

---

## Boletín de Estudios Geográficos

---

ROSIER OMAR BARRERA

### HIDROLOGÍA DEL RÍO TUNUYÁN

#### INTRODUCCIÓN

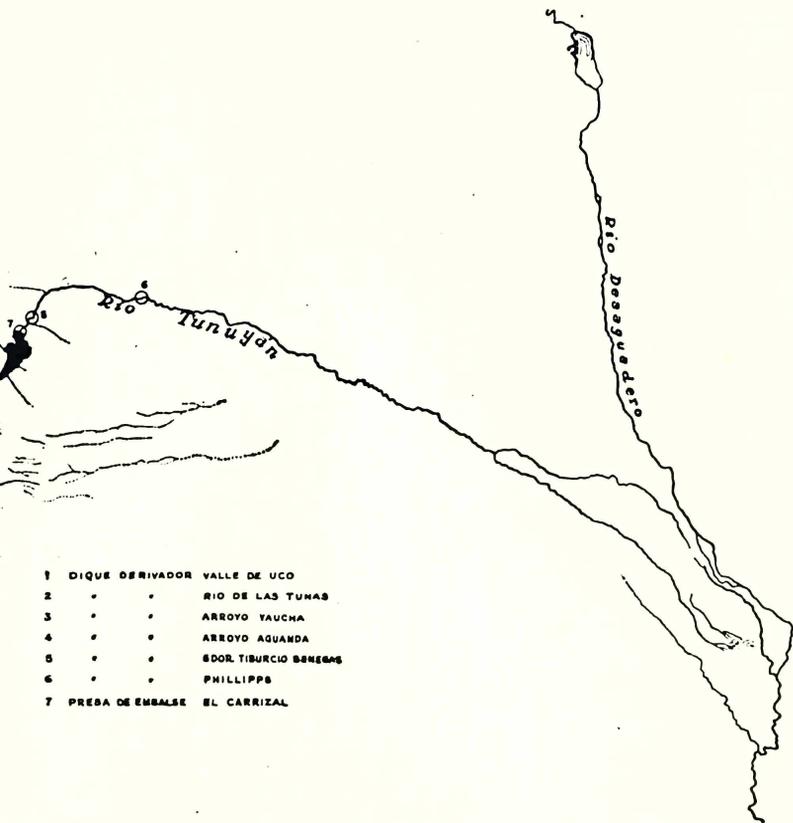
El interés que presenta la hidrología en la gran región árida del oeste argentino es inestimable, teniendo en cuenta que la economía de los oasis formados en torno a los ríos andinos, reposa casi exclusivamente en la agricultura, hecha posible gracias a la irrigación. El conocimiento exhaustivo de los ríos, de sus regímenes y de los factores que influyen en los mismos, permite el uso racional de sus caudales y conduce a la solución de los problemas que éstos plantean. Las páginas que siguen no tienen otro objeto que el de proporcionar un modesto aporte al estudio del río Tunuyán, uno de los cuatro ríos principales de Mendoza que hacen las veces de cuatro grandes pilares sobre los cuales se asienta la estructura económica de la provincia.

El uso de los ríos mendocinos es tan antiguo como la instalación del hombre en sus márgenes; pero sólo a mediados del siglo pasado comienzan a cobrar verdadero interés con la llegada, a la región, de inmigrantes europeos, dando gran impulso a la agricultura y por ende a la irrigación. En la actualidad la población asentada en la zona irrigada con las aguas del río Tunuyán y sus tributarios de la cuenca media, alcanza a 182.600 habitantes, de los cuales más del 60 % corresponde a la población rural que vive de la agricultura; ésta, a su vez, ocupa casi el 40 % (aproximadamente 155.370 hectáreas) de la superficie total cultivada en la provincia. Estas cifras son más que suficientes para destacar la importancia de este río desde el punto de vista económico y social; y son más que suficientes, también, para lamentarnos de que hasta hoy no se haya encarado su aprovechamiento integral de acuerdo con las exigencias de la vida moderna.

#### DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO TUNUYÁN

El Tunuyán pertenece al sistema de los ríos andinos tributarios del Desaguadero, de pendiente atlántica. Como todo río de montaña posee





. Red hidrográfica del río Tunuyán.

una superficie de alimentación o cuenca imbrífera, netamente diferenciada de la cuenca inferior, donde el aporte de las precipitaciones es menor en relación a la primera. Más aun, podemos establecer una mayor diferenciación entre la cuenca superior, cuenca media y cuenca inferior, cuyas características peculiares son bastante visibles por su desigual relieve, régimen de precipitaciones, régimen de escurrimiento y arrastre de materiales, etc.

La *cuenca superior* ocupa una amplia superficie cordillerana comprendida entre las altas cumbres del límite internacional argentino-chileno y los cordones frontales del Portillo y su prolongación hacia el sur (Mesón del Hierro y Cordillera de las Llaretas), cerrada hacia el norte por el Ventisquero del Tupungato y al sur por la línea de interfluvio Tunuyán-Diamante (Cordón del Colorado). Abarca un frente cordillerano de aproximadamente 90 km desde el cerro Tupungatito o Bravard (5.913 m) a los 33° 26' de latitud S, hasta el cerro El Gorro (4.944 m) a los 34° 03' 30". La superficie de esta cuenca imbrífera es de 2.379 km<sup>2</sup> de la cual el 81 % ocupa una altura superior a 3.000 m que consideramos como límite entre las precipitaciones nivales y pluviales.

Algunos autores sostienen que durante el Pleistoceno la mayor parte de la superficie de esta cuenca fue ocupada por los glaciares en las sucesivas fases de dicho período. Según Frenguelli<sup>1</sup>, éstos no han tenido una dispersión considerable, sino que se han circunscrito a las altas cumbres y valles inmediatos, separados entre sí por cordones montañosos. Muy dispar es, en cambio, la opinión vertida por Feruglio cuando dice que "en el Valle del Tunuyán y algunos otros situados más al sur, los glaciares desbordaron hasta la llanura y en parte se extendieron sobre ésta en un trecho de muchos kilómetros"<sup>2</sup>. Groeber sostiene que "el englazamiento pedemontano ha sido constatado en el centro y norte de Mendoza hasta unos 100 km al pie de la cordillera"<sup>3</sup>. Creemos por nuestra parte, y en ello estamos de acuerdo con Frenguelli, que las masas de hielo del Cuaternario Inferior no han abandonado la zona cordillerana, ni mucho menos pueden haber alcanzado el piede-

---

1 FRENGUELLI, J., *El glaciario cuaternario*, en *Geografía de la República Argentina*, t. II 3ª parte (Buenos Aires, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, 1957).

2 FERUGLIO, E., *Los glaciares en la cordillera argentina*, en *Geografía de la República Argentina*, t. VII 1ª parte (Buenos Aires, Sociedad Argentina de Estudios Geográficos, 1957).

3 GROEBER, P., *La alta cordillera entre las latitudes 34° y 29° 30' 5"*, en "Revista Nacional de Investigación de las Ciencias Naturales", Buenos Aires, 1951.

monte. Los testimonios que existen en las cerrilladas pedemontanas que pueden ser interpretados como restos moreníticos no son más que coladas detríticas que han descendido de la montaña durante los periodos pluviales, en correspondencia con los periodos glaciares de la cordillera, o bien acumulaciones fluviales en gran escala provocadas por el arrastre de materiales aluvionales durante las fases pluviales. Es común encontrar en esas cerrilladas pedemontanas grandes bloques rocosos, generalmente granito, cuya presencia no tiene otra explicación más lógica que el poder de arrastre de las aguas en periodos de mayores precipitaciones que las actuales.

De modo, pues, que en la cuenca superior del Tunuyán los glaciares no parecen haber descendido más allá de la confluencia de éste con los ríos Salinillas y Colorado, punto a partir del cual el río se encajona, abriéndose paso sobre un elevado manto efusivo que no presenta muestras, al parecer, de erosión glaciár. Hemos efectuado el análisis estereoscópico, en forma rápida, de las fotografías aéreas correspondientes a esta zona y solamente hemos encontrado restos moreníticos entre los 2.500 y 2.250 m, varios km aguas arriba de la confluencia mencionada.

En la actualidad los glaciares llegan hasta 3.800 ó 4.000 m refugiándose en las altas cumbres; "los más importantes descienden de la cresta de los cerros Tupungatito o Bravard y San Juan, en las cabeceras del río Tunuyán, a los 33° 30'; otros bajan del Cerro Marmolejo y del Volcán San José, respectivamente en las cabeceras de los arroyos Palomares y Volcán, afluentes del río Tunuyán; y uno desciende hasta el Portezuelo de las Nieves Negras" <sup>4</sup>.

Tres colectores principales drenan la cuenca superior: el río Tunuyán propiamente dicho, el Salinillas y el Colorado, que confluyen con el primero a poca distancia uno de otro; a partir de entonces el río se presenta como único colector. El primero de los cursos nombrados ocupa, hasta la confluencia con el Salinillas, una superficie de alimentación de 943 km<sup>2</sup> aproximadamente. Nace en los ventisqueros del cerro Tupungatito o Bravard, recibiendo a pocos kilómetros de su formación el aporte del río o arroyo Palomares. Aguas abajo de esta confluencia el río se dirige de N a S sobre un valle más o menos estrecho y de paredes abruptas, cerrado al W por las estribaciones orientales del cordón limítrofe y al E por el cordón del Portillo. En este trayecto de 25 km caen en el valle arroyos de corto recorrido, pero de pronunciada pendiente,

---

<sup>4</sup> FERUGLIO, E., *op. cit.*, p. 30.

que desaguan los deshielos de las cumbres vecinas (arroyo de los Novillos, Los Plamos, Corrales Negros, etc.).

El río Salinillas ocupa una cuenca de 390 km<sup>2</sup> al S de la anterior, abarcando un frente cordillerano de 27 km desde el cordón Marmolejo hasta el cerro Colina. En el ventisquero de las Nieves Negras, Volcán San José y faldeo meridional del cordón Marmolejo se originan los arroyos Nieves Negras, Volcán y Barroso respectivamente, los que, juntamente con el arroyo Colina en el S, forman el río Salinillas. Su recorrido de sentido E-W lo efectúa sobre un valle glaciar que se estrecha unos 5 km aguas arriba de la confluencia con el Tunuyán.

El río Colorado es el colector de todo el sector meridional de la cuenca superior, comprendiendo una superficie aproximada de 492 km<sup>2</sup>. Hasta la confluencia con el arroyo Papal, su principal afluente, el valle del Colorado presenta las características formas del relieve glaciar, en tanto que, hacia aguas abajo, el valle es estrecho, cerrado por los flancos de la Loma Redonda hacia el W y la Cuchilla o Mesón del Hierro en el E.

Después de haber recibido las aguas de sus dos afluentes más importantes el río Tunuyán se dirige hacia el E encajonado sobre un elevado macizo de rocas graníticas, hasta atravesar el cordón del Portillo, apareciendo finalmente sobre el cono de deyección del piedemonte. No en vano se denomina a este tramo Cajón del Tunuyán, por las paredes abruptas que cierran, en ambos márgenes, el lecho del río. El curso más importante que recibe en este sector, es el río Primero, cuyo caudal es digno de consideración. El resto de afluentes son arroyos de corto recorrido que descienden precipitadamente de los elevados macizos adyacentes, por quebradas estrechas.

Al E del Cajón del Tunuyán, el río abandona definitivamente la zona de montaña y comienza su travesía en el piedemonte, cambiando en consecuencia sus características, que se traducen por un ensanchamiento del lecho mayor, menor pendiente, acumulación de materiales gruesos sobre un cono de deyección y por un cambio de la organización general del drenaje.

Podemos señalar en la *cuenca media* dos sectores en los cuales el río ofrece algunas particularidades. El primero estaría comprendido entre el Puesto Quiroga, ubicado un par de km aguas arriba del Dique Valle del Uco, al pie mismo de la montaña, y la desembocadura del arroyo San Carlos. Aquí el río atraviesa el Valle del Tunuyán, también llamado Valle de Uco, de SW a NE sin recibir prácticamente ningún afluente, como no sean los desagües de las zonas adyacentes. En cambio en el

segundo sector, comprendido entre la desembocadura del arroyo San Carlos y el dique Gobernador Tiburcio Benegas (Medrano), recibe el aporte de una serie de arroyos casi paralelos, sobre la margen izquierda, y de arroyos secos de caudal temporario, que descienden desde las Huayquerías, sobre la margen derecha. El arroyo San Carlos es el único cauce de caudal permanente que recibe el Tunuyán en su margen derecha. Desde las cerrilladas de Tupungato también descienden cauces secos hacia la margen izquierda del río, llevando agua solamente durante los días de lluvias torrenciales de verano. En este segundo sector el río cambió su dirección SW-NE para dirigirse hacia el N hasta abandonar las Huayquerías, para llegar finalmente al llano donde toma sentido W-E.

El Tunuyán es el único de la provincia en el que puede hablarse con más propiedad de una cuenca media, no sólo por las características hidrológicas, sino también por los rasgos físicos de la región que le pertenece, el Valle del Tunuyán<sup>5</sup>. Esta región o "unidad regional" hablando con mayor afinidad geográfica, se encuentra limitada al W por los cordones frontales de la cordillera, al E por las Huayquerías, extensa superficie de erosión que presenta el aspecto de mesetas y terrazas de distintos niveles disecadas por los agentes erosivos, cuyas elevaciones mayores escasamente superan los 1.000 m sobre el nivel del mar. Hacia el N el valle está limitado por las cerrilladas pedemontanas que descienden desde el pie de la cordillera del Plata hasta muy cerca del río Tunuyán. Hacia el S el límite es más impreciso, acusando la línea de interfluvio Tunuyán-Diamante, la terraza superior del arroyo Las Cortaderas, llamada Bajada Amarilla. El drenaje de este amplio valle, que constituye una depresión sedimentaria, presenta las características formas de las regiones áridas de piedemonte, es decir, cursos más o menos paralelos entre sí y perpendiculares a la montaña, rematando sobre un colector principal, paralelo a los cordones montañosos. En el sector N del valle el drenaje se orienta de W a E con una ligera inclinación hacia el SE, en tanto que el sector meridional, al S del río Tunuyán, la inclinación es hacia el NE. Parece confluir todo el drenaje en una pequeña zona que constituye la depresión más pronunciada del valle. Más adelante haremos referencia a los principales cursos de la cuenca media, tributarios del colector principal.

La *cuenca inferior* del Tunuyán estaría comprendida entre el dique

---

5 BARRERA, R. O., *Reseña geográfico-económica de la zona de influencia del río Tunuyán*, Mendoza, Departamento General de Irrigación, 1962, p. 5-10.

Gobernador Tiburcio Benegas y su desembocadura en el río Desaguadero. En ella el lecho del río se ensancha aun más, su pendiente disminuye considerablemente dando lugar a la formación de pequeños meandros y depositando todo el material de arrastre, ya fino, en medio del cual se abre paso dificultosamente, con un caudal sumamente reducido o nulo. Este se deriva para el riego de las zonas adyacentes mediante el Dique Phillipps, último de la serie de obras hidráulicas construidas para derivar el agua del río hacia los cultivos. Más al E, el Tunuyán queda convertido en cauce seco y llevando agua solamente durante las crecidas extraordinarias, las arenas de su curso se confunden con los médanos que caracterizan el paisaje desértico de la zona oriental de la provincia. Un centenar de kilómetros antes de su desembocadura en el río Desaguadero, el lecho se divide en dos brazos, Tunuyán Nuevo y Tunuyán Viejo, completamente desdibujados sobre la topografía actual. Se perfilan, sin embargo, por las diferencias de la vegetación natural, la cual se presenta un poco más abundante y vercosa sobre el lecho del río, debido a que las arenas retienen más la humedad que los suelos vecinos.

#### LOS FACTORES DEL RÉGIMEN DEL RÍO

1º - *El relieve.* De acuerdo a la división que hemos establecido en cuenca superior, media e inferior, se deducen en grandes rasgos las características fundamentales del relieve.

En la cuenca superior, estamos frente a las formas elevadas propias de la cordillera joven, es decir, empinados macizos montañosos, orientados en sentido longitudinal, constituyendo los cordones limitrofes, por ser la línea de altas cumbres de los mismos el límite internacional argentino-chileno. Frente a éstos se disponen en el mismo sentido los cordones frontales, cerrando, ambos sistemas, valles estrechos y alargados, orientados de N a S. Las ramificaciones de los cordones limitrofes cierran, a su vez, típicos valles glaciares transversales, que han sido durante el pleistoceno, sede de los glaciares que hoy yacen reducidos arriba de los 3.800 y 4.000 m de altura. Las cumbres de estos cordones exceden, en su mayoría, los 5.000 m, de modo que los faldeos de los valles sobre los cuales descienden el Tunuyán y sus afluentes son de considerable desnivel. En los valles de los ríos Tunuyán y Salinillas la diferencia de altura entre las cumbres adyacentes y el fondo de los mismos, es de 1.250 a 1.500 m. En el Cajón del Tunuyán las faldas que delimitan el lecho del río tienen una altura de más de 1.200 m; algunos

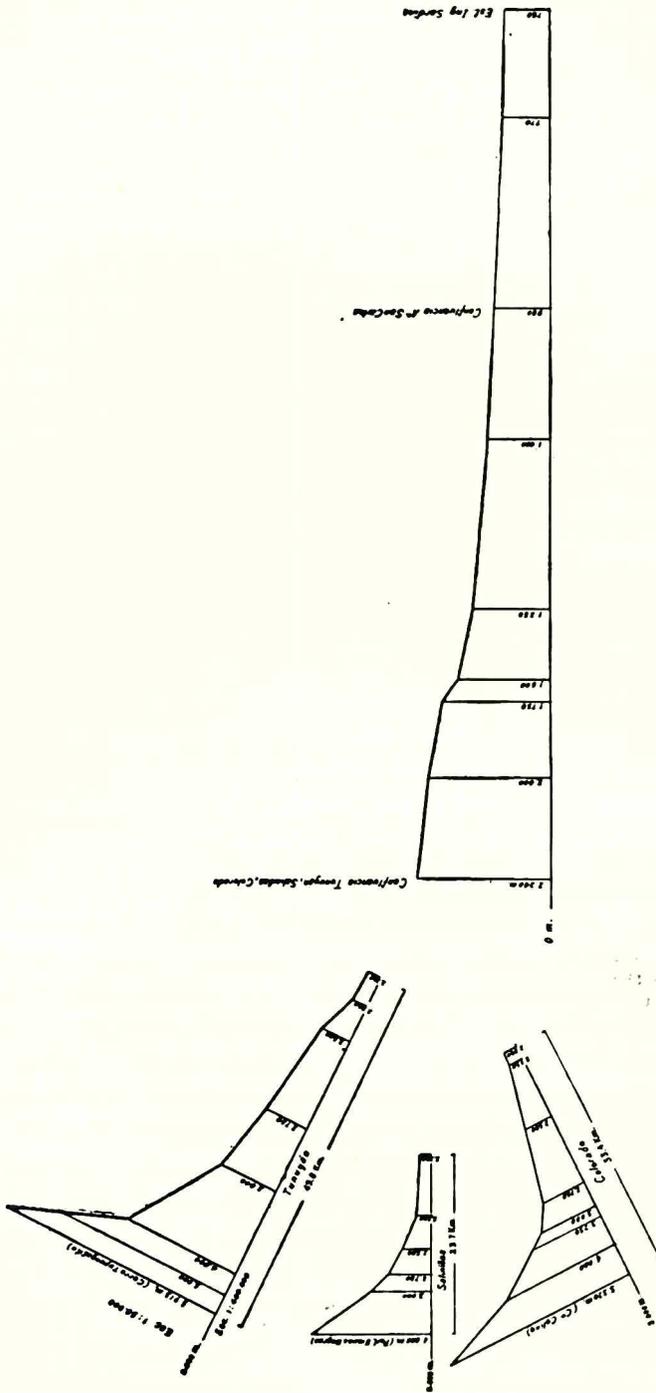


Fig. 2 - Perfil longitudinal del río desde sus nacientes hasta la estación de Aforos Ing. D. Sardina.

arroyos descienden, en este tramo, en un par de km desde los 3.500 m hasta los 1.500 m. Más al E estas diferencias de altura se atenúan y en las últimas estribaciones montañosas, casi a la salida del río hacia el piedemonte, en el valle Los Cometierras, las paredes que limitan tienen una altura de 50 a 60 m. Los montes testigos que señalan la terminación del relieve abrupto, Loma Pelada y Cerro Sapo, escasamente superan los 1.700 y 1.230 m respectivamente sobre el nivel del mar.

Consecuencia de estas considerables alturas de los faldeos montañosos que limitan el valle del río, son los materiales detríticos gruesos que se observan en su lecho de toda la cuenca superior, particularmente sobre el valle estrecho del Tunuyán, aguas arriba de su confluencia con el Salinillas y el Cajón del Tunuyán. En este último tramo, las quebradas de los arroyos afluentes difícilmente alcanzan a formar pequeños conos de deyección en su desembocadura constituyendo, en cambio, verdaderos canchales a veces cubiertos por la vegetación xerofítica.

En la cuenca media, el paisaje montañoso desaparece por completo; el río se desliza sobre su propio cono de deyección y sobre la planicie aluvional del piedemonte, en donde el lecho mayor está limitado por barrancas de escasa altura. El ancho de éste, que en la cuenca superior alcanza a pocas decenas de metros, aquí es, por el contrario, de 200 a 300 metros. Unos 10 km aguas abajo del Dique Valle del Uco, el río penetra en los depósitos de loess o limos loésicos del Valle del Tunuyán y en consecuencia las barrancas alcanzan alturas de 5 a 10 m, siendo fácilmente roídas por las aguas en épocas de crecidas.

Al llegar a las Huayquerías vuelve a presentárenos un relieve accidentado, aunque de menor altura, de formas más atenuadas que las que se observan en la cuenca superior. Tratándose de una extensa superficie de erosión, las formas predominantes, son las terrazas de distintos niveles y mesetas aisladas y disecadas, presentándose además montes testigos y dispersos en el paisaje. Frente a la ciudad de Tunuyán, las mayores elevaciones son de 970 m aproximadamente, siendo la cota del río de 850 m.

Una vez que el río atraviesa las Huayquerías el relieve es llano, no presentando ninguna elevación que se destaque del nivel general. El lecho mayor está limitado por barrancas de muy poca altura que desaparecen hacia el E.

2º - *Las pendientes.* Es indudable que éstas son mayores en la cuenca superior que en la media e inferior; precisamente ha sido el carácter de la pendiente uno de los índices que hemos tenido en cuenta para establecer esta separación. Las cifras lo confirmarán.

En el valle estrecho por el cual corre el Tunuyán después de haber recibido el aporte del río Palomares, éste desciende en un trayecto de 17,5 km desde los 2.750 m de altura sobre el nivel del mar hasta los 2.250 m, es decir, presenta una pendiente del orden de 28,7 por mil. Aguas abajo de la confluencia con el Colorado, en el Cajón del Tunuyán, el río aumenta considerablemente su pendiente, siendo aproximadamente del 34,9 por mil. Efectivamente, en un tramo de 22 km descendiendo desde los 2.000 m hasta los 1.250 m. Pensamos que en algunos sectores, debe presentar aun pendientes más fuertes, cuyo cálculo aproximado se nos escapa por falta de elementos cartográficos más precisos

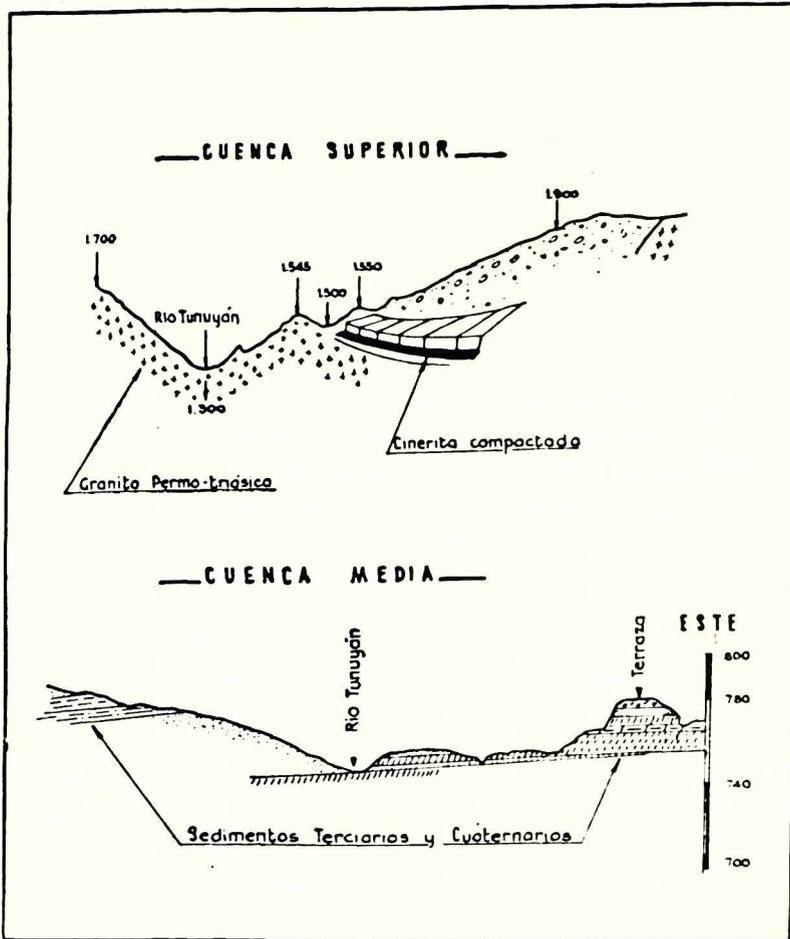


Fig. 3 - Perfiles transversales del río. Arriba: cuenca superior en el Cajón del Tunuyán, aguas arriba del arroyo Los Lules. Abajo: cuenca media, aguas arriba del arroyo El Carrizal.

y la imposibilidad de efectuar mediciones directas dadas las características topográficas de la zona. Estos fuertes desniveles explican el poder de arrastre de las aguas, que no dejan en el lecho del río más que los rodados de gran tamaño en espera de un caudal mayor que sea capaz de arrastrarlos y triturarlos en su inevitable carrera desenfrenada. A partir del Valle Los Cometierras la pendiente disminuye y al entrar en el piedemonte, en un tramo de 8 km, desde el Dique Valle de Uco hacia aguas arriba, ésta es de 12,5 por mil. Confirma este cambio de desnivel el depósito aluvional acumulado en todo el ancho del mencionado valle.

En la cuenca media los valores disminuyen notablemente; desde el dique antes nombrado hasta la desembocadura del arroyo San Carlos, en un recorrido de 29 km, el río desciende de los 1.150 m hasta los 860 m aproximadamente, es decir, con una pendiente del 10 ‰. A partir de este último punto hasta la desembocadura del arroyo El Carrizal distante 42 km, el desnivel es de 110 m (cota 860 a 750), presentando una inclinación del 2,6 ‰. Es notoria en este trayecto la influencia que ejercen las Huayquerías en el recorrido del río. En efecto, al recibir las aguas del arroyo San Carlos, se enfrenta con la Cuchilla del Toba y cambia su dirección hacia el N en busca de una salida hacia su nivel de base. El cambio de pendiente del 10 ‰ que presenta en el tramo anterior al 2,6 ‰, se debe sin duda a la presencia de las Huayquerías, que han sufrido en el Cuaternario Inferior movimientos de ascenso, paralelamente al descenso de la zona comprendida por el Valle de Tunuyán. Prueba de ello es la gran falla longitudinal por la cual corre el arroyo San Carlos de N a S y más adelante el río Tunuyán.

En la cuenca inferior los valores de la pendiente se presentan muy bajos en relación con los anteriormente citados. Desde el Dique G. T. Benegas, cuya cota sobre el nivel del mar es de 720 m aproximadamente, hasta la villa de La Paz, cota 500 m, el río desciende, en 120 km, 220 m con una pendiente de 1,8 ‰; lo cual contrasta evidentemente con los desniveles que acusa en la cuenca superior y media. Ello explica, por otra parte, que el cauce comience a divagar sobre el lecho mayor, más ensanchado, formando pequeños meandros sobre sus propios sedimentos.

3° - *El Clima*. El clima de las regiones por las cuales atraviesa el río, tiene, según sus características, una influencia importante sobre su régimen diario y anual. Abstracción hecha de la dinámica general que determina las condiciones climáticas locales, tendremos en cuenta solamente el comportamiento de algunos elementos que marcan una incidencia directa sobre la marcha periódica de los caudales.

En lo que respecta a las precipitaciones, debe señalarse como hecho importante la separación neta que existe entre el régimen de la cuenca superior y de la cuenca media e inferior. En la primera éstas son mayores en invierno, alcanzando cifras totales superiores a las de la cuenca media e inferior, donde son escasas y con un predominio marcado en verano. Estamos pues en presencia de una verdadera inversión del régimen pluviométrico. Por otra parte las precipitaciones sufren en general una disminución de W a E. Así, mientras en la cordillera las precipitaciones en su gran mayoría níveas, alcanzan valores anuales superiores a los 800 mm, en el Valle del Tunuyán el total es de 300 mm aproximadamente y en La Paz (tramo inferior) alcanza apenas a 250 mm. Sin embargo el decrecimiento que se opera en la cuenca media e inferior es relativo, puesto que en el W de San Luis asistimos nuevamente a un ligero aumento de las precipitaciones que se acentúan a medida que penetramos en la pampa.

La marcha anual de estas precipitaciones, como ya lo dijimos, tiene un comportamiento distinto según se trate de la zona cordillerana o del piedemonte y el llano. En la cuenca superior se registran las máximas en junio, julio y agosto, disminuyendo sensiblemente en setiembre y octubre, hasta alcanzar los valores mínimos en los meses de verano. Sobre el Valle del Tunuyán, en cambio, se registran las precipitaciones mínimas en los meses de invierno, de mayo a agosto, aumentando a partir de entonces (setiembre-octubre), para alcanzar las máximas en enero y febrero.

Son las máximas precipitaciones de verano en el piedemonte las que confieren al río su carácter torrencial. Sumado a ello el aporte de dos deshielos de las nieves acumuladas en la alta cuenca, se explica que los mayores caudales del río se registren en los meses de primavera y verano.

Menos contrastado es el comportamiento de la marcha anual de de las temperaturas. Tanto en la cuenca superior como en la media e inferior, se registran temperaturas bajas en invierno, del orden de  $-20^{\circ}$  en la cordillera,  $-17^{\circ}$  en el Valle del Tunuyán y  $-9^{\circ}$  en La Paz. En verano las máximas corresponden a enero, alcanzando  $30^{\circ}$  en la cuenca superior,  $40^{\circ}$  en el Valle de Tunuyán y  $42^{\circ}$  en La Paz. Estos valores corresponden a las mínimas y máximas absolutas.

La elevada heliofania del cielo mendocino, principalmente en verano, tiene gran importancia por el alto índice de evaporación, cuyo valor aumenta considerablemente bajo la influencia de los vientos föhnicos. Este tipo de viento muy común en nuestra región andina,

tiene mayor incidencia en la cuenca superior como veremos más adelante.

4° - *La nieve*. El rigor de las temperaturas de invierno y la altura de la cuenca superior, el 81 % de cuya superficie se encuentra a más de 3.000 m sobre el nivel del mar, son factores decisivos para que la mayor parte de las precipitaciones en este sector sean de nieve. Hecho fundamental en el comportamiento del régimen del río.

Durante el invierno, conforme lo expresamos, especialmente en junio y julio, se producen las máximas precipitaciones, y con ello una acumulación considerable de nieve en la cuenca superior; fenómeno que se prolonga hasta agosto, setiembre y octubre inclusive. A partir de este último mes las temperaturas comienzan a elevarse y, paralelamente, al disminuir las precipitaciones, provocando el deshielo que pasa a engrosar el caudal del río. A mayor intensidad de la temperatura corresponde por lo tanto un mayor aporte de los deshielos y por ende mayor caudal. En la estación de aforos situada aguas arriba del dique Valle de Uco, donde, por su posición al pie de la cordillera, es posible descartar los efectos de las precipitaciones pedemontanas de verano, los máximos caudales se registran en diciembre y enero, precisamente cuando se acusan las mayores temperaturas en alta montaña y en consecuencia los mayores deshielos.

La medición de estas acumulaciones de nieve en la cuenca superior permite pronosticar los caudales del río con un margen de error reducido, tarea que desde hace pocos años realiza Agua y Energía de la Nación.

El viento que desciende de las altas cumbres después de haber atravesado el cordón montañoso del límite internacional, llega a los valles cordilleranos transformado en viento föhnico, es decir, cálido y seco (viento Zonda), produciendo en los meses de primavera una elevación prematura de la temperatura y en consecuencia el deshielo de las acumulaciones superficiales de nieve. Analizando el hidrograma anual del río con los valores captados en la estación de aforos antes mencionada, notamos una máxima relativa de los caudales en agosto y setiembre, debido al fenómeno que acabamos de señalar.

Un dato interesante que nos permite tener una idea cabal de las precipitaciones sólidas en la cuenca superior, es el *coeficiente de niviosidad*, es decir, la relación entre el total anual de nieve caída y el total de lluvias. Lamentablemente en esta zona no disponemos de datos necesarios para establecer tal valor; sin embargo, por similitud con otras cuencas, podemos afirmar que el coeficiente de niviosidad de la cuenca

imbrífera del río Tunuyán oscila entre el 80 y el 100 ‰; siendo menor lógicamente en las superficies cuya altura no excede los 3.000 ó 3.500 m, aumentando a medida que remontamos los macizos montañosos.

Estos hechos que hemos destacado someramente dan idea del importantísimo papel que desempeña la nieve en el régimen del río; por lo cual se denomina régimen nival de montaña o andino, característico de los ríos mendocinos.

5° - *Los glaciares.* Ya hemos hecho mención, al referirnos a la descripción de la cuenca del río, a la presencia de glaciares en alta montaña, donde el límite del "firn" está aproximadamente entre los 3.800 a 4.000 m de altura sobre el nivel del mar. Estos glaciares constituyen la fuente inagotable de los principales colectores de la cuenca superior (Tunuyán, Salinillas y Colorado), cuyo caudal es aumentado considerablemente con el derretimiento anual de las nieves acumuladas. No existen hasta la fecha estudios glaciológicos en esta zona, que nos permitan tener una noción más o menos exacta del comportamiento de los mismos en el espacio y en tiempo. Sabemos que éstos sufren fluctuaciones periódicas por el balance entre la fusión y retención del hielo; pero no podemos establecer relaciones aproximadas entre esas fluctuaciones y el comportamiento del río. Un hecho es certero en la escala del tiempo: es el paulatino retroceso que estos glaciares han sufrido después del Pleistoceno, época en la cual alcanzaron su máxima extensión cubriendo casi totalmente los valles cordilleranos hasta una altura sobre el nivel del mar no menor de 2.250 a 2.500 m, según nuestras suposiciones.

La profundidad y extensión de los glaciares nos son igualmente desconocidas, valores con los que podríamos tener idea del volumen de los mismos a fin de establecer, juntamente con los estudios nivológicos, las reservas hídricas de la cuenca.

6° - *La naturaleza del suelo.* Es éste un factor muy importante para el régimen de escurrimiento de las aguas superficiales (deshielos y precipitaciones). En efecto, la composición litológica difiere fundamentalmente en las distintas subcuencas del río. En las nacientes de los tres cursos principales que constituyen el Tunuyán se presentan, sobre la cordillera del límite, los sedimentos mesozoicos marinos y continentales con preponderancia del Cretácico. Las areniscas rojas del Terciario son responsables en parte de la coloración rojiza de las aguas, principalmente durante los meses de primavera y verano; en tanto que los depósitos marinos calcáreos son los responsables de gran parte de las sales disueltas que transportan las aguas.

La cordillera del Portillo y su prolongación hacia el sur se encuen-

tran formadas especialmente por basaltos del Terciario y Cuaternario, porfiritas, pórfidos y tobas y principalmente por el granito Permotriásico, materiales que aportan al río los sedimentos gruesos y facilitan el escurrimiento rápido, favorecido además por las fuertes pendientes, como hemos destacado anteriormente. Todos estos factores confluyen de manera particular en el dibujo de la red de drenaje en la cuenca superior, de tipo dendrítico.

En la cuenca media, correspondiente al piedemonte, predominan en consecuencia los depósitos aluvionales, ya sea formando conos de deyección en la base de la montaña, o planicies aluvionales aterrazadas (*glacis*) de erosión, según la terminología de la escuela geomorfológica francesa). Inmediatamente al E se presentan depósitos eólicos y sedimentos de origen palustre y lacustre, donde, por la calidad de los suelos, ha prosperado la agricultura. Existen, pues, dos sectores donde el escurrimiento de las aguas tiene sus particularidades a causa de la naturaleza del suelo. En el primero los sedimentos son gruesos, la capa de suelo es delgada— cuando no está totalmente ausente—, el drenaje se encuentra organizado en cursos más o menos paralelos, cuyos caudales se insumen sin alcanzar el colector principal, luego de un corto recorrido sobre el piedemonte. Cuando las precipitaciones son suficientemente abundantes, éstos se convierten en verdaderos torrentes de gran poder, transportando cantos rodados de considerable tamaño, detritos gruesos y arenas. En el segundo sector, los depósitos sedimentarios son finos y la capa de suelos es profunda, presentando espesores de más de 10 m. Aparecen en esta sección los surgentes naturales, justamente donde se produce una ruptura de pendiente entre las planicies aluviales y los depósitos eólicos mencionados. Estas vertientes generan arroyos de aguas mansas y cristalinas que pasan a engrosar el caudal del Tunuyán. A veces sirven de colectores de los ríos secos del piedemonte y entonces adquieren el carácter torrencial señalado más arriba.

El último tramo de la cuenca media corresponde al borde occidental de las Huayquerías, formadas por una serie de mesetas y terrazas cuya pendiente se inclina al oeste. Están formadas por una serie de estratos terciarios y cuaternarios, sedimento arcillosos y areno-arcillosos de color rojizo, constituyendo capas y bancos de areniscas de origen fluvial y lacustre que han sido fechados como contemporáneos del Araucaniano Superior, y en cuya parte superior se depositan los sedimentos cuaternarios. Los ríos secos que surcan estas mesetas disecadas son en la actualidad poderosos agentes erosivos que transportan hacia

el Tunuyán los sedimentos areno-arcillosos durante las lluvias torrenciales de verano.

En la cuenca inferior nos encontramos con una superficie de acumulación, contrariamente a la cuenca media donde la característica predominante es la superficie de erosión. Abundan en consecuencia los sedimentos finos de origen eólico correspondientes al Pampense, médanos antiguos y actuales, y finalmente aluviones finos fluviales y palustres, especialmente en las adyacencias del río Desaguadero. El relieve llano y la pendiente reducida del terreno, sumado a lo que acabamos de expresar sobre los caracteres litológicos, determinan las condiciones del escurrimiento de las aguas en el tramo inferior del río.

#### LOS TRIBUTARIOS DE LA CUENCA MEDIA

Las subcuencas del río Tunuyán ocupan una extensa superficie al N y S de la cuenca propiamente dicha del río; sin embargo, los afluentes, colectores de dichas subcuencas, no tienen prácticamente una intervención directa sobre el régimen del cauce, sino en forma temporaria. La totalidad de sus caudales son aprovechados para el riego o se infiltran en el piedemonte, de manera que, sólo durante las crecidas extraordinarias, éstos llegan hasta el Tunuyán, lo cual sucede especialmente en verano cuando estas crecidas son provocadas por lluvias torrenciales, en el piedemonte.

Por las características particulares del régimen de estos tributarios, los hemos dividido en tres categorías:

1º) los ríos y arroyos alimentados con los deshielos de la nieve acumulada en la vertiente oriental de la cordillera frontal (Cordón del Plata y del Portillo); 2º) los ríos y arroyos semipermanentes del piedemonte y de las Huayquerías; 3º) los arroyos alimentados con aguas de vertientes naturales del subsuelo.

1º - *Ríos y arroyos de la cordillera frontal.* Los principales cursos son el río de Las Tunas y los arroyos Villegas, Grande, Manzano, Yaucha y Aguanda.

El río de Las Tunas, juntamente con los dos últimos, es uno de los tributarios más importantes de la cuenca media del Tunuyán, desde el punto de vista de su aprovechamiento. Su caudal excepcionalmente alcanza a llegar a éste por intermedio del arroyo Guñazú. La cuenca de alimentación ocupa una superficie de 603 km<sup>2</sup>, aproximadamente, en la Cordillera del Plata, y recibe como principal afluente al arroyo Santa Clara, que se le une sobre el pie de la cordillera, formando ambos cau-

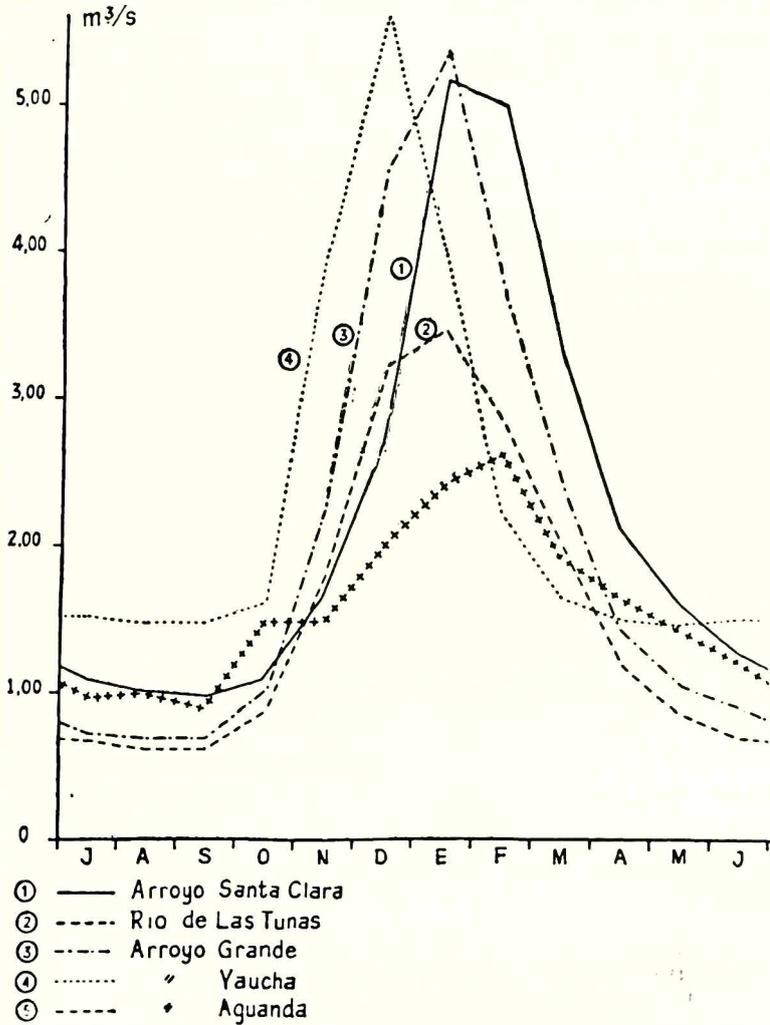


Fig. 4 - Curva de caudales medios mensuales correspondientes al "año normal" o "año medio", de los tributarios de la cuenca media.

ces una profunda barranca, excavada por la erosión fluvial entre materiales porfiríticos y sedimentos fluvio-glaciares. En el dique derivador construido 15 km aguas abajo de la confluencia con el Santa Clara, se derivan los caudales para el riego de una importante extensión de cultivos del departamento de Tupungato, causa principal por la cual el río de Las Tunas no proporciona ningún aporte al río Tunuyán. De acuerdo con la cantidad de hectáreas empadronadas en este cauce, la superfi-

cie de los cultivos que nutren sus aguas sería aproximadamente de 4.350, siendo el total de la superficie cultivada en este departamento de 8.900 hectáreas.

El régimen de este cauce y su principal tributario, es muy similar al de los otros cauces de la cuenca media del Tunuyán que nacen en la cordillera frontal. La diferencia radica principalmente en el módulo, la superficie de alimentación y la cantidad de precipitaciones recibidas, y en la ubicación de la misma con respecto a la dirección de los rayos solares. La curva de caudales medios de estos tributarios del Tunuyán indica la igualdad del tipo de alimentación, por lo cual los caudales máximos se presentan en verano, cuando se produce el deshielo de la nieve acumulada en la falda oriental de la cordillera frontal, y los caudales mínimos en invierno.

Observando el hidrograma correspondiente a un año hidrológico (de julio a junio) en el río de las Tunas y arroyo Santa Clara, notamos una diferencia en cuanto a la época en que se producen los caudales máximos. En el primero éstos se acusan dos meses antes que en el segundo, en octubre y diciembre respectivamente, debido a la posición de la cuenca de alimentación. El valle del río de las Tunas ocupa el extremo N de la Cordillera del Portillo y se orienta de SW a NE, vale decir que las vertientes del mismo se hallan más expuestas a los rayos del sol que en valle del Santa Clara, cuya orientación, en el extremo S de la Cordillera del Plata, es ligeramente de NW a SE, quedando la vertiente N del valle en sombra durante la mayor parte del año. No debe asombrarnos por lo tanto que el caudal máximo absoluto del río de las Tunas (12,9 m<sup>3</sup>/seg) sea mayor que el máximo absoluto del Santa Clara (10,4 m<sup>3</sup>/seg), debido a la fusión más rápida de la nieve acumulada en sus vertientes. La superficie de alimentación del primero es de 269 km<sup>2</sup> y la del segundo de 334 km<sup>2</sup>; ello explica que el caudal medio del Santa Clara sea mayor (2,240 m<sup>3</sup>/seg) que el del río de las Tunas (1,570 m<sup>3</sup>/seg). Sumados ambos caudales medios arrojan un módulo de 3,810 m<sup>3</sup>/seg.

El arroyo Aguanda posee una superficie de alimentación de 1.197 km<sup>2</sup>, considerada hasta su estación de aforos en su curso medio próxima al Fuerte de San Juan, 7 km aproximadamente al S de Paso de Las Carretas. Su caudal medio es de 1,570 m<sup>3</sup>/seg, calculado a base de tres años de observación, dos de ellos en forma parcial, por lo cual estimamos a esta cifra en forma provisoria no reflejando, por lo tanto, la realidad. Se han registrado máximas de 3,100 m<sup>3</sup>/seg, en verano y mínimas de 0,100 m<sup>3</sup>/seg, en invierno; es lógico suponer que se hayan

producido máximas más elevadas, algunas de las cuales conservan memoria entre los pobladores de la zona. El caudal del arroyo Aguanda es aprovechado íntegramente para el riego en un área aproximada de 3.000 hectáreas, según los derechos de agua empadronados.

El arroyo Yaucha tiene una cuenca de alimentación de 1.103 km<sup>2</sup>, considerada como el anterior, hasta su estación de aforos ubicada en su curso medio, a 8 km aproximadamente al S de Pareditas. El caudal medio ha sido calculado sobre ocho años de observación, en 2.320 m<sup>3</sup>/seg, habiéndose registrado en ese lapso de 1950 a 1958 (faltando datos en el año hidrológico 1952-1953) máximas de 32,2 m<sup>3</sup>/seg, en verano, y mínimas de 0,1 m<sup>3</sup>/seg, en invierno. Durante el verano 1958-1959 se produjo una crecida extraordinaria por las lluvias torrenciales precipitadas en su tramo medio, y que estimamos aproximadamente en 100 m<sup>3</sup>/seg. Otro hecho similar se repitió en el verano 1962, durante el mes de diciembre, cuyas consecuencias repercutieron en el caudal del río Tunuyán, como veremos más adelante. Una amplia superficie de cultivos se beneficia con las aguas de este arroyo; las hectáreas empadronadas suman 3.800.

Llama la atención el valor de los cuadales específicos de estos dos arroyos, bajo, en relación al río de las Tunas y arroyo Santa Clara. El Aguanda tiene un caudal específico de 1,3 l/seg. km<sup>2</sup>, y el Yaucha 2,1 l/seg. km<sup>2</sup>, en tanto que en el Tunas y Santa Clara es de 5,8 y 6,7 l/seg. km<sup>2</sup> respectivamente. La posición de la cuenca de alimentación del Aguanda y Yaucha y el monto de las precipitaciones invernales, son los responsables de estas diferencias.

Ambos arroyos, Yaucha y Aguanda, confluyen al S de la villa de San Carlos en el arroyo del mismo nombre; esta confluencia se produce solamente en épocas de crecidas extraordinarias, puesto que la mayor parte del año éste no recibe ningún aporte de sus dos ocasionales tributarios, debido a su aprovechamiento para el riego de los cultivos de la zona. El arroyo San Carlos se alimenta regularmente de las vertientes existentes en sus márgenes (arroyos Juncal, Volcán y Negro), desembocando en el río Tunuyán. No existiendo datos de caudal sobre este cauce estimamos que en épocas normales lleva un caudal medio de 3 a 5 m<sup>3</sup>/seg, lo cual da idea de su importancia como afluente del Tunuyán en su cuenca media. Sus cuadales por ser originarios de vertientes son bastante regulares y de régimen inverso al de los arroyos antes mencionados, perturbados solamente por los aportes pluviales de verano arrastrados por los arroyos Yaucha y Aguanda.

2º - *Ríos y arroyos semipermanentes del piedemonte y de las Huay-*

*querías*. Pertenecen a este grupo los arroyos Anchayuyo, Chupasangral, Cepillo, Alvarado, etc. Descienden desde la falda oriental de los cordones frontales y después de un corto recorrido sobre el piedemonte, se infiltran entre los materiales aluvionales de los conos de deyección y los *glacis* de piedemonte. Sus caudales alimentan a pequeños oasis enclavados al pie de las montañas.

Existen, además, numerosos arroyos secos, de caudal temporario, que desembocan en el río Tunuyán en el sector comprendido entre el arroyo La Estacada y el dique Tiburcio Benegas, tanto sobre la margen izquierda del río, es decir, desde las cerrilladas pedemontanas de Tumpungato (Arroyo Seco Piedras Coloradas, de las Tierras Blancas, etc.), como sobre la margen derecha, desde las Huayquerías (Río Seco de los Manantiales, Bajada de los Viejos, etc.). Estos ríos y arroyos secos en verano, recuerdan a los *oueds* norafricanos, por el aporte de materiales sólidos que arrastran hacia el río debido al carácter de las precipitaciones.

3º - *Arroyos de vertientes*. Pertenecen a este grupo, el ya nombrado arroyo San Carlos, los arroyos Claro, Salas, Caroca, La Pintada, Guiñazú (que sirve de desagüe excepcionalmente al río de las Tunas), La Estacada, etc. Estos se alimentan con aguas de surgentes naturales de las napas del subsuelo que afloran, la mayoría, en el departamento de Tunuyán, en la zona de contacto entre la planicie aluvional del nive inferior del piedemonte y la serie de depósitos eólicos y palustres que constituyen el piso del fondo llano del valle del Tunuyán. Estimamos que, en total, el caudal medio aportado al río por estos arroyos es de 7 a 8 m<sup>3</sup>/seg. No se han realizado, hasta la fecha, aforos sistemáticos a fin de tener una idea más o menos exacta de su contribución al volumen del Tunuyán y sobre todo del régimen de estos arroyos. Si pudiésemos construir la curva de caudales correspondiente a un año hidrológico, ésta presentaría una inflexión máxima durante los meses de invierno, acorde con el régimen de escurrimiento de las napas freáticas, y una segunda inflexión en los meses de verano como consecuencia de aporte de los desagües de riego que reciben estos arroyos, desagües provenientes de las aguas superficiales.

#### EL RÉGIMEN DEL RÍO

1º - *Variaciones estacionales*. Las curvas de caudales y de coeficientes de caudales mensuales correspondientes a la estación de aforos Valle de Uco e Ing. D. Sardina, reflejan una estación marcadamente seca,

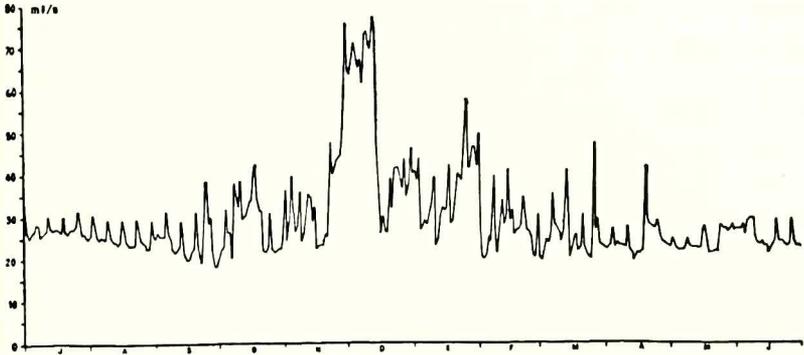


Fig. 5 - Curva de caudales medios diarios correspondientes al año hidrológico 1960-1961, del río Tunuyán en la Estac. Valle del Uco.

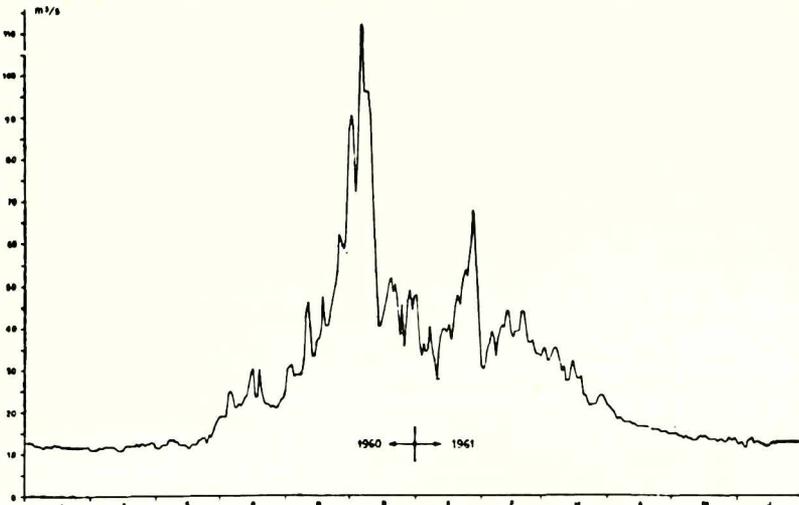


Fig. 6 - Curva de caudales medios diarios correspondientes al año hidrológico 1960-1961, del río Tunuyán en la Estac. Ing. D. Sardina.

coincidente con el invierno y parte de la primavera; y otra de caudales abundantes, que corresponde al verano. Este hecho indica la existencia de un tipo de alimentación predominante: el deshielo de la nieve acumulada en la cuenca superior durante los meses de invierno.

Los caudales mínimos se registran por lo tanto durante mayo, junio, julio y agosto, y aún en septiembre. Durante estos meses los caudales medios registrados en Valle de Uco son de 14,0; 12,1; 10,8; 11,4 y 12,1 m<sup>3</sup>/seg. respectivamente. Los caudales máximos absolutos de invierno son inferiores a mínimos absolutos acusados en los meses

de verano. En julio de 1953 el caudal máximo registrado fue de 11,8 m<sup>3</sup>/seg. siendo en verano, los caudales mínimos absolutos, apenas inferiores a 30 m<sup>3</sup>/seg.

A partir de septiembre comienza el paulatino aumento de caudal, a causa de las primeras elevaciones de temperatura en la cordillera y a la influencia de los vientos föehnicos. Los máximos valores medios mensuales corresponden a diciembre, enero y febrero, meses durante los cuales se produce el deshielo de la mayor parte de las acumulaciones de nieve. Los valores medios mensuales registrados durante estos meses de abundancia son de 59,9; 58,1 y 44,4 m<sup>3</sup>/seg.

Las mismas diferencias estacionales las encontramos en la estación Ing. D. Sardina, aunque en ésta los coeficientes de invierno son mayores debido al aporte de los arroyos de la cuenca media, alimentados con aguas de surgentes naturales, los cuales acusan mayor caudal en la época de estiaje del río.

Es evidente, pues, la relación que existe entre los valores estacionales de caudales y el régimen de precipitaciones en la cuenca superior, la época de máximas precipitaciones corresponde al período de mínimos caudales y ello es debido al tipo de las mismas. Ya dijimos anteriormente que el coeficiente de niviosidad es de 80 a 100 ‰, teniendo en cuenta que casi el 50 ‰ de la superficie de la cuenca superior se encuentra entre los 3.000 y 4.000 m de altura y el 33 ‰ entre los 4.000 y 6.000 m. De manera que durante el período de precipitaciones el coeficiente de escurrimiento alcanza sus mínimas expresiones. Inversamente, en verano no hay prácticamente lluvias dignas de consideración en la cordillera; las temperaturas son relativamente elevadas (20 a 25° C sobre cero, frente a temperaturas de 10 a 20° bajo cero en invierno), sumado a ello una extraordinaria diafanía, el coeficiente de escurrimiento presenta sus mayores índices. Estamos pues en presencia de un río de típico *régimen nival de montaña*.

Como puede observarse en el gráfico de coeficientes de caudales (fig. 10) y en el correspondiente al de caudales medios mensuales (fig. 7 y 8), los cuatro principales ríos de la provincia de Mendoza, tienen el mismo régimen, estando sujetos al mismo tipo de variaciones estacionales con diferencias cuantitativas, debido a la mayor o menor superficie de la cuenca de alimentación, al monto total de precipitaciones anuales como consecuencia de las distintas alturas medias de la cuenca y de la latitud, y finalmente al fenómeno de lluvias torrenciales de piedemonte, las cuales tienen un régimen bastante irregular, conforme lo hemos expresado al referirnos a los factores del régimen del río.

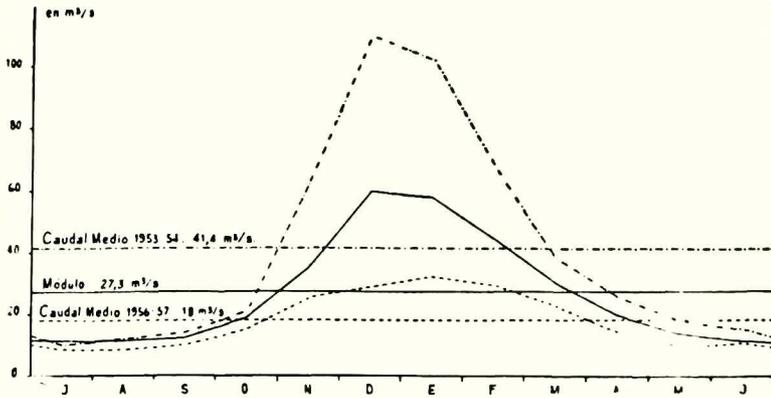


Fig. 7 - Curva de caudales medios mensuales correspondientes al "año normal" o "año medio", año de abundancia y año de sequía, del río Tunuyán en Valle de Uco.

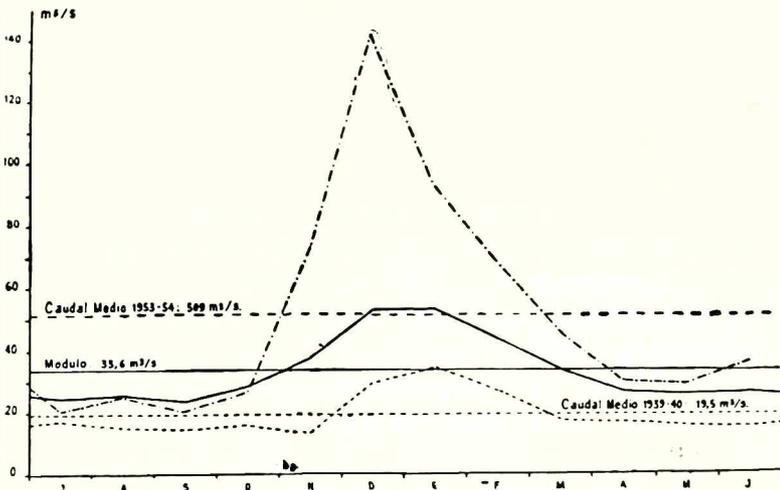


Fig. 8 - Curva de caudales medios mensuales del "año normal" o "año medio", año de abundancia y año de sequía, del río Tunuyán en Ing. D. Sardina.

2º - *El módulo.* A base de 19 años de observación en Valle de Uco, hemos calculado los caudales medios mensuales y el módulo o caudal medio. Desde 1943 los caudales del río han sido estimados mediante aforos por compuerta en el dique derivador Valle de Uco, ubicado a 5 km. aproximadamente de la salida del río del Cajón del Tunuyán, hacia el piedemonte; a partir de 1954 los caudales han sido medidos en forma directa, mediante aforos y registros con limnigrafos, en la esta-

ción instalada para tal fin por Agua y Energía Eléctrica de la Nación, un par de km aguas arriba del dique mencionado. El módulo obtenido, de  $27,3 \text{ m}^3/\text{seg.}$ , no es otra cosa que el resultado de las marcadas variaciones estacionales del caudal y del régimen de precipitaciones en la cuenca superior, cuyo total anual estimamos en 980 mm, cifra que no está en contradicción con los registros obtenidos en otras cuencas andinas del sur de Mendoza a base de mediciones nivológicas (Valle Hermoso, cuenca superior del río Grande).

Partiendo de estos valores y de acuerdo a la relación  $c = \frac{P'}{P}$  donde  $P'$  es la altura de la lámina de agua sobre la cuenca, calculada con el módulo  $q$ ;  $P' = q \cdot 31,5576$ ; y  $P$  es la precipitación anual; deducimos el coeficiente de escurrimiento medio  $C = 87,9 \%$ .

El déficit de escurrimiento, es decir, la diferencia entre la precipitación  $P$  y la altura de la lámina de agua  $P'$ , es de 118 mm.

Estos valores deben ser considerados como una grosera aproximación, ya que sería necesario disponer de datos precisos sobre precipitaciones y temperaturas en la cuenca superior del río, para establecer las relaciones con el caudal; solamente así, podríamos tener idea cabal de las condiciones del escurrimiento. Sin embargo, no debe asombrarnos el valor elevado del coeficiente de escurrimiento si tenemos en cuenta las características topográficas y geológicas de la cuenca de alimentación y en particular las elevadas pendientes de los pequeños cursos de agua que constituyen la red de drenaje. Así resulta, además, un déficit de escurrimiento relativamente bajo, 118 mm, de los cuales parte se infiltra a través del subsuelo y parte se pierde por evaporación durante los meses de verano. Muy distintas son, en cambio, las condiciones del escurrimiento sobre la cuenca media e inferior del río. El caudal específico, de acuerdo a los datos obtenidos en Valle del Uco es de  $11,5$  litros/seg/ $\text{km}^2$ .

En la estación de aforos Ing. D. Sardina, ubicada en la cuenca media del río, a 5 km aproximadamente aguas arriba del dique derivador Tiburcio Benegas (Medrano), se disponen de datos obtenidos en forma directa a partir del año hidrológico 1954-1955. Desde 1931 hasta 1945 y desde 1949 hasta 1954, el caudal del Tunuyán medio ha sido estimado a base de las dotaciones de riego entregadas en el dique mencionado. En 27 años de observación el módulo resultante es de  $33,6 \text{ m}^3/\text{seg}$ ; existe una diferencia de  $6,3 \text{ m}^3/\text{seg}$  con respecto al módulo obtenido en Valle de Uco, debido, en primer lugar, al aporte de los afluentes de la cuenca media; en segundo lugar, a las precipitaciones torrenciales

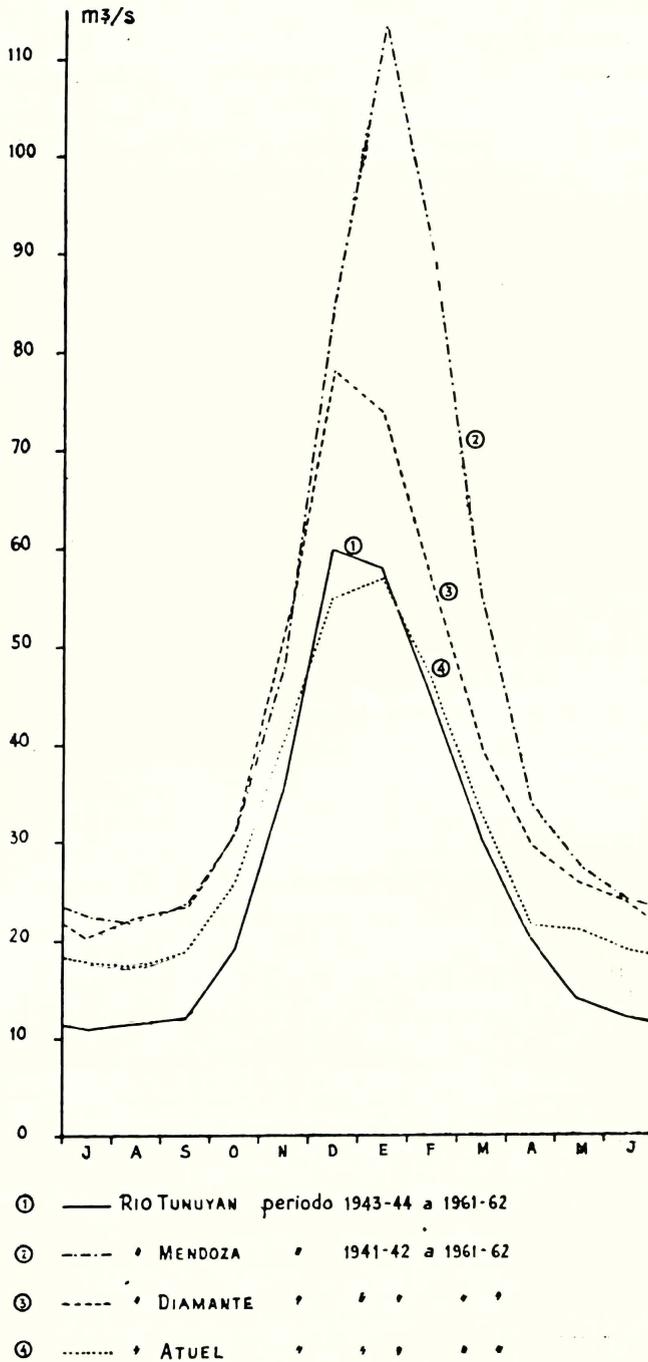


Fig. 9 - Curva de caudales medios mensuales del "año normal" correspondiente a los principales ríos explotados de la provincia de Mendoza.

del piedemonte; y, en tercer término, a la influencia del riego en el valle del Tunuyán.

En el gráfico N° 7 se han confeccionado las curvas de los valores medios mensuales de todos los años de observación disponibles hasta el año hidrológico 1961-1962 y, además, los caudales medios mensuales del año hidrológico más abundante y del más seco, es decir, del año que presentó los caudales más bajos en la estación de aforos Valle de Uco; y en el gráfico N° 8 los correspondientes a la estación Ing. D. Sardina. En ambas estaciones el año hidrológico más abundante ha sido el de 1953-1954; en efecto, durante el invierno de 1953 se produjeron en la cordillera de San Juan y Mendoza nevadas copiosas que superaron en demasía las precipitaciones de años anteriores y de las cuales no se tenían antecedentes desde hacía mucho tiempo. Estas nevadas provocaron verdaderas catástrofes, hubo numerosas víctimas, entre las cuales cabe recordar al malogrado Ing. Dagoberto Sardina, precursor de los estudios nivológicos en nuestro país. A una gran acumulación de nieve en la alta cordillera, corresponde un considerable aumento en los caudales de verano; ley inexorable de nuestros ríos que se cumplió en ese año hidrológico. En Valle de Uco los caudales medios de noviembre, diciembre y enero fueron de 63,1; 109,7 y 102,0 m<sup>3</sup>/seg.; notablemente superiores a los caudales medios mensuales correspondientes al año normal o año medio: 35,3; 59,9 y 51,1 m<sup>3</sup>/seg.

Inversamente, a un año de caudales débiles, año de carestías, por lo tanto, corresponde un invierno precedente de escasas precipitaciones

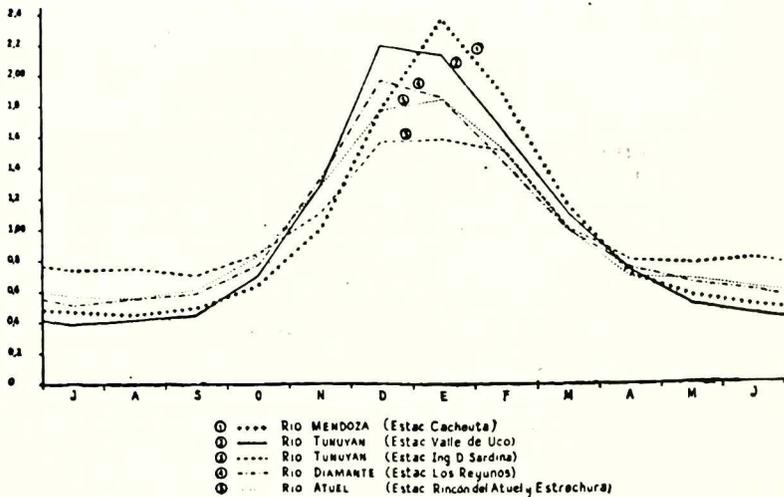


Fig. 10 - Coeficientes de caudales de los ríos principales de la provincia.

en la cuenca superior; es el caso del invierno de 1956. Durante el año hidrológico 1956-1957 los caudales medios mensuales correspondientes a los meses de caudales máximos, fueron de 25,1; 28,5 y 32,3 m<sup>3</sup>/seg., en noviembre, diciembre y enero.

En la estación Ing. D. Sardina los caudales medios mensuales del año más abundante (1953-1954) durante los meses de verano, fueron de 73,3; 141,3 y 92,9 m<sup>3</sup>/seg. (noviembre, diciembre y enero); siendo en el año medio de 37,2; 52,9 y 53,3 m<sup>3</sup>/seg. El año de carestías correspondió a 1939-1940 con caudales medios mensuales de 13,6 m<sup>3</sup>/seg., en noviembre, 29,7 m<sup>3</sup>/seg. en diciembre y 34,5 m<sup>3</sup>/seg. en enero.

La diferencia de caudales entre la estación de aforos Valle de Uco e Ing. Sardina debería ser mayor aun, por el hecho de que los caudales acusados en la primera estación son sustraídos para el riego en el dique derivador homónimo, en una proporción equivalente a la quinta parte de los caudales aforados en Ing. Sardina. Además los afluentes de la cuenca media, tanto los ríos y arroyos que nacen en la cordillera frontal (Cordón del Plata y del Portillo), como los alimentados exclusivamente con vertientes naturales de las aguas del subsuelo, son también aprovechados para el riego de los cultivos del valle del Tunuyán; de allí que algunos jamás alcanzan a cumplir la misión de verdaderos tributarios del Tunuyán y otros lo hacen con un caudal sensiblemente disminuido. Sin embargo, durante los meses de invierno y parte del verano y otoño, terminado el período vegetativo de los cultivos y no necesitando, por lo tanto, un riego intensivo, estos afluentes aportan mayor caudal al río que en la época en que los cultivos necesitan de un mayor coeficiente de riego. Observando el hidrograma correspondiente al año hidrológico 1960-1961, cuyos valores son muy cercanos al año normal o medio en ambas estaciones (fig. 5 y 6), notamos efectivamente que durante mayo, junio, julio y agosto, los caudales captados en Ing. Sardina duplican casi a los registrados, aguas arriba, en Valle de Uco. En cambio, desde octubre y noviembre hasta febrero y marzo, sucede lo contrario. El hombre, pues, contribuye en gran medida a modificar el régimen del río en su cuenca media.

3º - *Los extremos.* El régimen de precipitaciones de la cuenca superior y de la cuenca media, tiene decisiva influencia, como lo destacamos más arriba, en la marcha mensual y diaria de los caudales, estando éstos en relación inversa a aquéllas en la cuenca superior, y en relación directa en la cuenca media. La temperatura, especialmente en la superficie de alimentación, es otro factor importante que debe tenerse en cuenta para encontrar las causas del comportamiento de escurrimiento.

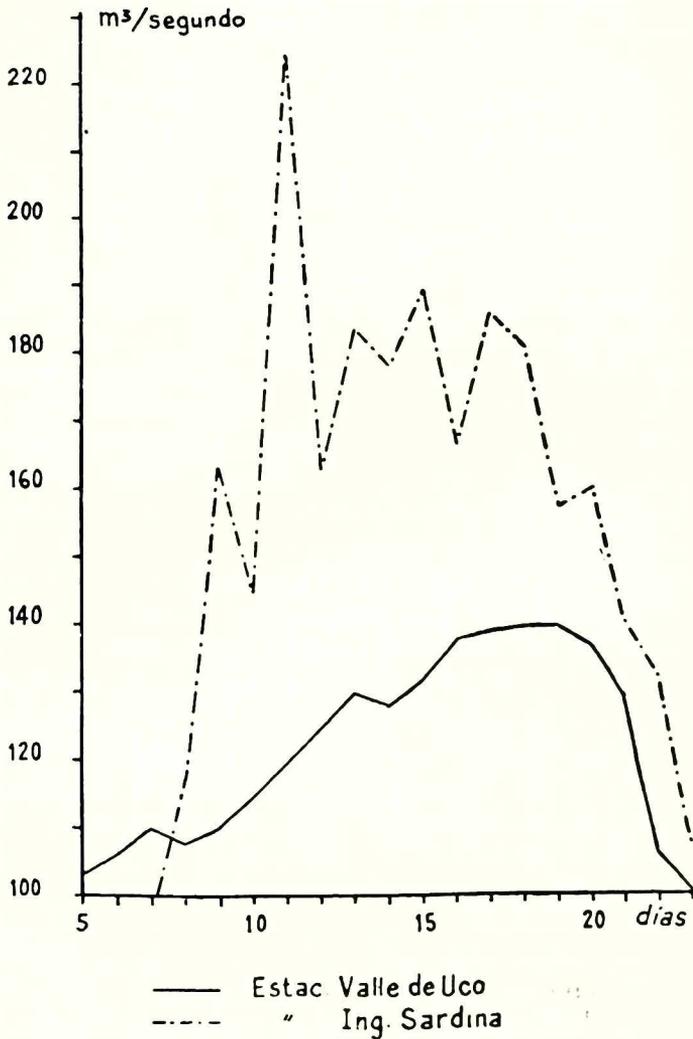


Fig. 11 - Curva de caudales máximos correspondiente a la crecida de diciembre de 1953.

El caudal mínimo absoluto registrado hasta la fecha en Valle de Uco ha sido de  $2,0 m^3/seg.$  en agosto de 1953; ello prueba lo afirmado respecto a las condiciones del escurrimiento y las características climáticas imperantes en la cuenca superior. Recordemos que el invierno de 1953 ha sido uno de los más crudos, con temperaturas muy bajas, y el más abundante en precipitaciones de nieve. En compensación, durante

el verano 1953-1954 se registraron en los ríos de la provincia caudales máximos muy superiores a los máximos normales.

Otros valores mínimos se registraron en junio de 1951 (5,5 m<sup>3</sup>/seg.), julio de 1953 (4,7 m<sup>3</sup>/seg.) y julio de 1960 (6,1 m<sup>3</sup>/seg.). El caudal mínimo medio es aproximadamente de 9,8 m<sup>3</sup>/seg. en los meses de estiaje: junio, julio y agosto.

Los caudales máximos absolutos más notorios corresponden a diciembre de 1953; en Valle de Uco se registraron 140 m<sup>3</sup>/seg., el día 19 de dicho mes y 225,1 m<sup>3</sup>/seg. el día 11 en Ing. Sardina. En el gráfico N° 11 hemos representado la marcha diaria de los caudales máximos de esta crecida de diciembre 1953, durante quince días. La curva inferior, correspondiente a Valle de Uco, se presenta con más regularidad que la de Ing. Sardina; los caudales han ido en paulatino aumento a partir de los 100 m<sup>3</sup>/seg., que consideramos como máximo medio en diciembre de ese año, hasta alcanzar el máximo absoluto de 140 m<sup>3</sup>/seg. el día 19. Las causas de esta crecida en Valle de Uco no han sido otras que la elevación de la temperatura en la cuenca superior, con valores superiores a las temperaturas máximas y normales, y una acumulación extraordinaria de nieve durante el invierno precedente. Es manifiesta en la curva correspondiente a la crecida en Ing. Sardina, la influencia de las lluvias pedemontanas de verano; ellas son las responsables de los máximos caudales acusados en los días 9, 11, 13, 15, 17 y 20 de diciembre. Esta curva demuestra el régimen irregular de las precipitaciones de verano que se producen en distintos puntos de la cuenca media, generalmente de tipo convectivo. El carácter torrencial de las mismas lo prueba el aumento considerable del caudal del río en pocas horas: de 145 m<sup>3</sup>/seg. que se registraron el día 10, éste subió a 225 m<sup>3</sup>/seg. el día siguiente. De manera que, además de los caudales máximos producidos por el deshielo de la cuenca superior, se suman a ellos las aguas provenientes de las lluvias pedemontanas, cuya frecuencia anual es bastante irregular.

El total anual de estas precipitaciones en la cuenca media, es aproximadamente de 250 mm, la mayoría de las cuales se producen en diciembre, enero y febrero. En el gráfico N° 12 hemos señalado los totales mensuales de las precipitaciones correspondientes al año hidrológico 1962-1963, que ha sido de lluvias abundantes; notamos en él que entre diciembre y febrero solamente cayeron 250,6 mm siendo el total anual de 330,2 mm. Los registros pertenecen a la estación Ing. D. Sardina. En el mismo gráfico hemos señalado la cantidad de agua en mm contenida en la nieve acumulada durante un invierno en la estación nivológica de Valle Hermoso (cuenca superior del río Grande) cuyas

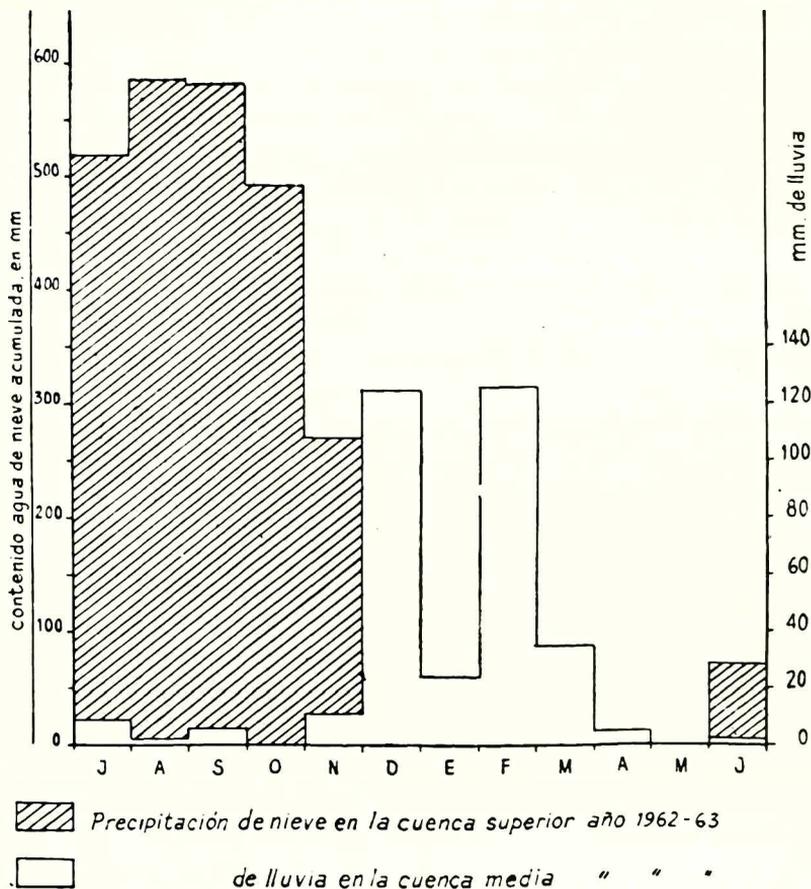


Fig. 12 - Gráfico comparativo de las precipitaciones de nieve y lluvia en la cuenca superior y media respectivamente.

características son similares a las de la cuenca superior del Tunuyán, y demuestra claramente la inversión del régimen pluviométrico en la cordillera y en el piedemonte y la incidencia de ambos regímenes en los caudales máximos registrados en el río.

El caudal máximo maximorum en Ing. Sardina se produjo en diciembre de 1962, en donde la escala limnimétrica llegó a una altura de 2,05 m equivalente a un caudal de 278 m<sup>3</sup>/seg. Reproducimos en el gráfico N° 13 la curva registrada en el limnógrafo de dicha estación, la que demuestra, una vez más, y en forma notoria, la influencia de las lluvias torrenciales de verano en la marcha de los caudales máximos en la cuenca media del río. El día 14 a las 18 horas el caudal del río

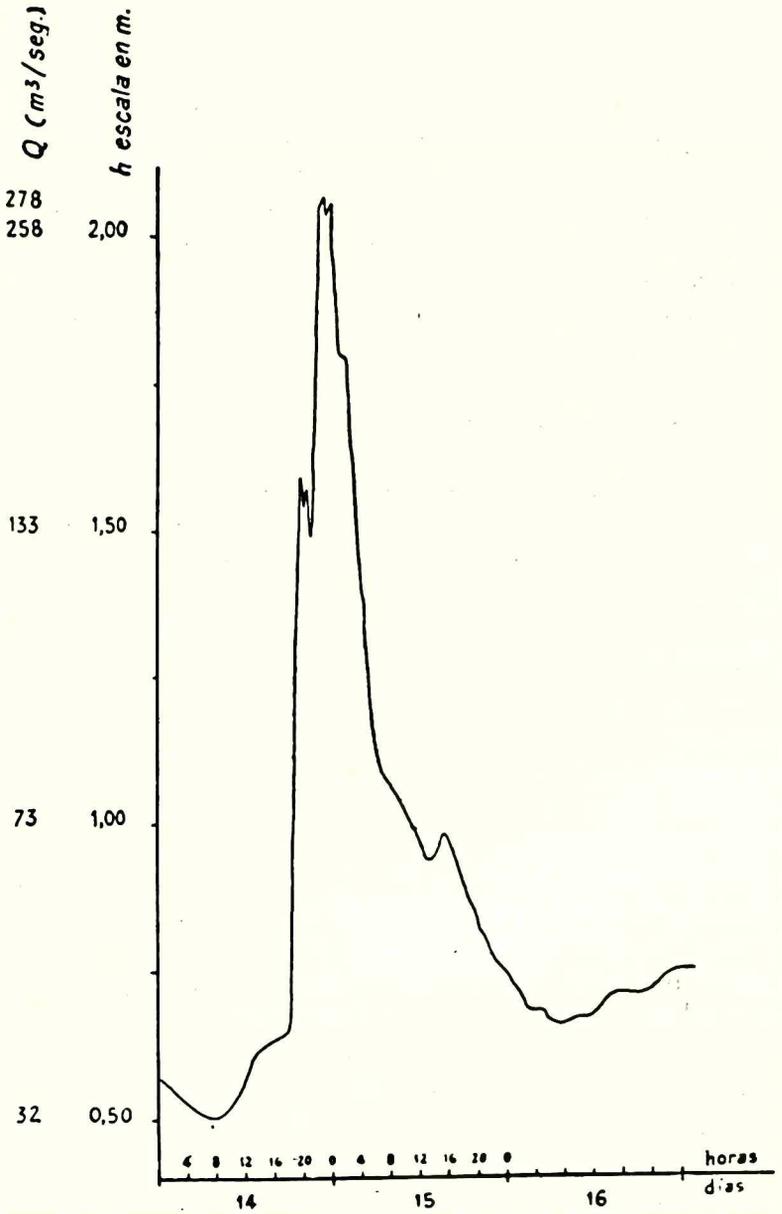


Fig. 13 - Curva registrada en el limnógrafo durante la crecida extraordinaria de diciembre de 1962 en Ing. D. Sardina.

era de 42 m³/seg.; en el término de dos horas se produce un primer aumento repentino hasta los 150 m³/seg. y dos horas después, entre las

22 y las 24, el caudal sufre un nuevo y brusco aumento hasta los 278 m<sup>3</sup>/seg. Es decir que en seis horas el incremento del caudal es de 236 m<sup>3</sup>/seg. El descenso del caudal es también brusco, lo que refleja la rapidez del escurrimiento y el origen manifiesto de la crecida; en 16 horas se produce una merma de 233 m<sup>3</sup>/seg. con un pequeño máximo a las 16 horas del día 15, debido a un chaparrón de escasas proporciones. En los días subsiguientes el caudal del río sigue su marcha regular como resultado de los deshielos en la cordillera y la marcha diaria de la temperatura.

Esta crecida extraordinaria se debió a chaparrones intensos producidos en la cuenca del arroyo Yaucha, con valores superiores a los 70 mm/h, según nuestras estimaciones, puesto que no disponemos de registros en esta zona; y a chaparrones que simultáneamente cayeron en el piedemonte de la cordillera del Plata, en las cerrilladas de Tupungato, causando la ruptura de canales de riego, caminos y cultivos, puesto que los arroyos habitualmente secos que descienden hasta el río cobraron impetuosa y repentina vida ante el escurrimiento rápido de las aguas de lluvia.

#### CONCLUSIÓN

El río Tunuyán, cuyos principales caracteres hemos tratado de destacar, no difiere fundamentalmente de los otros ríos de la provincia de Mendoza; sin embargo, es el menos alóctono de ellos, ya que si bien no recibe el caudal íntegro debido a su aprovechamiento, posee afluentes en la cuenca media que influyen en gran medida en la marcha diaria de los caudales especialmente en verano. Desde el punto de vista humano el río constituye una pequeña unidad geográfica a la cual está ligada el desarrollo económico de una considerable superficie de la provincia. Su utilización y las características físicas y humanas de las zonas que atraviesa, permiten distinguir netamente dos unidades o células regionales, formando parte de una región más amplia, de las cuales el río representa el nexo de unión y les proporciona un ritmo de vida acorde con su propio régimen. La cuenca media, constituye una de estas unidades regionales, llamada Valle del Tunuyán o Valle de Uco y presenta merced a los afluentes y al propio río, caracteres geográficos particulares que le dan un matiz peculiar a base de sus condiciones del relieve, clima, morfología agraria, etc. La cuenca inferior corresponde a la otra unidad regional y la hemos denominado, por simple convencionalismo, región del este, sin pretender con ello que ésta sea una verdadera región

en el estricto sentido geográfico; pero que posee, sin embargo, caracteres propios que la diferencian del Valle del Tunuyán y del resto de las unidades geográficas de la provincia.

La agricultura, que depende en grado fundamental del riego, está sólidamente ligada a la marcha de sus caudales y sufre, en cierta medida, además de las contingencias de orden exclusivamente climático, los altibajos propios de un régimen nival de montaña. A un año de escasos caudales y, por ende, de escasas precipitaciones de nieve en la cuenca superior, corresponde un año de bajos rendimientos y cosechas medianas.

Es evidente la necesidad de planificar el aprovechamiento integral del Tunuyán, para lo cual el río brinda excelentes posibilidades. A través de la somera descripción que hemos hecho de la cuenca superior, se destaca la bondad del terreno para la construcción de una presa de embalse en el Cajón del Tunuyán. Ella permitiría generar energía hidroeléctrica para proveer a los oasis de piedemonte de la fuerza necesaria para su desarrollo agrícola y, lo que es más importante aun, para implantar una explotación minera intensiva, acorde con las existencias de minerales, algunos de los cuales se explotan en nuestros días con métodos primitivos. Además, una presa de embalse en la cuenca superior permitiría una mejor sistematización del riego en el valle del Tunuyán, función que cumple en la actualidad el dique derivador Valle de Uco. Si bien su sistema de distribución técnicamente es bueno (los canales principales derivados del canal matriz nacen de éste mediante partidores automáticos de hoja móvil), está sujeto a las contingencias de aumentos y disminuciones de caudal, propias del régimen del río y anacrónicas, por otra parte, con las necesidades de agua de los cultivos.

El Departamento General de Irrigación de la Provincia (D.G.I.) y Agua y Energía Eléctrica de la Nación han realizado en conjunto el estudio para la construcción de un dique de embalse en la cuenca media del río, un par de km aguas abajo de la desembocadura del arroyo El Carrizal y a un km aproximadamente aguas arriba de la estación de aforos Ing. Sardina. Este será el primer dique de tierra construido en la provincia de acuerdo a la técnica hidráulica moderna; los materiales necesarios se encuentran "in situ" en la serie sedimentaria terciaria y cuaternaria de las Huayquerías. El embalse "El Carrizal", que así se denominará, permitirá realizar la sistematización del riego en la región

del este y ampliar el área cultivada en unas 20.000 hectáreas aproximadamente. Ya nos hemos referido en otra oportunidad a este proyecto<sup>6</sup> y hemos destacado igualmente la necesidad de realizar una planificación orgánica para que esta obra cumpla con sus objetivos en breve plazo. Otro de los problemas dignos de tenerse en cuenta, y que atañe a la prolongación de la vida útil del embalse, es el comportamiento de los arroyos secos de las cerrilladas de Tupungato y de las Hayquerías, los cuales con las lluvias torrenciales de verano, se convierten en torrentes espesos, semejantes a coladas de barro, transportando hacia el río sus materiales sólidos. Mediante la instalación adecuada de pilotes de madera o cemento, transversales al lecho de los torrentes, podría detenerse el arrastre de los suelos y lograrse un mejor encauzamiento de las aguas. En una etapa posterior a la instalación humana, que en la actualidad se produce a pasos agigantados, merced al aprovechamiento de las aguas subterráneas, en esta zona denominada Pampa de los Avestruces o Pampa del Cebo, el arrastre y destrucción de los suelos debe ser evitado, mediante la organización del drenaje, a través de la forestación y protección de los cultivos, y la adecuada conducción de los sistemas de desagües. Todo ello debería hacerse con el asesoramiento técnico de las reparticiones competentes de la provincia o de la nación, como por ejemplo el D.G.I., que no desempeña ninguna función asesora en el hombre de campo como no sea la simple distribución del agua para el riego. Esta política de defensa de los suelos que proponemos en una primera etapa, debe aplicarse igualmente en las zonas de cultivos próximas a la cordillera frontal (Estancia La Carrera, Palma, Vila, San Pablo, etc.) donde este fenómeno de los torrentes se repite, tal vez con mayor intensidad, debido a la mayor pendiente del terreno. Lamentablemente hasta nuestros días no se le ha dado a este problema la importancia que se merece, y cada verano, asistimos con curiosidad y un poco de asombro al impresionante espectáculo que ofrecen estos repentinos e incontrolables torrentes, arrastrando cuanto encuentran a su paso, incluso campos de cultivos y viviendas.

Agricultura, explotación minera, industrias y el hombre mismo, están relacionados en mayor o menor medida con el río, con las posibilidades que éste ofrece para el desarrollo de las unidades regionales que atraviesa, posibilidades que se verán multiplicadas si se encara una

---

6 BARRERA, R. O., *Dos proyectos de obras hidráulicas en la provincia de Mendoza*, en "Boletín de Estudios Geográficos", Vol. VIII N° 32 (Mendoza, Instituto de Geografía, 1961), p. 122-128.

política de planificación regional orgánica, para lo cual será necesario previamente transformar la mentalidad exclusivamente agrícola de nuestros hombres, y dar también al desarrollo industrial el lugar que le pertenece en el mecanismo económico y social de una región.

CAUDALES MEDIOS MENSUALES Y MÓDULOS EN m<sup>3</sup>/seg.

CAUCES	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Módulo
Río Mendoza . . . .	22,4	21,5	23,6	30,8	48,0	84,9	113,1	89,2	55,5	34,1	27,5	24,1	47,9
Río Tunuyán . . . . . (Est. Valle Uco)	10,8	11,4	12,1	19,3	35,2	59,9	58,1	44,4	30,2	20,2	14,0	12,1	27,3
Río Tunuyán . . . . . (Est. D. Sardina)	24,9	25,3	23,7	28,6	37,2	52,9	53,3	43,9	33,9	27,1	26,1	26,8	33,6
Río Diamante . . . .	20,2	22,3	23,4	31,0	52,7	78,1	73,9	57,1	39,6	29,7	25,9	23,7	39,8
Río Atuel . . . . .	17,9	17,4	18,9	26,0	39,8	55,0	57,1	46,4	32,5	21,4	20,9	19,0	31,0
<i>Tributarios de la cuenca media del Tunuyán:</i>													
A <sup>o</sup> Santa Clara . . .	1,07	1,01	0,98	1,11	1,67	2,73	5,16	4,98	3,25	2,09	1,60	1,25	2,24
Río de Las Tunas . .	0,68	0,62	0,63	0,88	1,78	3,20	3,45	2,82	1,99	1,18	0,86	0,70	1,57
Arroyo Grande . . .	0,74	0,69	0,70	1,02	2,24	4,54	5,35	3,68	2,41	1,42	1,06	0,90	2,06
Arroyo Yaucha . . .	1,52	1,47	1,47	1,59	3,95	5,58	3,95	2,19	1,66	1,51	1,46	1,50	2,32
Arroyo Aguanda . .	0,98	0,99	0,90	1,48	1,49	2,00	2,38	2,58	1,93	1,64	1,25	1,18	1,57

COEFICIENTES DE CAUDALES MEDIOS MENSUALES

CAUCES	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
Río Mendoza	0,468	0,449	0,493	0,643	1,002	1,772	2,361	1,862	1,159	0,712	0,574	0,503
Río Tunuyán (Est. Valle de Uco)	0,396	0,418	0,443	0,707	1,289	2,194	2,128	1,626	1,106	0,740	0,513	0,443
Río Tunuyán (Est. D. Sardina)	0,741	0,753	0,705	0,851	1,107	1,574	1,586	1,306	1,009	0,806	0,777	0,798
Río Diamante	0,508	0,560	0,588	0,779	1,324	1,962	1,857	1,435	0,995	0,746	0,651	0,595
Río Atuel	0,577	0,561	0,610	0,839	1,284	1,774	1,842	1,497	1,048	0,690	0,674	0,613
<i>Tributarios de la cuenca media del Tunuyán:</i>												
Arroyo Santa Clara	0,475	0,449	0,437	0,496	0,745	1,216	2,302	2,222	1,451	0,934	0,711	0,558
Río de Las Tunas	0,432	0,398	0,403	0,563	1,135	2,046	2,200	1,801	1,273	0,756	0,548	0,448
Arroyo Grande	0,360	0,335	0,337	0,492	1,085	2,203	2,595	1,786	1,167	0,687	0,516	0,436
Arroyo Yaucha	0,653	0,633	0,635	0,684	1,703	2,405	1,703	0,943	0,714	0,649	0,629	0,647
Arroyo Aguanda	0,624	0,634	0,577	0,943	0,950	1,276	1,518	1,648	1,232	1,049	0,796	0,755