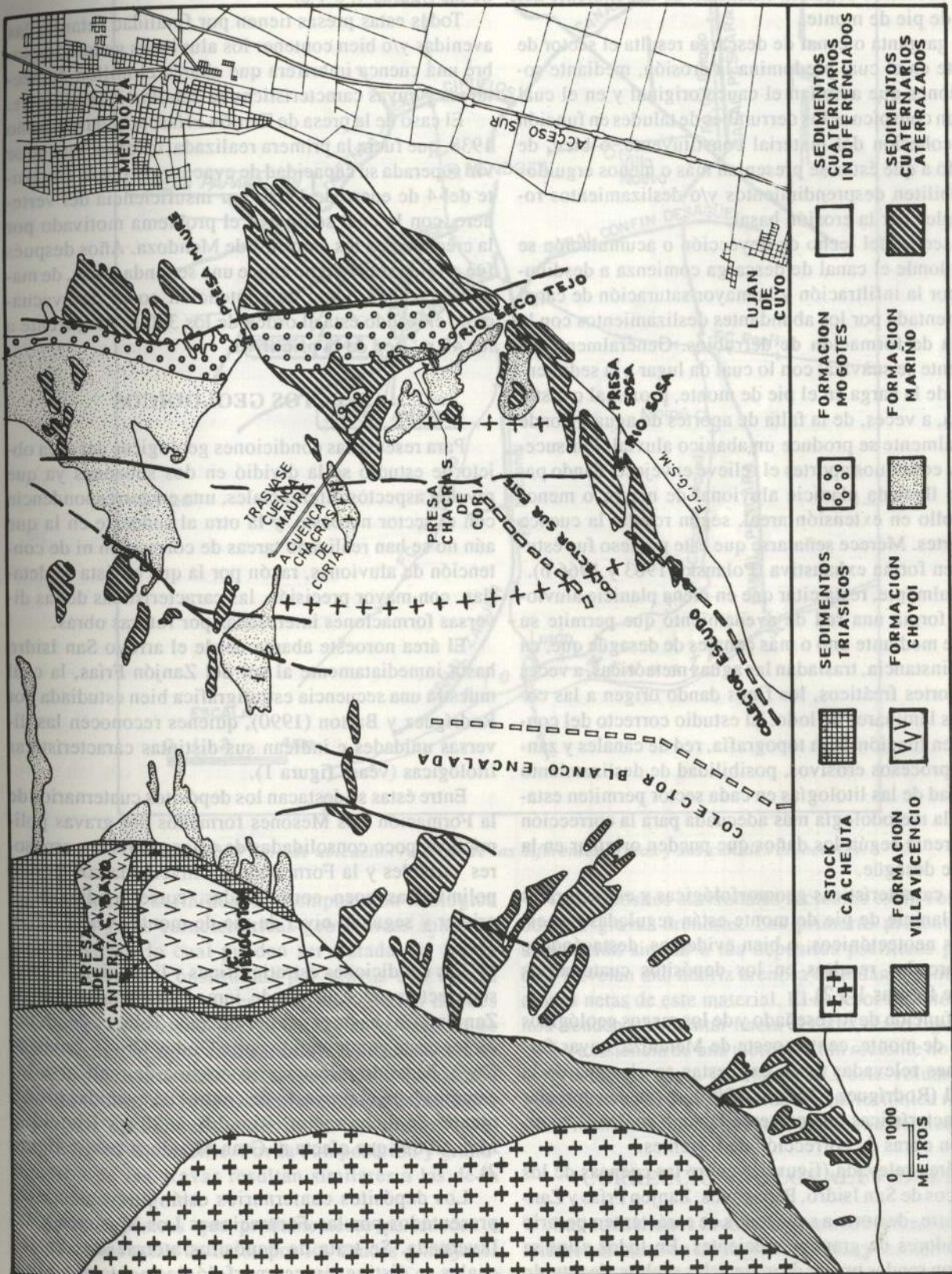


Figura 2: Geología y estructura de los alrededores del sudoeste de la ciudad de Mendoza, con indicación de los colectores y presas aluvionales principales (Rimoldi y Mon, 1980, 1989).

lugar al canal de descarga en el cual el drenaje se canaliza en un cauce definido que suele tener un mayor o menor recorrido según la extensión de la pendiente del plano de pie de monte.

La garganta o canal de descarga resulta el sector de torrente en el cual predomina la erosión, mediante socavaciones que amplían el cauce original y en el cual resultan conspicuos los derrumbes de taludes en función de la cohesión del material constituyente, o bien, de acuerdo a que éstos se presentan más o menos erguidos y posibiliten desprendimientos y/o deslizamientos rotacionales por la erosión basal.

El sector del lecho de deyección o acumulación se inicia donde el canal de descarga comienza a desdibujarse por la infiltración y la mayor saturación de carga incrementada por los abundantes deslizamientos con la secuela de formación de derrubios. Generalmente, la pendiente se suaviza, con lo cual da lugar a la sedimentación de la carga en el pie de monte, proximal o distal a causa, a veces, de la falta de aportes de agua y donde originalmente se produce un abanico aluvial. Por sucesivos y continuos aportes el relieve envejece, dando paso a la llamada planicie aluvional de mayor o menor desarrollo en extensión areal, según resulte la cuenca de aportes. Merece señalarse que este proceso fue estudiado en forma exhaustiva (Polanski, 1963 y 1966 b).

Finalmente, resta citar que en plena planicie aluvional se forma una red de avenamiento que permite su drenaje mediante uno o más canales de desagüe que, en última instancia, trasladan las aguas meteóricas, a veces con aportes freáticos, los finos dando origen a las corrientes laminares de lodo. El estudio correcto del conjunto, en función de la topografía, red de canales y zanjones, procesos erosivos, posibilidad de deslizamiento y calidad de las litologías en cada sector permiten establecer la metodología más adecuada para la corrección del torrente según los daños que pueden originar en la zona de desagüe.

Las características geomorfológicas y estructurales de la planicie de pie de monte están reguladas por escalones neotectónicos, o bien evidentes, destacándose los marcados resaltos en los depósitos cuaternarios (véanse figuras 1 y 2).

En función de lo reseñado y de los rasgos geológicos del pie de monte, centro-oeste de Mendoza, cuyas formaciones relevadas están expuestas en el mapa de la figura 1 (Rodríguez y Barton, 1990), se pueden apreciar las características que presenta la zona en donde se realizaron obras de corrección de torrentes.

El área relevada (figura 1) cubre las cuencas de los ríos secos de San Isidro, Papagayos, Zanjón Frías y Zanjón Maure -de norte a sur-, todos de carácter temporario y portadores de grandes crecientes. En todos ellos se erigieron sendas presas de materiales sueltos, de retardo

y/o contención de avenidas, las que fueron realizadas sobre la base de proyectos similares, según se desprende de las figuras 4, 5 y 6.

Todas estas presas tienen por finalidad retardar las avenidas y/o bien contener los aluviones generados sobre una cuenca imbrífera que abarca el millón de hectáreas y cuyas características se detallan más adelante.

El caso de la presa de Zanjón Frías, erigida en el año 1938, que fuera la primera realizada, colapsó, ya que se vió superada su capacidad de evacuación por la creciente del 4 de enero de 1970, por insuficiencia del vertedero, con lo cual se agravó el problema motivado por la creciente en los entornos de Mendoza. Años después fue erigida sobre dicho cauce una segunda presa, de mayor capacidad, tanto de contención como de evacuación, elevando ésta al orden de los 380 m³/seg frente a los 40 m³/seg de la primitiva.

ASPECTOS GEOLOGICOS

Para reseñar las condiciones geológicas del área objeto de estudio se la dividió en dos subzonas ya que revelan aspectos diferenciales, una en correspondencia con el sector noroeste, y la otra al sudoeste en la que aún no se han realizado tareas de corrección ni de contención de aluviones, razón por la que en ésta se detallan, con mayor precisión, las características de las diversas formaciones interesadas por futuras obras.

El área noroeste abarca desde el arroyo San Isidro hasta inmediatamente al sur del Zanjón Frías, la cual muestra una secuencia estratigráfica bien estudiada por Rodríguez y Barton (1990), quienes reconocen las diversas unidades e indican sus distintas características litológicas (véase figura 1).

Entre éstas se destacan los depósitos cuaternarios de la Formación Los Mesones formados por gravas polimícticas poco consolidadas de origen fluvial y espesores variables y la Formación La Invernada con gravas polimícticas poco consolidadas, correspondientes al primer y segundo nivel de pie de monte (véase figura 1).

Las condiciones estratigráficas y litológicas para el semisector sudoeste, desde inmediatamente al sur de Zanjón Frías hasta el sur del río Seco Tejo; es decir, del sector oeste comprendido entre Godoy Cruz y Luján de Cuyo, han sido relevadas en ocasión de realizarse los estudios para el proyecto de control de avenidas provenientes de dicho sector (Rimoldi, 1980 a y Rimoldi y Mon, 1989) que afecta al Gran Mendoza (véase figura 2).

Los depósitos cuaternarios están nuevamente representados por las Formaciones Los Mesones y La Invernada. Se trata de depósitos aterrazados en los cuales se distinguen geomorfológicamente dos nive-

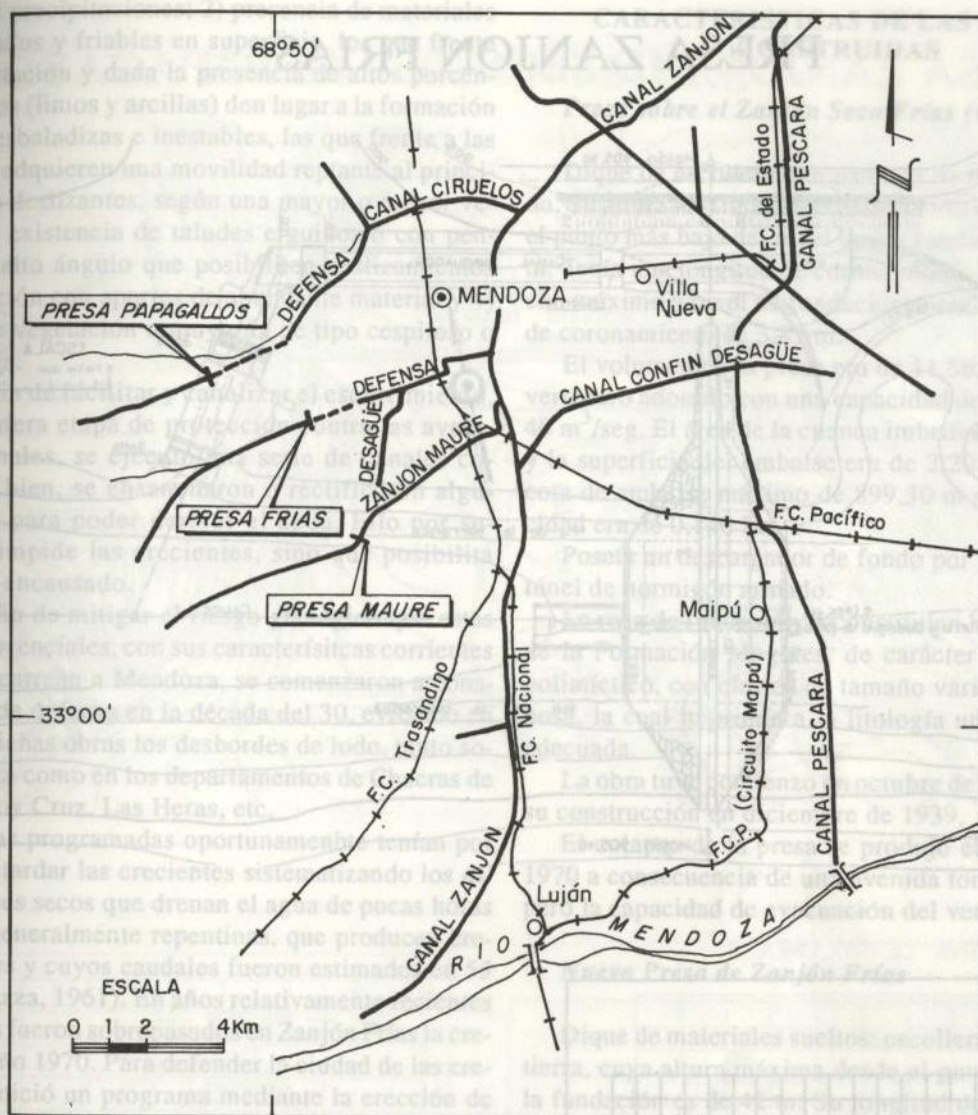


Figura 3: Plano de ubicación relativa de las diferentes presas y sus canales colectores.

les claramente definidos. La composición litológica de ambos y sus características geotécnicas son muy similares, por lo cual pueden ser tratadas en forma conjunta. Están constituidas por gravas con escasa matriz arenosa o de materiales finos. En los taludes existentes se observa que, prácticamente, carecen de estratificación. Apoyan mediante una discordancia de erosión sobre las entidades terciarias de la Formación Mariño (véase Yrigoyen, este volumen) mediante una superficie aproximadamente plana que inclina levemente hacia el naciente. Por la composición y granulometría de las gravas resultan similares a las de la Formación Mogotes.

Estos depósitos que probablemente pertenecen a viejos conos están cortados por los cauces y zanjones de los ríos actuales.

Los depósitos aluviales recientes están constituidos por gravas arenosas. Las primeras presentan una disposición similar a los depósitos psefíticos precitados. Revelan una matriz arenosa abundante e intercalaciones netas de este material. El espesor de estos relleños tienden a aumentar hacia el este (véase figura 2).

La existencia de una tectónica tan reciente no resulta sorprendente (véase Bastías *et al.*, este volumen), ya que el área es de alta sismicidad. Esta tectónica reciente tiene rechazos que no superan la decena de metros.

CORRECCION DE LOS ALUVIONES

Las condiciones favorables para la formación de corrientes de barro en las regiones áridas y semiáridas son: 1) abastecimiento abundante en períodos cortos e inter-

mitentes de precipitaciones; 2) presencia de materiales inconsolidados y friables en superficie, los que frente a su humectación y dada la presencia de altos porcentajes de finos (limos y arcillas) den lugar a la formación de masas resbaladizas e inestables, las que frente a las pendientes adquieren una movilidad repentina al principio y luego deslizantes, según una mayor o menor velocidad; 3) existencia de taludes erguidos o con pendientes de alto ángulo que posibiliten deslizamientos por socavación con aportes de abundante material y 4) ausencia de vegetación o muy rala de tipo cespitoso o subarborescente.

Con el fin de facilitar y canalizar el escurrimiento, en una primera etapa de protección contra las avenidas aluvionales, se ejecutó una serie de canales colectores, o bien, se ensancharon o rectificaron algunos cauces para poder derivar el agua. Ello por supuesto no impide las crecientes, sino que posibilita un drenaje encausado.

Con el fin de mitigar el riesgo geológico que estas avenidas torrenciales, con sus características corrientes de fango, acarrear a Mendoza, se comenzaron a construir obras de defensa en la década del 30, evitando en parte con dichas obras los desbordes de lodo, tanto sobre Mendoza como en los departamentos de Chacras de Coria, Godoy Cruz, Las Heras, etc.

Las obras programadas oportunamente tenían por finalidad retardar las crecientes sistematizando los diversos cauces secos que drenan el agua de pocas horas de lluvia, generalmente repentinas, que producen crecidas locales y cuyos caudales fueron estimados en $55 \text{ m}^3/\text{seg}$ (Mazza, 1961). En años relativamente recientes estos gastos fueron sobrepasados en Zanjón Frías la crecienta del año 1970. Para defender la ciudad de las crecientes se inició un programa mediante la erección de una serie de presas de retención de crecientes y, a la vez, de contención de los aportes sólidos en el cuenco del embalse.

El programa se inició con la construcción de la presa sobre el Zanjón Seco Frías, en el año 1938, a la que le siguió la del río Seco Papagayos, en 1940, y la del río Seco Maure en 1942; las cuales fueron terminadas en los años 1939, 1942 y 1944, respectivamente (véase figura 3). Años después se construyó la presa sobre el arroyo San Isidro, situada al norte y emplazada en la quebrada homónima. Además, en la década del 70 hubo que reconstruir la presa del Zanjón Frías original, ya que ésta colapsó a consecuencia de una crecienta máxima en el año 1970, al ser superada su capacidad de evacuación. Todas estas presas responden, en general, a un esquema común, ya que se trata de diques de escollera con pantalla impermeable de hormigón armado cuyo detalle se puntualiza para cada caso (véase figuras 4, 5 y 6).

CARACTERISTICAS DE LAS PRESAS CONSTRUIDAS

Presa sobre el Zanjón Seco Frías (véase figura 4)

Dique de escollera con pantalla de hormigón armado. Su altura máxima sobre el lecho era de 14 m y desde el punto más bajo del nivel de las fundaciones es de 17 m. Tenía una longitud de coronamiento de 63 m. El ancho máximo a nivel de fundaciones era de 30 m y en el de coronamiento de 3,85 m.

El volumen de la presa era de 11.365 m^3 y tenía un vertedero adosado con una capacidad de evacuación de $40 \text{ m}^3/\text{seg}$. El área de la cuenca imbrífera tenía 29 Km^2 y la superficie del embalse era de 2,20 hectáreas, a la cota de embalse máximo de 899,30 m s.n.m. Su capacidad era de $0,140 \text{ Hm}^3$.

Poseía un descargador de fondo por torre de toma y túnel de hormigón armado.

La roca de fundación la constituían las sedimentitas de la Formación Mogotes, de carácter conglomerado polimítico, con clastos de tamaño vario y matrix arenosa, la cual imprimía a la litología una cementación adecuada.

La obra tuvo comienzo en octubre de 1938 y finalizó su construcción en diciembre de 1939.

El colapso de la presa se produjo el 4 de enero de 1970 a consecuencia de una avenida torrencial que superó la capacidad de evacuación del vertedero.

Nueva Presa de Zanjón Frías

Dique de materiales sueltos: escollera con núcleo de tierra, cuya altura máxima desde el punto más bajo de la fundación es de 42 m. Su longitud de coronamiento es de 496 m. El volumen es de 78.000 m^3 y en cuanto al área de la cuenca imbrífera es igual a la del primitivo dique.

La capacidad de evacuación del vertedero se elevó a $380 \text{ m}^3/\text{seg}$. La capacidad de embalse es de $2,3 \text{ Hm}^3$.

La fundación de la presa la constituyen las litologías de la Formación Mogotes, equivalente a las detalladas para la antigua presa.

La obra fue puesta en servicio en 1973.

Presa Río Seco de Los Papagayos (véase figura 5)

Dique de escollera con pantalla central impermeable de hormigón armado, empotrada en el lecho y las laderas. Su altura máxima sobre el cauce es de 18,50 m y desde el punto más bajo de las fundaciones de 32,50 m. Tiene una longitud de coronamiento de 210 m. El ancho máximo a nivel de la fundación es de 44,60 m y en el coronamiento de 4 m. El volumen de la presa es de

PRESA ZANJON RIO SECO DE LOS PAPAGAYOS

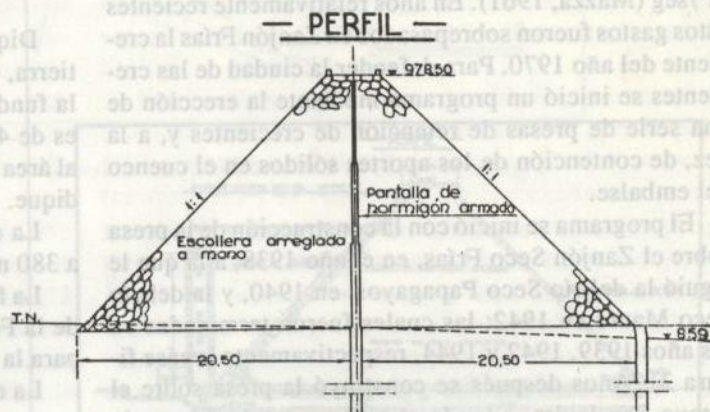
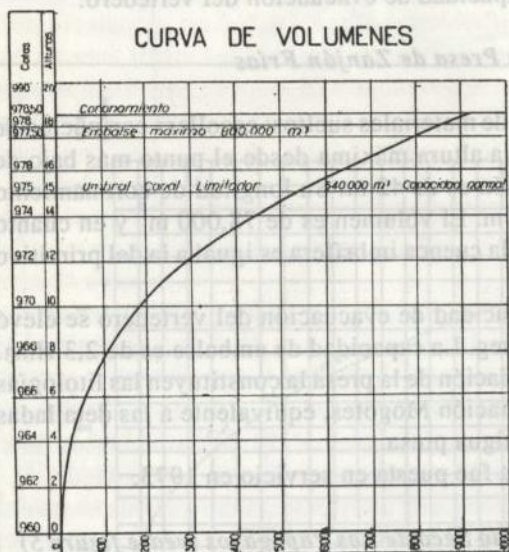
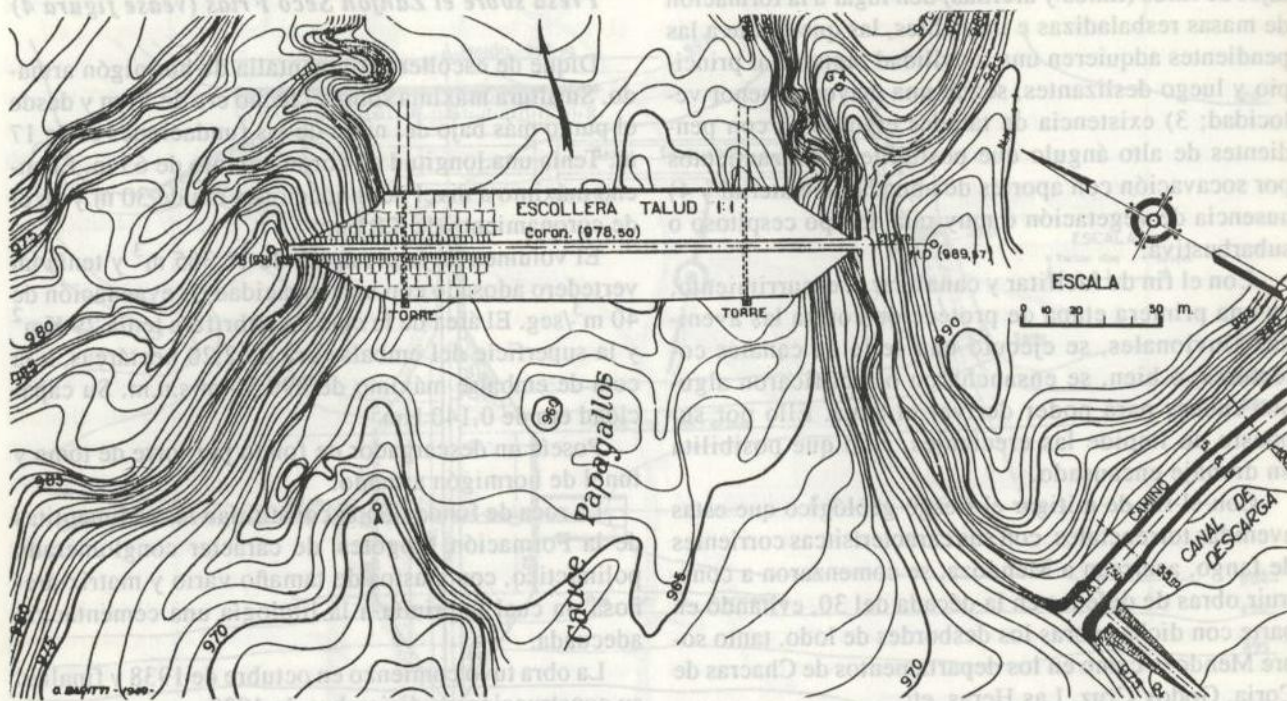


Figura 5: Ubicación y diseño de la presa Zanjón Río Seco de los Papagayos.

74.507 m³ y tiene un vertedero adosado cuya capacidad de evacuación es de 60 m³/seg.

El área de la cuenca imbrífera es de 59 Km² y la superficie del embalse de 12,92 hectáreas a la cota de

embalse máximo de 977,50 m s.n.m. Su capacidad es de 0,800 Hm³.

Presenta descargador de fondo mediante dos torres de toma y dos túneles de hormigón armado.

PRESA ZANJON MAURE

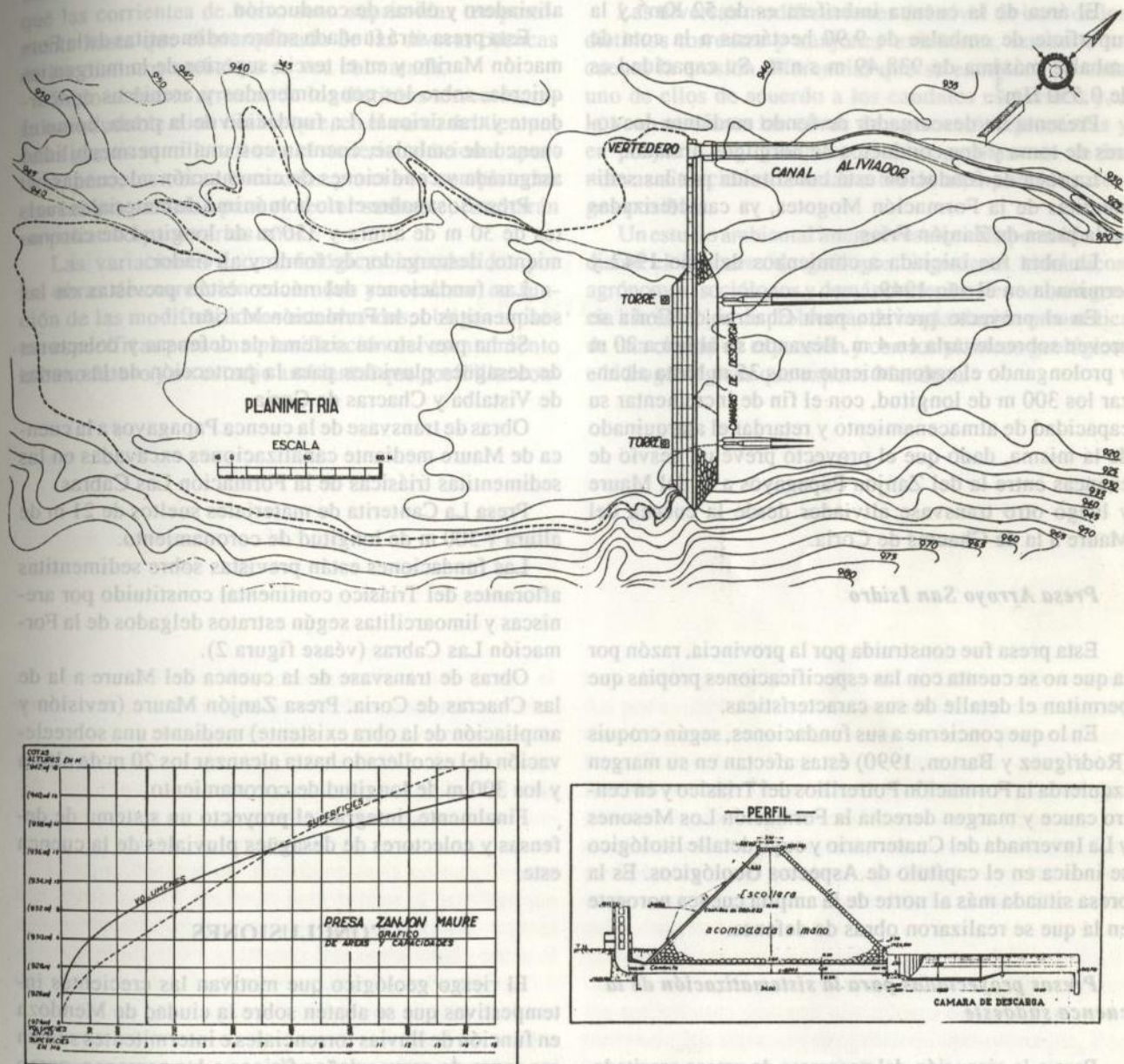


Figura 6: Ubicación y diseño de la presa Zanjón Maure.

La roca de fundación la constituyen las sedimentitas de la Formación Los Mesones, integrados por gravas polimícticas con escasa matrix arenosa, relativamente consolidadas.

La obra fue iniciada por la Dirección General de Irrigación en enero de 1940 y finalizada en diciembre de 1942.

Presa Zanjón Maure (véase figura 6)

Dique de escollera con pantalla de hormigón armado cuya altura máxima sobre el lecho del río es de 16 m y desde el punto más bajo de las fundaciones de 22 m. Tiene una longitud de coronamiento de 265 m y el ancho máximo a nivel de la fundación es de 30 m y en el coronamiento de 3,60 m.

El volumen de la presa es de 40.000 m^3 y tiene un vertedero adosado cuya capacidad de evacuación es de $60 \text{ m}^3/\text{seg}$.

El área de la cuenca imbrífera es de 52 Km^2 y la superficie de embalse de $9,90$ hectáreas a la cota de embalse máxima de $938,49 \text{ m s.n.m.}$ Su capacidad es de $0,550 \text{ Hm}^3$.

Presenta un descargador de fondo mediante dos torres de toma y dos conductos de hormigón armado.

La roca de fundación está constituida por las sedimentitas de la Formación Mogotes, ya caracterizadas en la presa de Zanjón Frías.

La obra fue iniciada a comienzos del año 1942 y terminada en el año 1949.

En el proyecto previsto para Chacras de Coria se prevee sobreelevarla en 4 m , llevando su altura a 20 m y prolongando el coronamiento unos 35 m hasta alcanzar los 300 m de longitud, con el fin de incrementar su capacidad de almacenamiento y retardar el atarquinado de la misma, dado que el proyecto prevé un desvío de cuencas entre la del Zanjón Papagayos a la del Maure y luego otro transvase aliviador desde la cuenca del Maure a la de Chacras de Coria.

Presa Arroyo San Isidro

Esta presa fue construida por la provincia, razón por la que no se cuenta con las especificaciones propias que permitan el detalle de sus características.

En lo que concierne a sus fundaciones, según croquis (Rodríguez y Barton, 1990) éstas afectan en su margen izquierda la Formación Potrerillos del Triásico y en centro cauce y margen derecha la Formación Los Mesones y La Invernada del Cuaternario y cuyo detalle litológico se indica en el capítulo de Aspectos Geológicos. Es la presa situada más al norte de la amplia cuenca noroeste en la que se realizaron obras de defensa.

Presas proyectadas para la sistematización de la cuenca sudoeste

Pese a la ejecución del programa de presas precitado, las crecientes continúan afectando a Mendoza, dado que la parte sud y sudoeste portadora de los aluviones generados en una cuenca de 200 Km^2 , no fue sistematizada mediante obras similares a las realizadas en la parte norte.

Por dicha razón, los ríos Seco Tejo, Seco Sosa, Chacras de Coria y otros menores posibilitan aún el escurrimiento de crecientes a la planicie aluvional aledaña.

A consecuencia de ello, en el año 1980, se iniciaron los estudios para el proyecto de una serie de obras complementarias, destinadas a superar la contingencia señalada (Rimoldi, 1980 a y b y Rimoldi y Mon, 1980 y 1989) y cuyo detalle es el siguiente:

Una presa Chacras de Coria sobre el río Seco Tejo de materiales sueltos, de 45 m de altura y 800 m de longitud de coronamiento, con descargador de fondo, aliviadero y obras de conducción.

Esta presa será fundada sobre sedimentitas de la Formación Mariño y en el tercio superior de la margen izquierda, sobre los conglomerados y areniscas concordante y transicional. La fundación de la presa, como el cuenco de embalse, cuentan con una impermeabilidad asegurada y condiciones de cimentación adecuadas.

Presa Sosa sobre el río homónimo de materiales sueltos de 30 m de altura y 350 m de longitud de coronamiento, descargador de fondo y aliviador.

Las fundaciones del núcleo están previstas en las sedimentitas de la Formación Mariño.

Se ha previsto un sistema de defensas y colectores de desagües pluviales para la protección de las zonas de Vistalba y Chacras de Coria.

Obras de transvase de la cuenca Papagayos a la cuenca de Maure mediante canalizaciones excavadas en las sedimentitas triásicas de la Formación Las Cabras.

Presa La Canterita de materiales sueltos de 21 m de altura y 300 m de longitud de coronamiento.

Las fundaciones están previstas sobre sedimentitas aflorantes del Triásico continental constituido por areniscas y limoarcilitas según estratos delgados de la Formación Las Cabras (véase figura 2).

Obras de transvase de la cuenca del Maure a la de las Chacras de Coria. Presa Zanjón Maure (revisión y ampliación de la obra existente) mediante una sobre elevación del escollero hasta alcanzar los 20 m de altura y los 300 m de longitud de coronamiento.

Finalmente, integran el proyecto un sistema de defensas y colectores de desagües pluviales de la cuenca este.

CONCLUSIONES

El riesgo geológico que motivan las crecientes intempestivas que se abaten sobre la ciudad de Mendoza en función de lluvias torrenciales e intermitentes suelen ser causa de graves daños físicos a las personas, como materiales a las viviendas, a los automotores, incluyendo en muchas circunstancias pérdidas de vida de sus habitantes.

Si a dichos aluviones se les acredita la particularidad de que acarreen materiales de arrastre provenientes de la erosión de los sedimentos friables y cuyos finos dan lugar a la formación de corrientes de lodo, que atarquina con espesores más o menos relevantes los lugares por donde escurren, ello da motivo a costosos gastos, tanto para la eliminación de barro, como para su transporte y depositación en lugares bajos, a veces distantes.

Tanto las cuatro presas realizadas con su capacidad de almacenamiento de sólidos, como las obras proyectadas a ejecutar en el sector sudoeste, permiten estimar que las corrientes de barro sean suprimidas temporalmente hasta que el atarquinado de las diversas cuencas de los distintos embalses se vea colmatada.

Dado el fuerte arrastre de los distintos torrentes, resulta indudable e inevitable que, en el curso del tiempo, estas presas se rellenen con el material aluvional aportado, pero, las obras encaradas y una vez completadas con las proyectadas para el sector sudoeste, resultarán un paliativo para varios años.

Las variaciones geomorfológicas introducidas por las obras de corrección encaradas y a realizar, en función de las modificaciones establecidas, obligan a pautas específicas para una planificación del asentamiento urbano futuro y un estudio ambiental que posibilite con-

siderar el recrecimiento periférico de la ciudad en función del riesgo geológico que plantean los fenómenos enunciados.

Las diversas modificaciones del nivel de base de los distintos torrentes y zanjones existentes, teniendo en cuenta la erosión diferencial que se establece en cada uno de ellos de acuerdo a los caudales escurridos y, a la vez, mediante las obras de corrección ejecutadas y en proyecto, obligan a un estudio permanente de las nuevas situaciones creadas a fin de atemperar los riesgos posibles.

Un estudio ambiental integral resulta indispensable mediante el concurso de geólogos, ingenieros hidráulicos, agrónomos, sociólogos y demás profesionales con atinencia a la solución de problemas de implantación urbanística de una ciudad en expansión y con los planteos geológicos e hidrogeológicos que expone Mendoza.

APOLLO ORTIZ

Golden Engineering S.A.

La provincia de Mendoza muestra zonas donde el medio natural se ve comprometido, sobre todo el elemento básico para la economía de la provincia como lo es el agua, principalmente la subterránea. Este recurso tan importante, está siendo agredido por todas las actividades industriales, entre la que se encuentra la explotación y explotación petrolífera.

Los yacimientos tan prolíficos de la cuenca Cuyana han comenzado a declinar; para extraer el petróleo que aún queda por explotar, será necesario sacar cada vez más agua de producción, elemento éste considerado como el de mayor incidencia en el desequilibrio ambiental.

Se define como agua de producción al agua extraída junto con el petróleo, de un yacimiento. Por mucho tiempo se la denominó como agua salada o agua de purga o como agua de separación.

El agua de producción contiene, además de sales disueltas que varían entre 6.000 y 120.000 ppm, hidrocarburos solubles, radionucleidos, metales pesados, aditivos químicos, dispersantes y petróleo no soluble. El control de todos estos componentes es conveniente para programar la disposición final del agua de producción.

SALES DISUELTAS

La cantidad de sales disueltas varía en cada una de las cuencas petrolíferas y depende en algunos casos de

la posición geológica y geográfica de los yacimientos. Así por ejemplo en la cuenca cretácica del norte argentino, los yacimientos cercanos a las sierras de Santa Bárbara, Centinela, y Maíz Gordo, contienen agua de formación con bajos tenores salinos. En contrapartida, los yacimientos del área Palmar Largo tienen altísimas concentraciones de sales del orden de las cien mil ppm. Los yacimientos en la provincia de Mendoza poseen agua de formación que oscilan entre 20.000 a 60.000 ppm de sales disueltas.

La explicación en el primer caso, se debe a la fuerte influencia del agua meteórica que se infiltró entre los sedimentos que son portadores de petróleo, aflorantes en los sistemas orográficos mencionados. Por la otra parte, en el área de Palmar Largo, el denominado Miembro Salino de hasta 400 m de espesor situado por encima de la formación productiva, provoca en las aguas de formación asociadas un alto tenor de sales disueltas.

PETROLEOS SOLUBLES

La fracción de petróleos solubles incluye: 1) componentes aromáticos, 2) ácidos grasos, 3) terpenos. Los tenores máximos permitidos de cada uno de estos grupos, es el siguiente: