

*Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado*  
*Universidad Nacional de Cuyo*

*FACULTAD DE INGENIERIA*  
INSTITUTO DE HIDRAULICA

# *Situación Aluvional de la Ciudad de Mendoza – Propuesta de Medidas de Mitigación y Planificación Territorial desde el Punto de Vista Hidrológico*



**DIRECTOR: ING. LUIS ENRIQUE GUIASOLA**  
**CO-DIRECTORA: PATRICIA SUSANA INFANTE**  
**LUIS MARIA MAGISTOCCHI**  
**JAVIER ZAMORANO – CLAUDIO CABIUDO**



Guisasola, Luis Enrique

Situación aluvional de la Ciudad de Mendoza : propuesta de medidas de mitigación y planificación territorial desde el punto de vista hidrológico / Luis Enrique Guisasola ; Patricia Susana Infante ; Luis María Magistocchi ; contribuciones de Javier Zamorano ; Claudio Cabiudo. - 1a ed ilustrada. - Mendoza : Universidad Nacional de Cuyo. Secretaría de Ciencia, Técnica y Posgrado, 2011.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-575-141-5

1. Planificación Territorial. 2. Ingeniería Hidráulica. 3. Canal. I. Infante, Patricia Susana II. Magistocchi, Luis María III. Zamorano, Javier, colab. IV. Cabiudo, Claudio, colab. V. Título.  
CDD 711.5



## CONTENIDO

1. INTRODUCCION – AGRADECIMIENTOS
  - 1.1. FENOMENOS METEOROLOGICOS QUE AFECTAN EL CLIMA DE MENDOZA
  - 1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA FENOMENOLOGÍA
  - 1.3. LAS CRECIDAS ALUVIONALES
2. OBRAS Y MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE CRECIDAS
  - 2.1. DIQUES DE ATENUACIÓN DE CRECIDAS
    - 2.1.1. PROYECTO PRESA CHACRAS DE CORIA
    - 2.1.2. DIQUE MAURE
    - 2.1.3. DIQUE FRIAS
    - 2.1.4. DIQUE LOS PAPAGAYOS
    - 2.1.5. DIQUE Y AZUD SAN ISIDRO
  - 2.2. CANALIZACIONES MATRICES DE EVACUACIÓN ALUVIONAL DE LA CIUDAD DE MENDOZA.
    - 2.2.1. CANAL CACIQUE GUAYMALLÉN
    - 2.2.2. ZANJÓN SOSA
    - 2.2.3. RIO SECO TEJO – VIAMONTE – LINIERS
    - 2.2.4. ZANJÓN MAURE
    - 2.2.5. ZANJON FRIAS
    - 2.2.6. SISTEMA ARROYO SECO PAPAGAYOS - ZANJÓN DE LOS CIRUELOS
    - 2.2.7. CANALIZACIONES INTERMEDIAS
      - 2.2.7.1. COLECTOR LOS CERRILLOS
      - 2.2.7.2. COLECTOR HIJUELA CHACRAS DE CORIA - CANAL JARILLAL
      - 2.2.7.3. COLECTOR GORRITI
      - 2.2.7.4. COLECTOR LAS DIUCAS – CANAL CIVIT
      - 2.2.7.5. COLECTOR INFANTA
      - 2.2.7.6. COLECTOR BOULOGNE SUR MER
      - 2.2.7.7. SISTEMA DE EVACUACION PLUVIAL DEL GRAN MENDOZA Y LA INFLUENCIA DE LOS RSU EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y EVACUACIÓN PLUVIAL
  - 2.3. COLECTORES ESCUDO DE LA CIUDAD DE MENDOZA.
    - 2.3.1. COLECTOR BLANCO ENCALADA
    - 2.3.2. COLECTOR GENERAL LAS HERAS
      - 2.3.2.1. ALUVIONES DEL 24 AL 28 DE ENERO DE 2007
  - 2.4. RESTAURACION HIDROLOGICA DE LOS TORRENTES DE LA FORMACION MOGOTES DEL OESTE DE GODOY CRUZ
3. SISTEMA DE ALERTA HIDROLOGICA Y RADAR METEOROLOGICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA.
4. SISTEMA HIDRONIVOMETEOROLOGICO DEL DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION
5. CONCLUSIONES
  - 5.1. MEDIDAS ESTRUCTURALES
  - 5.2. MEDIDAS NO ESTRUCTURALES
6. BIBLIOGRAFIA

## **INTRODUCCION - AGRADECIMIENTOS**

El presente capítulo ha sido elaborado en base a la gran cantidad de antecedentes existentes en la Dirección de Hidráulica y en la Subsecretaría de Obras Públicas, además de la experiencia vivida durante la actividad desarrollada durante el servicio en esa prestigiosa repartición.

Es por ello que es necesario tener en especial consideración la experiencia volcada en diversos informes preparados por el Ing. Carlos Dieter Segerer, Jefe Técnico y del Ing. José Pappalardo, Subdirector de Programación y Gestión Administrativa, ambos de la mencionada repartición, como así también agradecer a los sucesivos Subsecretarios de Obras Públicas, Ing. Carlos Alberto Santilli y, posteriormente, Mariano Enrique Pombo. Asimismo se debe expresar el agradecimiento al Ing. Jorge Maza, Director del Centro Regional Andino del Instituto Nacional de Agua y el Ambiente, quien desinteresadamente ha aportado imágenes, fotografías y datos. Finalmente, se debe expresar el agradecimiento los Directores de Hidráulica, Ing. Rolando Baldasso, e Ing. José Pappalardo, por su colaboración y disposición en facilitar la documentación solicitada para nutrir al presente capítulo.

Luego de los reconocimientos y agradecimientos, es conveniente realizar un breve resumen de la línea de análisis a fin de facilitar la lectura y comprensión de este capítulo. Como primer objetivo, se tratará de explicar, de manera sencilla, las causas de las crecidas aluvionales, las cuales tiene su origen en la situación geográfica del Gran Mendoza y, por lo tanto, de su climatología y precipitaciones. Como segundo paso, deberá comprenderse la geografía particular del sector para luego relacionarla con las precipitaciones. Seguidamente se expondrá la filosofía de las obras de defensa aluvional del conglomerado urbano, el cual se extiende desde Luján de Cuyo hasta Las Heras. Dichas obras están constituidas por distintas estructuras civiles, las cuales serán descritas y graficadas en distintas escalas, apoyadas en distintos métodos gráficos modernos. Acompañando las obras de defensa aluvional y de mitigación de crecidas se encuentra el Sistema de Alerta Hidrológico, el cual se encuentra formado por una cadena de organismos provinciales y nacionales, en combinación con el Sistema de Radar Meteorológico de la Provincia de Mendoza. Finalmente, se describirá brevemente, según el criterio del autor, las próximas medidas a tomar, tanto desde el punto de vista estructural, como desde el punto de vista no estructural, es decir, mediante estrategias interdisciplinarias y multijurisdiccionales.

## 1.1- FENOMENOS METEOROLOGICOS QUE AFECTAN EL CLIMA DE MENDOZA

El clima árido de la Provincia de Mendoza presenta varios fenómenos meteorológicos que hace aún más difícil la actividad agrícola. Pueden contarse los siguientes:

- viento Zonda
- Piedra y granizo
- heladas tardías
- Tormentas convectivas de verano

El Sistema Productivo y ya sociedad ha tenido que soportar estoicamente todos estos fenómenos de manera histórica, haciendo frente a las pérdidas económicas que los mismos han causado y anualmente causan a la producción de toda la Provincia.

Se mencionarán todos los fenómenos a fin de no presentar un panorama incompleto, aunque los que verdaderamente interactúan con las crecidas aluvionales y sus obras de mitigación son el Viento Zonda, el Granizo y la Piedra.

El viento Zonda (viento cálido y seco tipo föhñ) tiene su origen en el océano atlántico. Durante los temporales de nieve (entre abril y setiembre generalmente) los vientos cargados de humedad ascienden por las laderas orientales de la cordillera de Los Andes dejando su humedad en forma de precipitación pluvial o nívea. Al cruzar la cordillera, lo hacen ya casi sin humedad y cuando la bajan por las laderas occidentales, la fricción provoca un aumento en su temperatura, perdiendo los últimos puntos de humedad que le podrían haber quedado. En algunos casos el viento Zonda *baja* a la superficie en forma de fuertes ráfagas (se han llegado a detectar en sectores de más de 100 km/h) levantando grandes cantidades de polvo. Además, la caída de hojas, ramas y árboles es muy común acompañada voladura de techos en viviendas precarias, de rotura de líneas eléctricas y telefónicas, por lo que las dificultades materiales son muy grandes, sin contar con la afectación a la salud de la población, que es cuando arrecian las enfermedades de origen respiratorio y alérgico, además de las cardíacas y de presión. Por las razones anteriores, ante los pronósticos de estos episodios es frecuente que las autoridades provinciales procedan a la suspensión de la actividad académica y administrativa en los sectores que pudieren resultar afectados, a fin de prevenir desgracias entre los alumnos y personal docente y no docente. Los servicios de Defensa Civil y Policía se ven colmados de denuncias y los hospitales y servicios de emergencias médicas agolpados de pedidos de consultas y atención. La caída de árboles, ramas, hojas y residuos sólidos urbanos (RSU) en los cauces son muy comunes, por lo que luego de la ocurrencia de un episodio de viento Zonda, es necesario el monitoreo y vigilancia de las obras de desagüe y conducción para su mantenimiento y despeje (Figura 1, Figura 2, Figura 232).



Figura 1: Tierra y polvo ambiental durante un evento de viento Zonda en Chacras de Coria



Figura 2: Ráfaga de viento Zonda en la zona del Piedemonte, oeste del Gran Mendoza.

Las masas de aire cálido y húmedo en contacto con la superficie terrestre pueden resultar elevadas a gran velocidad (fenómeno convectivo), especialmente entre los meses de noviembre y abril, produciendo una rápida condensación de la humedad. Para el caso que la fuerza de sustentación sean suficientemente importantes para mantener las gotas en suspensión, las ráfagas ascendentes las llevan a alturas y temperaturas menores, favoreciendo su condensación en forma de pequeños granos. Si aún el aire ascendente posee fuerza suficiente los sigue transportando a capas más frías y altas, con lo que los granos de hielo aumentan de tamaño e incluso pueden aglutinarse. Cuando el peso del hielo supera a la fuerza de sustentación del viento ascendente, es cuando se producen las precipitaciones en forma de granizo o *pedra*, según su tamaño. El hielo precipitado va acompañado de fuertes ráfagas que, a su paso y la precipitación del hielo producen la rotura de ramas, caída de hojas y árboles. No solamente estos son los destrozos, sino que cuando la *manga* de granizo o *pedra* afecta sectores cultivados, las pérdidas de la cosecha son cuantiosas, generando graves perjuicios económicos a los productores. Incluso, si la magnitud del fenómeno es de grandes proporciones (ya sea en tamaño, de hasta 7 u 8 cm de diámetro o duración, alcanzando a veces 30 minutos seguidos) las mismas plantas reciben un daño tal en sus estructuras que se verán afectadas en su crecimiento y producción para la siguiente temporada. El hielo caído no se funde inmediatamente sino que se acumula y, si la tormenta es acompañada de precipitación líquida, el agua arrastra el granizo mezclado con las hojas, ramas y RSU que encuentra a su paso, provocando verdaderos atoraderos en cuanto obra de arte encuentren en los cauces de riego y aluviones inclusive, debido al conocido fenómeno de *rehielo* cuando dos masas de hielo que se juntan y se mantienen presionadas entre sí, forman una masa mayor de hielo. Las alcantarillas y puentes que se ven obstruidos favorecen la acumulación del hielo y agua en las zonas más bajas y delante de los terraplenes de las rutas y ferrocarriles, afectando gravemente áreas urbanizadas a causa de la inundación de las viviendas allí ubicadas. Fue muy notorio el fenómeno ocurrido el 14 de febrero de 2005 a las 15 horas, con una duración de 90 minutos, donde se registró una acumulación de 87 mm de lluvia caída, si contar con la enorme granizada que se precipitó en la zona de Perdriel y Chacras de Coria, en Luján de Cuyo. Este fenómeno no solamente afecta a la producción sino que también agudiza los efectos las crecidas que se producen por las tormentas convectivas. A continuación pueden verse varias imágenes del aluvión de Perdriel arriba mencionado, donde pueden apreciarse todos los efectos de una tormenta convectivas acompañada de granizo.



Figura 3: Acumulación de granizo aguas abajo de la Ruta 40, hacia el este. Puede apreciarse las hojas de los plátanos caídas sobre los techos.



Figura 4: Crecida aluvional en la calle Olavarría, la cual cubre toda la calle. Puede observarse los plátanos del costado sur, afectados por el granizo.



Figura 5: Crecida aluvional en la calle Olavarría, observando el aumento de caudal, ya que el resalto ha aumentado su magnitud respecto de la figura anterior.



Figura 6: Crecida aluvional en la calle Olavarría, la cual cubre todo el cruce aguas arriba de la Ruta 7. La acumulación de agua cubre un R12. puede verse la magnitud por el agua en el cartel de pare.



Figura 7: Saturación de los colectores pluviales debido a la incidencia del gran caudal acompañado del hielo, ramas y hojas caídas.



Figura 8: Efectos del granizo sobre un viñedo. Puede observarse que no ha quedado ni hojas ni racimos en las plantas. El granizo acumulado cubre todo lo arrancado.



Figura 9: Acumulación de granizo arrastrado por la crecida, que se ha transformado en una gruesa capa de hielo



Figura 10: Efectos de la tormenta convectiva que se traducen en caída de un árbol destruyendo una pared, las hojas y ramas arrancadas de los árboles, granizo acumulado en el suelo y escorrentía superficial proveniente de la crecida aluvional

Las *heladas tardías* de primavera (meses de octubre y noviembre) ocurren en una época donde la agricultura se encuentra en un momento de alta fragilidad biológica, debido a que se produce la floración y crecimiento de los primeros brotes. La helada que ocurre por debajo de los  $-2^{\circ}\text{C}$  es muy perjudicial debido a que afecta el sistema de conducción distal de las plantas, sus flores y a los propios frutos en pleno crecimiento. Existen algunas técnicas de prevención para las heladas, como por ejemplo el riego a manto o mantener los surcos con agua para que el calor de vaporización trate de impedir que el aire en contacto con el suelo descienda por debajo de los  $0^{\circ}\text{C}$ . Otra técnica consiste en colocar quemadores de combustible de manera estratégica para lograr el mismo efecto. Cuando las temperaturas descienden muy por debajo de los niveles mencionados (con la atmósfera totalmente despejada y muy baja humedad luego de un día frío) o la permanencia se prolonga durante varias horas en la madrugada, antes de la salida del sol, las medidas de prevención no logran evitar que las temperaturas desciendan, y es cuando las heladas son más dañinas para la producción agrícola. Si la temperatura desciende por debajo de los  $-5^{\circ}\text{C}$ , el efecto es mucho más profundo y el daño llega a nivel celular de las plantas, afectando no solamente a los frutos, sino también a los brotes existentes, conociéndose como *helada negra*, ya que las puntas de los frutales y vides tiene el aspecto oscuro, como si se los hubiera quemado ya que la sabia y los tejidos fueron los que se congelaron ya que no fue acompañada de formación de hielo. Fenómenos como estos son frecuentes, pudiéndose mencionar la helada negra de la madrugada del 9 de noviembre de 2010 en San Carlos, luego de la ocurrencia del viento Zonda. La helada comenzó muy temprano (2 de la mañana), con  $-5^{\circ}\text{C}$ , llegando hasta  $-8^{\circ}\text{C}$  en sectores como El Cepillo durante más de 7 horas, acabando con la cosecha de más de 2000 ha. En las Figura 11 y Figura 12 pueden verse los efectos que pueden producir las heladas negras en los cultivos.





Figura 11: Imagen de hojas de parra luego de una helada negra.



Figura 12: Imagen de los efectos de una helada negra sobre frutales.

La Dirección de Contingencias del Ministerio de Economía posee un seguro agrícola para los casos del granizo y las heladas, debiendo efectuarse la correspondiente denuncia a fin que los especialistas evalúen el nivel de afectación para proceder al pago de un bajo subsidio por ha afectada. Mediante el sistema de radares meteorológicos, los especialistas de la mencionada institución realizan anualmente el mapa del granizo precipitado. Luego de una de tales tormentas, salen a recorrer las áreas afectadas, además de verificar los daños producidos y denunciados.

## **1.2- CARACTERÍSTICAS DE LA FENOMENOLOGÍA DE LAS TORMENTAS CONVECTIVAS**

El Gran Mendoza se encuentra en el pie del sector terminal de la Precordillera Andina, con una superficie aproximada de 700 kilómetros cuadrados, contabilizando en esta área, tanto al piedemonte como a los sectores urbanizados y ocupados por la ciudad.

La topografía del sector es muy variada, pasando de las altas pendientes en la zona de la Precordillera, de relieve montañoso, cuyas altas cumbres que oscilan entre los 3.000 y 2.500 metros sobre el nivel del mar, descienden bruscamente hasta los 1500 metros en pocos kilómetros en una vasta red hidrográfica de quebradas y pequeños valles terciarios hasta desembocar en el propio piedemonte. En este sector, las pendientes muy fuertes de las laderas se transforman en fuertes (del 3% a 7%) recorriendo distancias que oscilan entre los 10 y 15 kilómetros en promedio, donde la hidrografía ha ido definiéndose en cauces principales y cauces de menor magnitud. Dichos cauces se encuentran generalmente secos, salvo cuando se producen las tormentas y lluvias de la época húmeda, como se describirá a continuación. El piedemonte se desarrolla entre los 1.500 metros y los 850 metros aproximadamente sobre el nivel del mar. Esta es el área que recibe las precipitaciones y da origen a los escurrimientos torrenciales que afectan al Gran Mendoza.

Las características de aridez de la zona contribuye al desarrollo de la escasa vegetación arbustiva basada en un suelo edafológicamente muy pobre, donde las características de gran permeabilidad, escasa cohesión y elevada pendiente, le confieren una baja resistencia a la erosión, basada solamente en la vegetación arbustiva y xerófila natural.

El clima del Gran Mendoza se caracteriza por presentar dos situaciones claramente definidas, correspondiente a una época seca y otra un poco más húmeda. Las precipitaciones totales se incluyen en la isoyeta de 200 milímetros anuales.

La temporada seca coincide con la primera parte del otoño, el invierno y la primera etapa de la primavera (mediados de abril a mediados de octubre). Durante este período se produce la menor cantidad de precipitaciones consistente en lluvias y lloviznas, de larga duración en el tiempo, pero de escasa intensidad, variando desde trazas a escasos milímetros. Otro tipo de precipitaciones corresponde a esporádicas nevadas durante los meses de julio a septiembre, tales como los ocurridos en los años 2006 y 2007. En temporadas tales como el invierno de 2003 y 2005 no se registraron precipitaciones de ningún tipo en el sector del Gran Mendoza.

La temporada húmeda abarca el segundo período de la primavera, el verano y las primeras semanas del otoño. Durante esta época se registra entre el 95% y el 98% de las precipitaciones anuales totales. Los fenómenos son de precipitaciones intensas en un muy corto período de tiempo, el cual oscila entre los veinte a los noventa minutos con intensidades muy altas, en que se han registrado hasta un máximo de cinco milímetros por minuto (tormenta del cuatro de enero de 1970).

En las figuras siguientes puede apreciarse las características de las tormentas tanto visualmente como a través del sistema de radar meteorológico de la Provincia de Mendoza<sup>1</sup>. Puede apreciarse que las superficies cubiertas por los núcleos, en principio, no alcanzan a cubrir más de 30 km<sup>2</sup>. Cuando las celdas se agrupan formando una súper-celda, toman superficies mucho mayores y los desarrollos en altura (más de 12.000 m) alcanzan altitudes más peligrosas, favoreciendo la precipitación en forma de granizo y piedras de hielo de mayor tamaño.



Figura 13: Temporal en precordillera, cuenca Sosa



Figura 14: Granizo precipitado sobre la precordillera, cuenca de San Isidro.

<sup>1</sup> Imágenes que pueden observarse en [www.contingencias.mendoza.gov.ar](http://www.contingencias.mendoza.gov.ar)



Figura 15: Tormenta matinal sobre el gran Mendoza.



Figura 16: Tormenta vespertina sobre el gran Mendoza, puede verse el área restringida de acción.

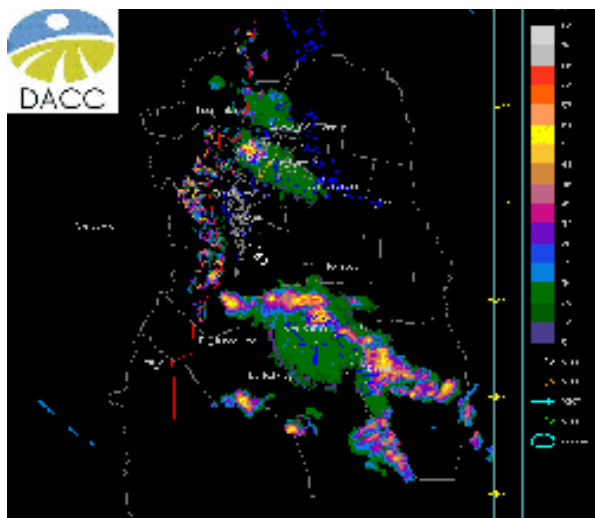


Figura 17: Imagen de radar de la tormenta del día 18 de diciembre de 2008. el área abarcada por las celdas es de muy pocos kilómetros cuadrados, como puede verse en la imagen global ofrecida por el Radar Meteorológico

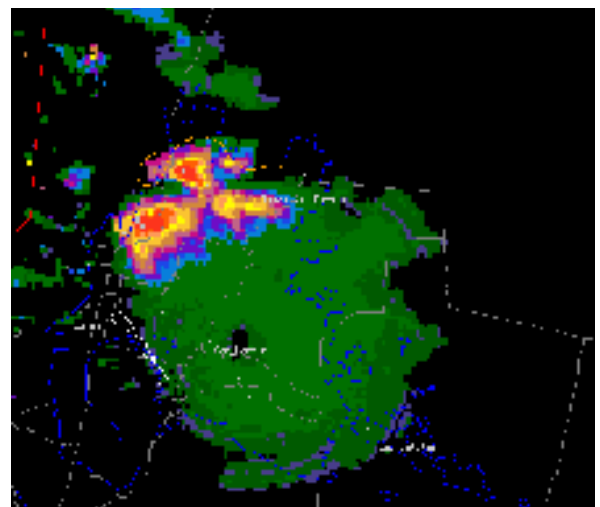


Figura 18: Zoom de la imagen del Radar de la Zona Norte, donde puede verse con mayor detalle la ubicación de las celdas portadoras de la tormenta convectiva.

Estos fenómenos se deben a episodios convectivos de muy alta potencia, en donde las masas de aire caliente y húmedo de las cotas inferiores, ascienden rápidamente en un movimiento vertical de hasta cuatrocientos kilómetros por hora. La formación de estos núcleos de tormenta tarda poco más de 180 minutos en desarrollarse y madurar para convertirse en precipitación. Tal como se mencionó más arriba, en ciertos casos, cuando el ascenso es muy pronunciado, la precipitación viene acompañada de granizo, cuyo tamaño dependerá de la fuerza de sustentación que le ofrece el viento ascendente para mantenerse en movimiento en las capas superiores y más frías de la nubosidad. En ese lugar tiene lugar la aglutinación de los granos para formar unidades más grandes, las cuales, cuando vencen con su peso el empuje de las corrientes ascendentes del aire, precipitan en la clásica forma de “manga” de granizo, acompañada de la precipitación en forma de agua. Estas tormentas están integradas por descargas eléctricas a través de rayos y de ráfagas muy potentes de viento, producto de la precipitación.

Las principales características climáticas anteriores deben combinarse con la mención de una serie importante de eventos naturales que también suelen causar problemas

sobre las áreas que afecta. Los sismos causan problemas sobre las construcciones, la población y la infraestructura; las heladas y el granizo sobre los cultivos en distintas épocas de producción; el granizo afecta a veces, de acuerdo a la intensidad y tamaño de la precipitación, también a la población con diversos daños a las propiedades y los automóviles; las esporádicas erupciones volcánicas han causado enormes pérdidas de territorio afectado a la producción agrícola y ganadera, y afectado y provocado la emigración de pueblos enteros, con serios daños a la salud de las personas; el viento Zonda afecta rutinariamente a la salud de las personas y eventualmente la caída de árboles y ciertos postes de instalaciones o carteles; entre otros eventos de la naturaleza. Todas las áreas poseen flagelos originarios de la naturaleza, los mencionados anteriormente son los característicos de Mendoza, por lo que la población debe convivir con ellos, adaptándose al entorno natural, de manera de verse perjudicado lo menos posible.

La peculiar característica moderna (de los últimos cincuenta años) de Mendoza es la negación de los fenómenos de las crecidas causadas por las tormentas convectivas dentro de las previsiones que todo emprendimiento inmobiliario o productivo debe estudiar, por considerárselas una carga adicional o un gasto superfluo que deben afrontar otros.

El concepto instalado en la sociedad es que las crecidas causadas por las tormentas convectivas o simplemente aluviones, son de plena responsabilidad de alguna jurisdicción estatal, por lo que, en algunos casos se pretende que el mismo estado deba responder por la totalidad de los daños causados por los eventos acaecidos.

Los sistemas de riego y desagüe son el destino, en muchas oportunidades, de los RSU y desperdicios, que son arrastrados por el agua hacia las zonas más bajas sufriendo unos pocos cientos de personas y productores de Lavalle, las consecuencias de la desidia o la falta de consideración y cuidado de muchos miles.

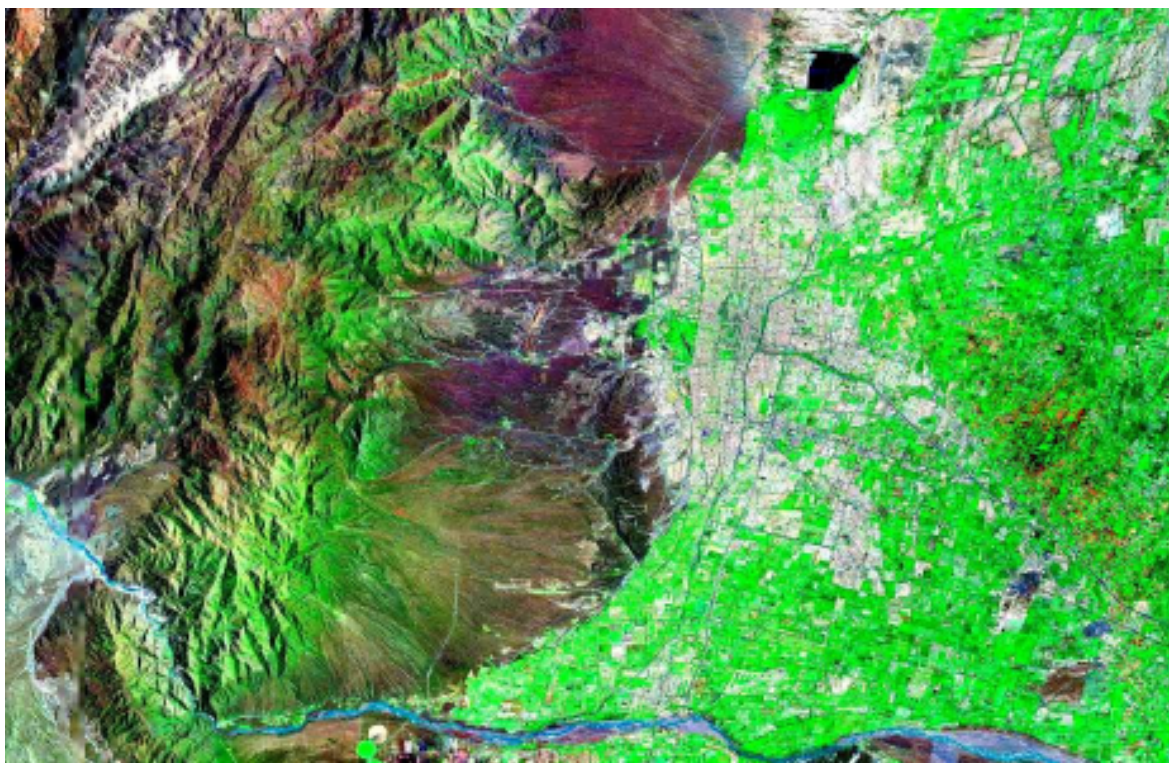


Figura 19: Imagen Satelital correspondiente al Gran Mendoza, extendiéndose desde el río Mendoza por el sur, hasta las estribaciones de la precordillera, unos 25 kilómetros al norte, y hasta el Departamento de Maipú por el este

### 1.3- LAS CRECIDAS ALUVIONALES

Deberá definirse, en primera instancia el concepto de crecida, para luego aplicarlo específicamente a la región bajo análisis.

Se entiende por crecida o creciente, a una descarga de agua, es decir, un determinado volumen del líquido en un tiempo determinado<sup>2</sup>, por encima de sus valores normales de escurrimiento. Debido a que los cauces precordilleranos y pedemontanos se encuentran normalmente secos, el régimen de los mismos es no permanente o también se los conoce como de régimen torrencial<sup>3</sup>.

Cuando se produce una lluvia torrencial, parte del agua precipitada en el primer tercio de la duración de la tormenta, es absorbido por el terreno, de acuerdo a su permeabilidad y parte se evapora nuevamente a la atmósfera debido a las elevadas temperaturas, tanto de sus capas en contacto con el suelo, como debido a las temperaturas del suelo donde ha precipitado. Durante el segundo tercio de duración de la tormenta<sup>4</sup>, se produce el pico del hidrograma, es decir su valor máximo, para luego, entrar en el decaimiento del mismo, hasta llegar al caudal de base, que para este caso vale cero.

El tiempo al pico corresponde a la máxima descarga o al caudal máximo, el que dependerá, en gran medida, de la longitud y extensión de la cuenca y de la situación de la cuenca, previamente a la ocurrencia de la precipitación.

En la Figura 20 puede apreciarse un hidrograma característico en que se distinguen los datos mencionados.

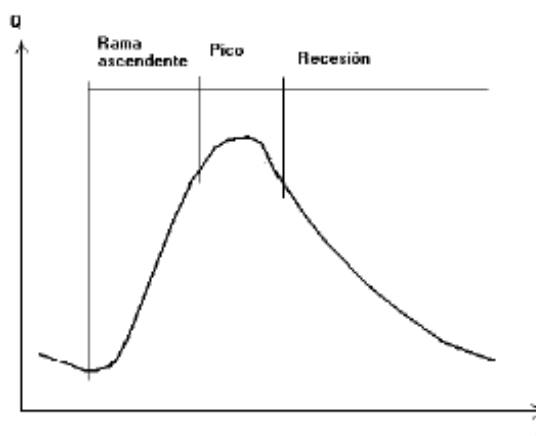


Figura 20: Hidrograma típico de una crecida aluvional

En general, los tiempos al pico o tiempos de respuesta, para el Gran Mendoza oscilan entre los 40 minutos, para los sectores de las cuencas en que se encuentran en la precordillera, y los 20 minutos, para aquellos sectores que se encuentran cercanos a las áreas urbanizadas.

Por las razones geomorfológicas brevemente explicadas, las crecidas aluvionales

<sup>2</sup> Normalmente se expresan las magnitudes de los caudales en cantidad de agua por unidad de tiempo, obteniéndose así metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

<sup>3</sup> También llamados "Ríos Secos".

<sup>4</sup> Se denomina "Yetograma" al gráfico cartesiano donde en las abscisas se sitúa el tiempo y, en las ordenadas la cantidad de lluvia caída, generalmente en milímetros. Se denomina "Hidrograma, al gráfico donde las abscisas contienen el tiempo y las ordenadas el caudal

siempre van acompañadas de abundante material natural, tanto en suspensión como de arrastre de fondo. A medida que las pendientes disminuyen el material que requiere mayor cantidad de energía para su transporte, va siendo depositado en el cauce, mediante el proceso comúnmente conocido como decantación o sedimentación.

Parte de todos estos materiales son conducidos a través de los canales que atraviesan el Gran Mendoza, pudiéndose apreciar luego de las grandes tormentas, en los principales canales matrices y colector final. Dichas crecidas van acompañadas de mucho ruido, debido a las altas velocidades y al gran arrastre de fondo por las altas pendientes que todavía poseen las canalizaciones al pasar por la zona urbana, en el sentido oeste – este.

Es necesario distinguir una crecida aluvional de las crecidas causadas por las tormentas que precipitan sobre las áreas urbanas y, aún de las crecidas en los ríos de origen nival, las cuales coinciden en tiempo de ocurrencia, con las primeras.

Si bien todas son crecidas, las mismas deben ser distinguidas a fin de ser estudiadas convenientemente y mitigadas por las reparticiones y organismos correspondientes y de manera conveniente. Cada crecida debe ser estudiada y tratada de acuerdo a su origen y posicionamiento, como así también las medidas de protección y mitigación que se adecuan a cada caso.

Como se mencionara más arriba, durante la temporada estival, el período húmedo provoca precipitaciones que, de acuerdo a la geografía en que se produce, es el tipo de crecida que se presenta y, por lo tanto, sus consecuentes implicancias, tanto sociales como jurisdiccionales. Es así como se producen las siguientes crecidas claramente diferenciables de las aluvionales

- a- Crecidas de origen urbano: son aquellas que se producen por una precipitación exclusivamente sobre áreas urbanizadas, en las que la topografía y las condiciones de absorción y escurrimiento han sido modificadas totalmente por la acción antrópica. Las clásicas urbanizaciones de trazado rectangular, con las calles y acequias en el sentido de la máxima pendiente, aumentan el efecto de la concentración de los caudales y disminuyen el tiempo de respuesta de las cuencas urbanas. Esta característica provoca que, tormentas de idéntica magnitud, con el correr del tiempo, causen más daños e inundaciones en los sectores más bajos y de menor pendiente que se encuentran en las partes distales o terminales de la periferia de la cuenca.

Evidentemente que el cambio climático no es el responsable para acrecentar de semejante manera las crecidas en tan poco tiempo, sino que el avance urbano sobre sectores naturales de cotas geográficas superiores, obras ejecutadas sin las medidas o previsiones que eviten el aumento de caudales y disminución de los tiempos de concentración, producen el efecto más arriba mencionado.

- b- Crecidas de origen nival de los ríos: son aquellas que tienen su origen en el derretimiento de la nieve precipitada y acumulada durante el invierno anterior, además de la contribución de los glaciares y las vertientes. Asimismo, los caudales de los ríos (corrientes permanentes de agua superficial) pueden recibir aportes esporádicos de las eventuales tormentas que se produzcan durante la temporada estival. En la siguiente Figura 21 puede observarse un típico hidrograma de un río de régimen nival como lo es el río Mendoza.

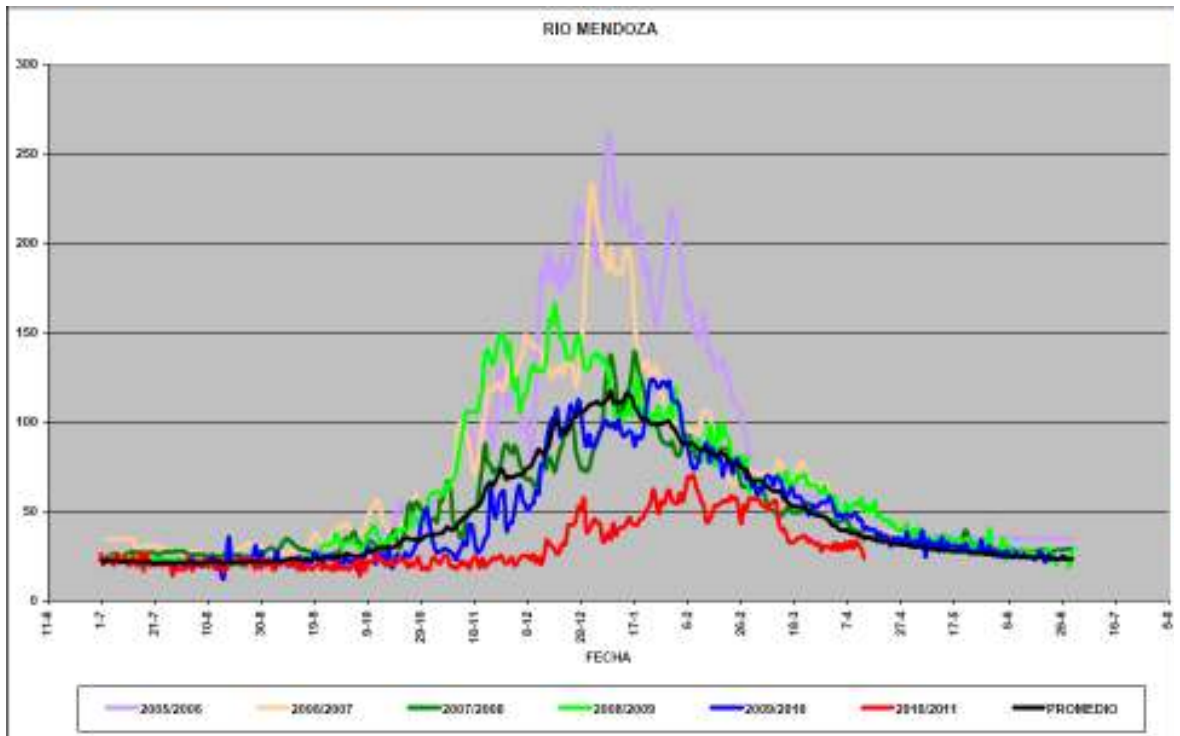


Figura 21: Gráfico que representa los caudales medios diarios (en m<sup>3</sup>/s) de los últimos cinco ciclos hidrológicos y el actual, en línea roja, del cual puede deducirse la crisis hídrica declarada oportunamente. La línea negra representa la oferta promedio de caudales diarios.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Fuente: Departamento General de Irrigación.

## 2- OBRAS Y MEDIDAS DE MITIGACION DE CRECIDAS.

La situación aluvional descripta ha merecido la atención local desde siempre para evitar la problemática que significan las crecidas de verano, especialmente sobre la población y sus viviendas establecidas en lo que hoy se conoce como Gran Mendoza, que abarca desde la ciudad de Luján, en el sur, hasta la ciudad de Las Heras por el norte, extendiéndose hacia el este hasta Maipú. Dentro de este conglomerado, quedan incluidas las ciudades de Godoy Cruz y Guaymallén que, conjuntamente concentran 1.029.129 habitantes de acuerdo a las estimaciones realizadas por el último censo nacional.

Las autoridades y los habitantes de la Ciudad de Mendoza han llevado a cabo diversas obras para evitar los efectos de las crecidas aluvionales que bajan y azotan a la ciudad, desde los cerros y valles de la precordillera.

Dos tipologías principales de estructuras han sido concebidas, de manera tradicional, en el oeste del conglomerado urbano (Figura 22).

La primera de ellas trata de conducir las crecientes desde el oeste, encauzando sus aguas para controlar sus efectos nocivos sobre las márgenes. Es por ello que pueden contarse distintos “Zanjones” y “Ríos Secos” que atraviesan la ciudad de oeste a este, hasta el colector principal que se encuentra en la línea más baja de la ciudad, cuyo desarrollo tiene como dirección principal el eje sudoeste hacia el nordeste, que marca los límites geográficos y políticos de los departamentos de Capital, Guaymallén y Godoy Cruz. Asimismo, ciertos zanjones sirven de límite geográfico a la división política en la Ciudad de Mendoza.

La segunda tipología de obras corresponde a estructuras de mayor elaboración y estudio, destinadas a limitar el escurrimiento de las aguas aluvionales a través de la ciudad, reteniendo los volúmenes escurridos en vasos de embalse para luego erogar de manera controlada esa misma cantidad de agua. Este es el llamado efecto de laminación o atenuación de las crecidas de los diques existentes en el oeste de la Ciudad de Mendoza.

Con posterioridad, se halló la posibilidad de desviar las aguas hacia sectores periféricos u otros cauces matrices, interceptando los caudales que bajan desde el oeste, mediante los que se denominan “Colectores Escudo”.

De esta manera, fueron construidos los *colectores escudo*, identificados como “Colector Blando Encalada”, en el sur y “Colector General Las Heras” en el norte, el cual incorpora al Azud Derivador San Isidro y el Río Seco El Challao como obras asociadas.

La primera línea de defensa directa del casco urbano se encuentra constituida por los diques de laminación de crecidas, los cuales, de sur a norte son los siguientes:

- Dique Maure
- Dique Frías
- Dique Papagayos
- Dique San Isidro
- Pantano Campo Espejo

De cada uno de estos Diques se deriva un canal de salida que constituye el sistema de seguridad hidrológica de cada dique de atenuación. Se ha incluido en el listado anterior



al “Dique San Isidro”, ya que clásicamente se lo ha catalogado y se lo nombra como tal, pero en la actualidad está constituido por un muro de hormigón que conduce el agua a la quebrada del Río Seco El Challao. Desde entonces, esta estructura ha pasado a constituir la obra de cabecera del sistema de atenuación de crecidas del Colector Las Heras – Campo Espejo.

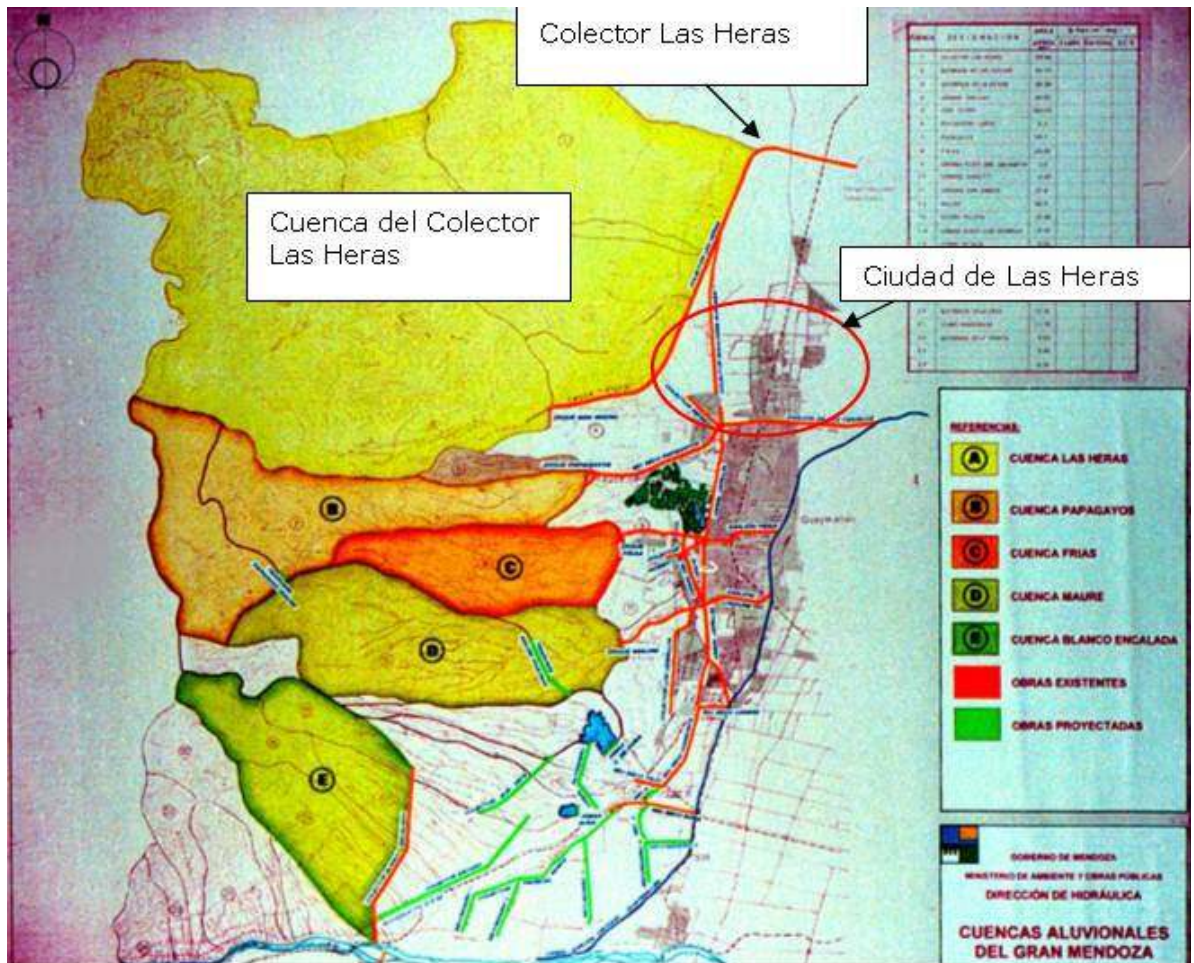


Figura 22: Imagen de las cuencas pedemontanas en general, provenientes de la digitalización del plano del gran Mendoza de la Dirección de Hidráulica.

Estos diques han sido construidos en el punto de concentración de cada cuenca pedemontana, razón por la cual, el canal de salida del sistema de alivio y torretas, coincide con el correspondiente río seco principal de la hidrografía superficial preexistente.

Tal como puede apreciarse en la Figura 22, existen algunos sectores que no poseen defensa u obras de atenuación de las crecidas aluvionales provenientes del piedemonte, tales como Las Compuertas, Vistalba, y Chacras de Coria en el Departamento de Luján de Cuyo. Por ello que, desde la década de 1980 se han venido estudiando diversas alternativas para complementar el sistema de atenuación de crecidas mediante los proyectos de una combinación de obras de retención (presas de atenuación de Chacras de Coria y Sosa) y un sistema de colectores escudo y de conducción que protegieran las áreas arriba mencionadas.

Las obras proyectadas y ejecutadas durante la década de 1940 quedaron marcadas por las características de los conocimientos de esa época y, posteriormente, por el crecimiento explosivo de las zonas urbanas de influencia sobre sus canales de evacuación. Es por ello que la ciudad de Mendoza se halla parcialmente protegida

frente a determinados eventos de recurrencia, traduciéndose ello en la eficiencia de estas obras hasta ciertas intensidades de lluvia caída.

Dentro de los proyectos seleccionados por la Administración Central, se encuentra la combinación de trasvases sucesivos, desde la cuenca del Papagayos hasta la cuenca del Maure y desde allí, hacia el vaso de Chacras de Coria, de manera de aumentar la seguridad hidrológica de las viejas estructuras de atenuación existentes. Dentro de los planes de obras, se encuentra la revisión de los datos de base para este complejo, de manera de optimizar, con los registros de lluvia de los últimos veinte años, las intensidades de tormenta y rediseñar, si fuera necesario, las dimensiones de las obras necesarias, tal como se describirá brevemente en el apartado correspondiente. En atención a los estudios realizados, las obras han sido redimensionadas, en función de las nuevas curvas IDF<sup>6</sup> del Instituto Nacional del Agua, Centro Regional Andino.

Párrafo a parte merece la mención del crecimiento desmedido de la zona urbana hacia distintos sectores, sin planificación o estrategia de desarrollo. Es por ello que, entre el antiguo límite oeste de la ciudad (la calle Boulogne sur Mer en la Capital y Las Heras y la calle Chuquisaca de Godoy Cruz) y la línea de diques de atenuación de crecidas se ha desarrollado una urbanización caracterizada por la falta de planificación, coordinación de los distintos entes estatales y municipales y algunos vacíos legales que son aprovechados por particulares para provecho propio, que han generado una nueva zona de crecidas urbanas que han comenzado a azotar la clásica zona urbana, ubicada al este del eje Chuquisaca – Boulogne sur Mer.

En oportunidad de la mención de las medidas necesarias para la mitigación y atenuación de crecidas, se describirá brevemente la necesidad de medidas no estructurales y la ejecución de obras para mitigar este nuevo fenómeno creado por el hombre dentro de la Ciudad de Mendoza.

## **2.1- DIQUES DE ATENUACIÓN DE CRECIDAS**

Como ya se mencionara anteriormente, la primera línea de defensa y mitigación de crecidas aluvionales está compuesta por una serie de colectores escudo y presas o diques de atenuación de crecidas.

A continuación se listan las cuencas de influencia directa sobre la Ciudad de Mendoza, de sur a norte, tal como pudo verse en la Figura 22.

- Cuenca Sosa: 4.220 ha
- Cuenca Chacras de Coria: 2.300 ha
- Cuenca Blanco Encalada: 7.090 ha
- Cuenca Maure: 6.000 ha
- Cuenca Frías: 2.600 ha
- Cuenca Papagayos: 5.700 ha
- Cuenca de Las Heras: 14.900 ha + 12.180 ha = 27.080 ha

Puede verse fácilmente del análisis de las imágenes y esquemas que a continuación se muestran, iniciando con la Figura 23, que las cuencas Sosa, Chacras de Coria, El Peral no poseen regulación, e inciden directamente sobre las propiedades y población en el Departamento de Luján de Cuyo. Es por ello que se estudiaron y diseñaron los sistemas de presas, trasvases y colectores que más arriba se mencionaron, los que constituyen el Complejo Chacras de Coria, el cual se encuentra actualmente en revisión.

---

<sup>6</sup> Curvas IDF: Curvas Intensidad – Duración – Frecuencias del INA, 2008.

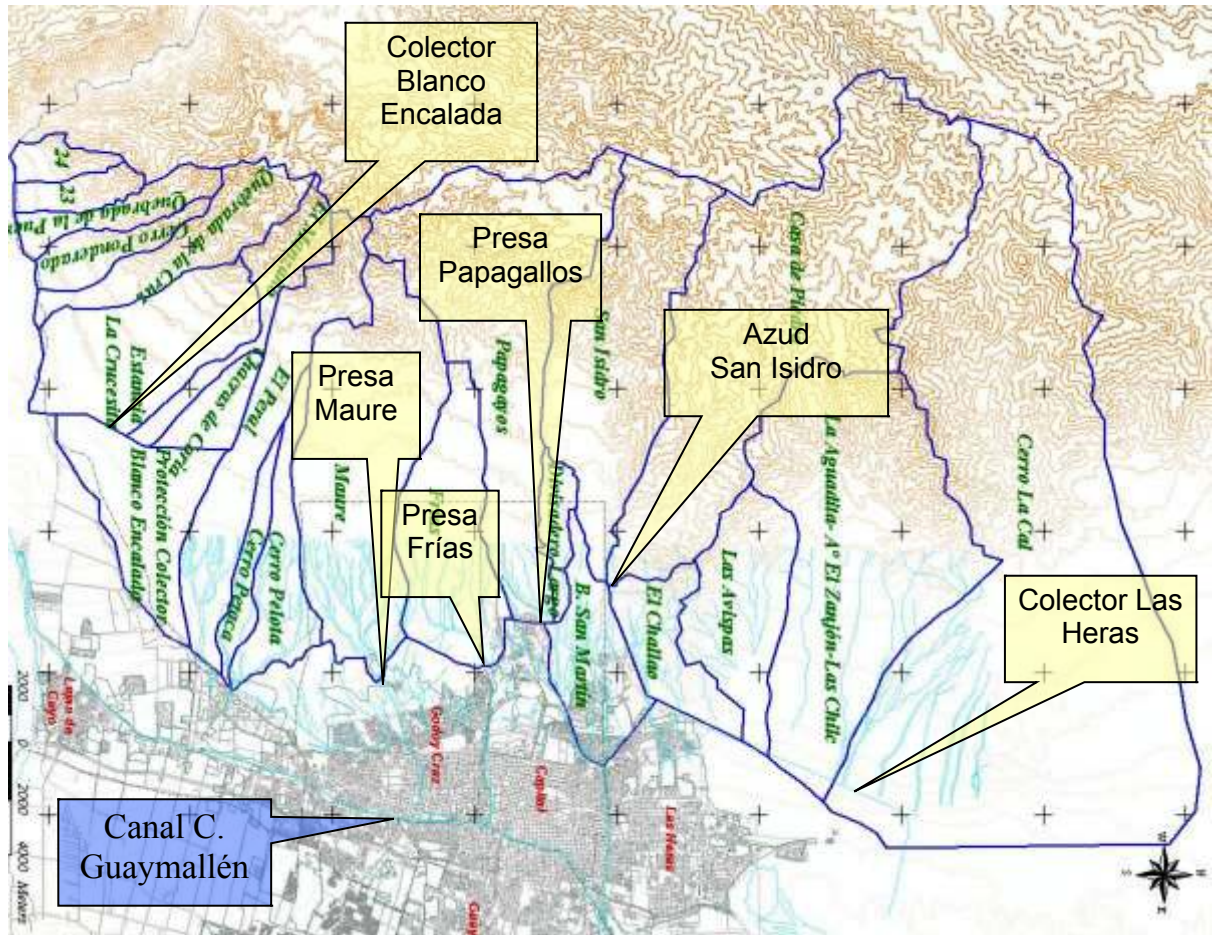


Figura 23: Esquema del Sistema de Defensa del Gran Mendoza compuesto por las Presas de Atenuación de Crecidas y por los Colectores Escudo.

Aguas abajo de cada dique se encuentra el colector emisario que atraviesa la ciudad para tributar al Canal Cacicque Guaymallén.

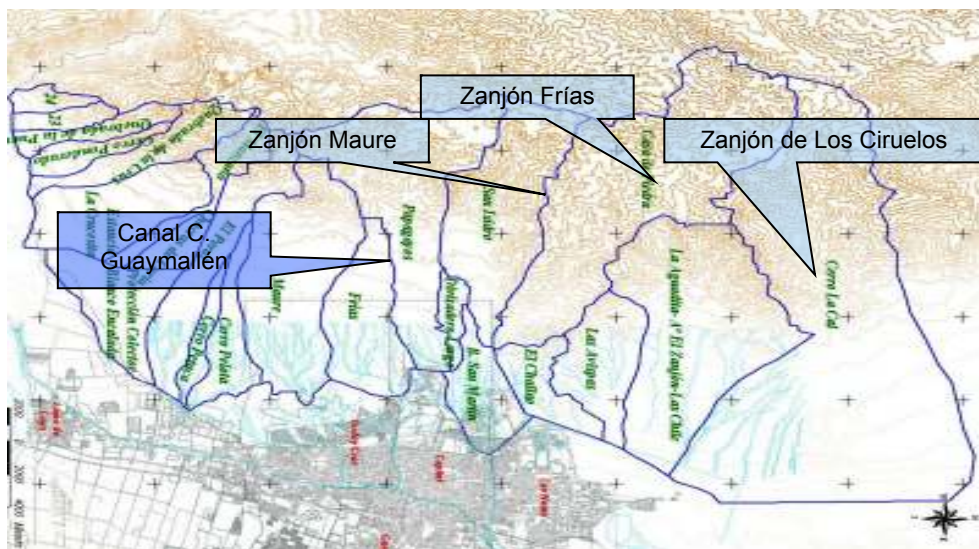


Figura 24: Esquema con las canalizaciones matrices que atraviesan la Ciudad del Gran Mendoza.

La imagen obtenida de Google Earth<sup>7</sup> de la Figura 25 da una cabal idea del enclave de cada uno de los diques de atenuación arriba mencionados, donde se ve claramente el

<sup>7</sup> Imagen facilitada por el Ing. Jorge Maza, Director INA – CRA.

punto de concentración de la cuenca pedemontana correspondiente.

En todas estas imágenes y esquemas se puede evaluar el crecimiento del área urbana hacia la línea formada por los diques con avances, aún más hacia el oeste en algunos sectores.

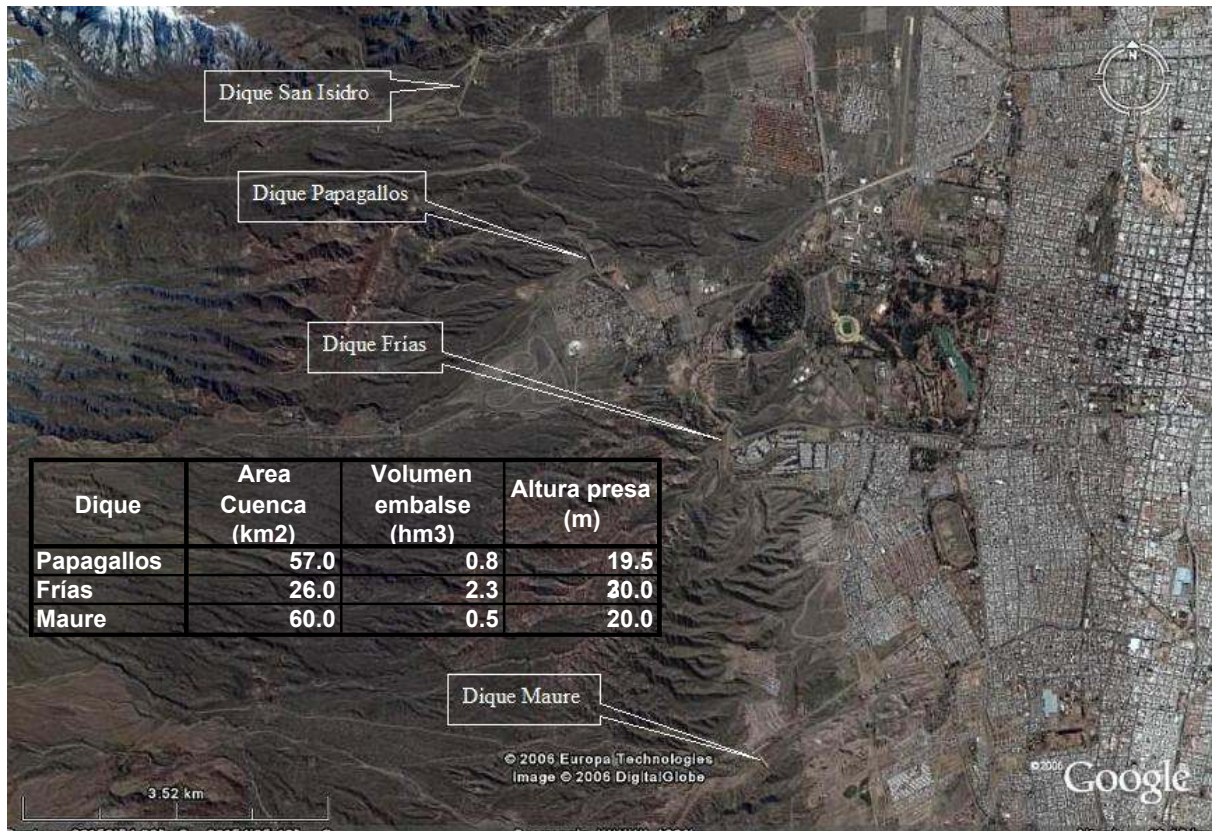


Figura 25: Posicionamiento de las Presas de Atenuación de Crecidas del Gran Mendoza



Figura 26: Fotografía panorámica del piedemonte del Gran Mendoza, fotografiado desde el 8° piso de la Casa de Gobierno



Figura 27: Vista del Dique Maure



Figura 28: Vista del Dique Frías

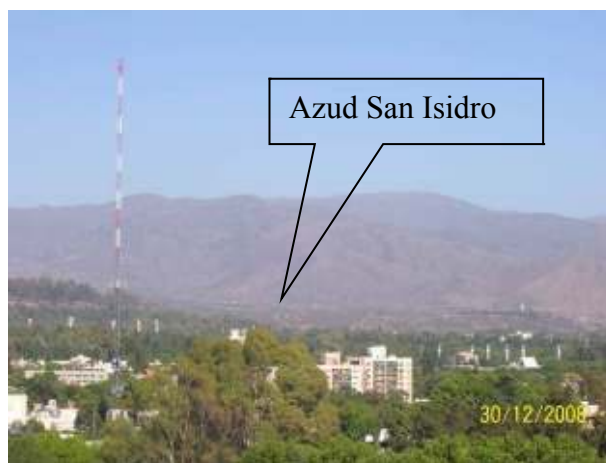


Figura 29: Vista del Azud San Isidro y la Ruta del Circuito de Papagayos

## 2.1.1- PROYECTO PRESA CHACRAS DE CORIA<sup>8</sup>

### 2.1.1.1. RESUMEN

La presa Chacras de Coria es del tipo de materiales sueltos del tipo CRFD, con una altura máxima de 21 metros sobre el lecho del cauce a la cota 993 msnm, una longitud de coronamiento de 535 metros, un volumen del cuerpo de la presa de aproximadamente 305.000 m<sup>3</sup> y una capacidad de embalse máxima (sin revancha) de 2,8 hm<sup>3</sup>. En la Figura 30 puede apreciarse esquemáticamente el corte transversal de la presa conjuntamente con la obra de descarga.

Permitirá la descarga controlada de los volúmenes de agua aportados por las crecidas pluviales, los que serán conducidos al Canal Cacique Guaymallén a través del sistema constituido el río Tejo y los colectores Viamonte – Liniers.

El caudal de diseño o la CMP<sup>9</sup> es de 450 m<sup>3</sup>/s y la presa tiene una capacidad máxima de erogación por descargador de fondo prevista de 23 m<sup>3</sup>/s y por aliviadero de 263 m<sup>3</sup>/s dejando una revancha de 1 m (cota 992 msnm).

<sup>8</sup> Dirección de Hidráulica, Abril de 2010.

<sup>9</sup> CMP: Crecida Máxima Probable, calculada con las curvas IDF del INA, versión 2008.

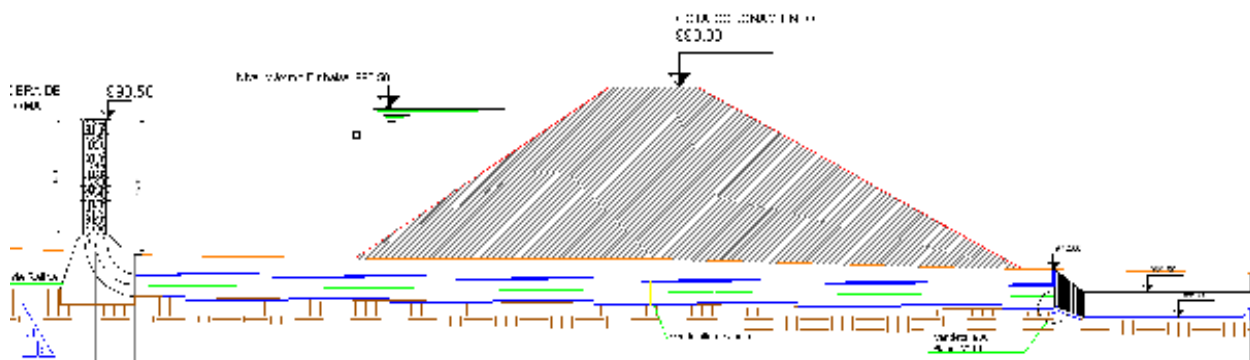


Figura 30: Corte Transversal de la Presa Chacras de Coria y la obra de descarga

### 2.1.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PRESA CHACRAS DE CORIA

Se trata de una presa del tipo CFRD (Concrete faced rockfill dam), de 21 m de altura. Aunque, en este caso es una variante llamada CFGD (concrete face gravelfill dam) que puede llamarse *presa de materiales granulares aluviales compactados con cara de hormigón*.

Este tipo de presas tiene muchas ventajas técnicas y económicas. En el caso que nos ocupa, una presa de atenuación de moderada altura (del orden de los 20-22 metros) que no almacena agua, tiene mayores márgenes de seguridad que los habituales. Además, el lecho de roca no es profundo lo cual es una ventaja.

Su diseño es zonificado, con variaciones de compresibilidad y permeabilidad. Actualmente no existe un diseño standard, la adaptación a la fundación, a los materiales disponibles y la consideración de cada elemento de diseño son necesarias para cada presa en particular.

Por ser una presa de atenuación de crecidas, las condiciones de servicio son tales que, la mayor parte del tiempo el embalse permanece vacío. Esto implica mayores márgenes de seguridad que los habituales. Por lo tanto, los sismos no causan presiones de poro en los vacíos del enrocado, además de tener muy bajos asentamientos, por su elevado módulo y resistencia al corte (principal característica del enrocado compactado).

La estabilidad la proveen los espaldones de enrocado semipermeables y la impermeabilidad se debe a la pantalla, plintos (en roca y flotante) y pared moldeada, todas estructuras de H<sup>9</sup>A<sup>9</sup>.

Este tipo de presas, no es tan exigente en cuanto a los materiales, pudiéndose usar los materiales granulares del lugar de buena capacidad drenante, y ajustándose a especificaciones de ángulo de fricción, tamaño máximo, limitación de % finos, luego se establecen densidades mínimas, altura de capas, número de pasadas de equipo.

La pantalla de hormigón tiene espesor mínimo y constante de 0,3 m. Las losas tienen ancho de 15 m, y se apoyan en los plintos.

La junta perimetral pantalla-plinto brinda un enlace flexible e impermeable y se aconseja tener 2 waterstop, una de cobre tipo W de 1,5 mm de espesor y 75 cm de ancho en el fondo y junta de PVC en el centro del espesor o hylalón en la parte superior.

Las juntas entre losas de la pantalla llevan armadura horizontal pasante y se rellenan con material bituminoso.

El plinto se apoya en el lecho de roca y se fija mediante pernos de anclaje de 25 mm, 4 m de longitud cada 1,5 m (aunque se deberá definir con geología en cada caso). Se adopta ancho de 4 m, espesor mínimo de 0,4 m, con cuantías de acero de 0,3 %, y doble armadura, por control de fisuración. Esas consideraciones fueron las adoptadas por para la Presa Potrerillos y según recomendaciones bibliográficas internacionales como es el caso de "Tratado Básico de Presas" (Autor: Dr. Ing. Eugenio Vallarino, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 4ta edición. 1998).

En general, el ancho finalmente adoptado depende de la resistencia de la roca, aunque 4 m es un valor aceptable. La excavación debe ser mínima, para no alterar tanto la roca. Eventualmente si está muy fracturada, podrán inyectarse para mejorar resistencia y permeabilidad. El plinto sirve también de soporte para inyectar.

Respecto a la fundación, si existen depósitos de grava aluvial, se dejan en el lugar, pero si el aluvión tiene arenas potencialmente licuables, se deben remover.

La presa también dispone de una torre de descarga con capacidad de 25 m<sup>3</sup>/s, similar a la Presa Frías.

De todos modos se indica, que se adoptó como taludes para aguas arriba 1,5:1 y para aguas abajo 1,7:1, valores que ya fueron verificados para la Presa de Embalse Potrerillos que posee una altura de 116 m y la Presa Embalse Caracoles en la Provincia de San Juan de 129 m de altura, las cuales están exigidas con las mismas condiciones dinámicas y con suelos muy similares, lo que indicaría que se tiene una seguridad adecuada para una presa de 21 m de altura.

### **2.1.1.3. ALIVIADERO**

#### **Vertedero**

Como órgano principal de evacuación la presa "Chacras de Coria" posee un vertedero lateral ubicado en margen derecha, respondiendo dicha ubicación a condiciones de utilidad topográfica y de optimización de los volúmenes de suelo a realizar.

La cota de umbral del vertedero se fijó en cota 990,50, con una carga de 1,00 m sobre vertedero y una revancha de 1,50 m respecto a la cota de coronamiento de la presa, siendo su perfil del tipo Creager.

El paramento anterior está formado por un plano ligeramente inclinado respecto de la vertical. El paramento posterior es una superficie cuyo perfil transversal es del tipo Creager, prolongándose en la parte inferior por un plano tangente de inclinación.

De esta manera, el perfil del vertedero está por encima del que correspondería el de la cara inferior de la lámina vertiente, con lo cual se asura la perfecta adherencia de la lamina la paramento sin que se produzcan presiones negativas, a la vez que se logra un máximo valor del coeficiente de gasto.

El caudal a erogar por vertedero para la mencionada carga se eleva a 93,00 m<sup>3</sup>/s (para la Crecida Máxima Probable), adoptándose como coeficiente de gasto 1,86.

#### **Canal Aliviador**

El agua descargada por el vertedero, es conducida aguas abajo por medio de un canal a cielo abierto, excavado en la margen derecha del río seco Tejo.

La pendiente longitudinal se ha fijado en 3%, a fin de limitar el de las excavaciones.

La sección, que va revestida con hormigón, es de forma rectangular, siendo el acho de fondo, de 5 m.

El caudal máximo a erogar es de 360 m<sup>3</sup>/s para (que sería el caudal máximo en el caso de que el embalse llegará a nivel de coronamiento) y superior a la Crecida Máxima Probable que permitirá erogar los 93 m<sup>3</sup>/s.

#### **Disipador de energía**

Como se mencionó la obra de alivio presenta un canal para un caudal de 360 m<sup>3</sup>/s y con una presa presente un canal de descarga de un régimen supercrítico con un Número Froude de 4, por tal motivo se ha previsto al final del mismo un salto o cuenco amortiguador para disipar la energía del torrente y así poder restituir al cauce del río seco Tejo de forma más ordenada.

El cuenco posee un diseño normal; con dimensiones de 30,00 m de longitud útil con un tirante de 4,50 m con revancha de 0,50 m; por 6.00 m de ancho de modo de restituir los caudales a nivel de cauce original.

#### **2.1.1.4. OBRA DE DESCARGA**

##### **Obra de control**

La descarga normal de la Presa Chacra se efectuará por intermedio de una toma tipo torre con troneras y orificios de control al pie, que se continua con un conducto circular, de funcionamiento a pelo libre que atraviesa transversalmente la presa.

La descarga normal de la Presa chacras de Coria se efectuará por intermedio de una toma tipo torre con troneras y orificio de control al pie, que se continuará con un conducto circular, de funcionamiento a pelo libre que atraviesa transversalmente a la presa.

El caudal de descarga, para funcionamiento normal, ha sido fijado en 25 m<sup>3</sup>/s, aunque se prevé a embalse lleno que el caudal no superará los 23 m<sup>3</sup>/s. Como el gasto de las troneras es superior al valor fijado, ha sido necesario colocar una sección de control al final de la torre, para limitar el caudal erogado.

Se construirán seis troneras enfrentadas entre sí. Tendrán 0,45 m de ancho por 0,75m de alto y una separación de 0,95 m en el sentido vertical.

La sección de control estará constituida por un orificio de 1,50 m de diámetro.

En la Figura 31 puede apreciarse en el esquema del corte transversal de la torreta de la obra de descarga la disposición de las troneras y orificio de control.



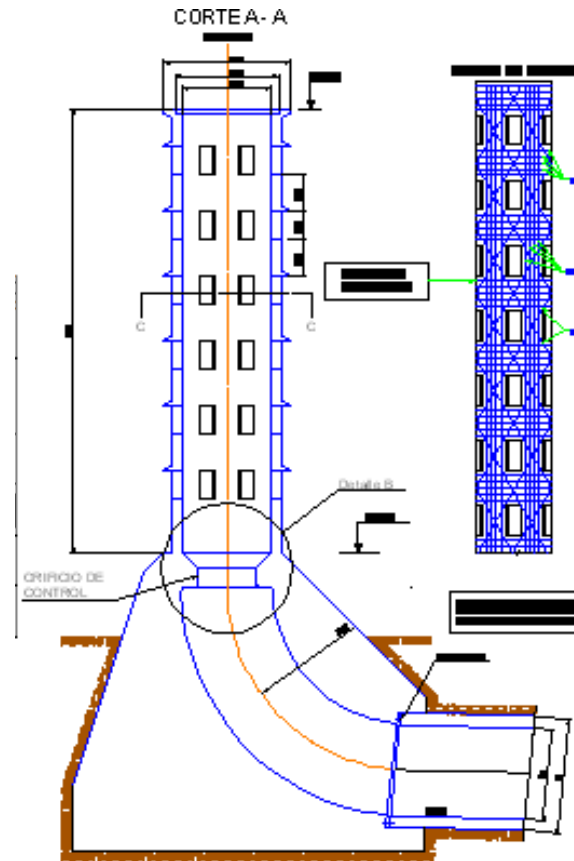


Figura 31: Corte Transversal de la torreta de la obra de descarga

### Conducto de descarga

Con el objeto de prevenir los efectos del arrastre de aire, oscilaciones de presión, que provocan impactos y vibraciones, se ha dimensionado el conducto de manera que funcione a no más del 85% de su capacidad en el extremo de aguas abajo y con la máxima descarga.

Con esta limitación el aire puede penetrar por el conducto, evitando de esta manera las presiones negativas a lo largo del mismo.

El caudal máximo a erogar es de  $21,8 \text{ m}^3/\text{s}$  para la creciente de proyecto y de  $23,3 \text{ m}^3/\text{s}$  para el NME (Nivel de Máximo Embalse). La pendiente es de  $0.02 \text{ m/m}$  (2%) y el coeficiente de rugosidad adoptado es  $n=0.016$ . Para estas condiciones el diámetro del conducto es de  $2.2\text{m}$ .

Como hipótesis de carga, si se considera el conducto enterrado, las cargas que se producirían por asentamiento de la presa deberían ser nulas por el efecto arco. Sin embargo, se consideró el 50% de carga sobre el conducto para su verificación.

Además, en el último tramo se consideró como carga accidental una topadora de  $12 \text{ t/m}^2$ , verificando la armadura adoptada.

A continuación se presenta un gráfico de la sección estructural tipo del conducto.

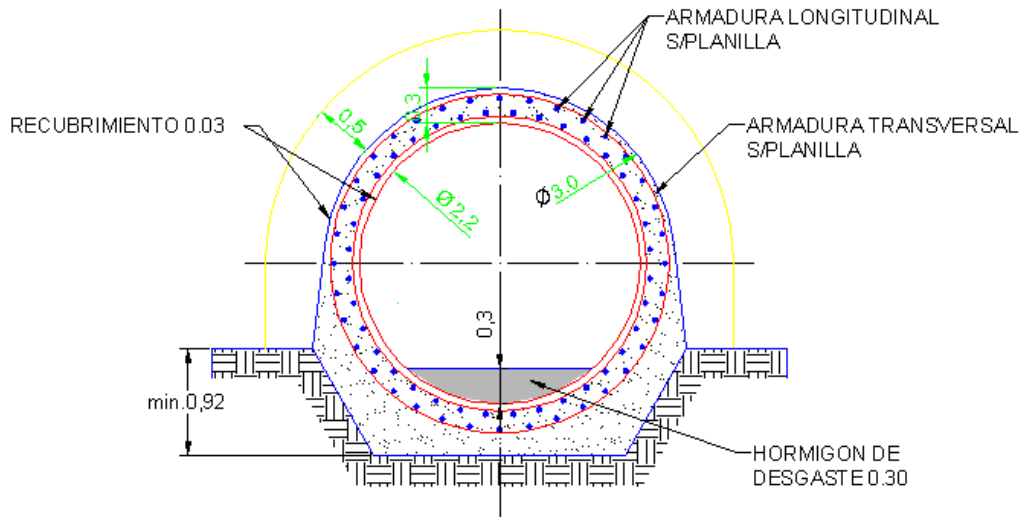


Figura 32: Esquema de conducto de descarga

### Disipador de energía

El conducto de salida descarga en un cuenco disipador de energía que conecta a un canal excavado en sección trapezoidal de pendiente de 0,001 m/m hasta alcanzar el nivel actual del lecho del cauce Tejo. Este cuenco tiene por objetivo disipar la energía cinética del escurrimiento y entregar al canal con las menos perturbaciones posibles.

Este disipador de energía consiste en un cuenco plano suido de una transición, que empalma con la sección trapezoidal. El ancho del cuenco es de 5 m y un largo de 18 m de fondo horizontal.

### Coronamiento

El coronamiento se ha previsto con la construcción de un pavimento de hormigón de 0,20 m de espesor de 10 m de ancho., el mismo se construirá sobre una base estabilizada de 0,30 m de espesos. La pendiente transversal del mismo es del 2% hacia aguas abajo, el cual permite evacuar el escurrimiento superficial hacia canal colector de desagües pluviales.

El canal colector de aguas abajo tendrá dos pendientes una hacia cada margen de la presa de forma de evacuar los escurrimientos por ambas laderas mediante cuneta.

En el costado de aguas arriba se construirá otro colector que permitirá realizar todo el tendido eléctrico de las columnas de iluminación.

Se ha previsto la construcción de 2 (dos) veredas perimetrales encima de los canales colectores y la colocación de barandas en hormigón.

### Costo

El costo al mes de abril de 2010 es de \$ 60,554,593.

### 2.1.2- DIQUE MAURE

El Dique Maure es una estructura de retención que se ubica en el punto de concentración de la cuenca del mismo nombre de 60 km<sup>2</sup>. El dique consiste en un escollero con lajas de hormigón aguas arriba y aguas abajo, con una altura de 20 metros sobre el cauce principal. La longitud de coronamiento es de 167 metros sobre el cauce principal, más 72 metros sobre la margen izquierda para completar el cierre más

16 metros del puente sobre el canal del aliviadero (Figura 33).

Como sistema de evacuación y laminación hidráulica, cuenta con dos torretas con cuatro orificios por nivel. Asimismo, a fin de complementar la capacidad de regulación y ofrecer seguridad hidrológica, cuenta con un aliviadero formado por un vertedero lateral de 43 metros de longitud sobre la margen izquierda del vaso e independiente del cuerpo de la presa, con una capacidad aproximada de 200 m<sup>3</sup>/s (metros cúbicos por segundo)<sup>10</sup> de evacuación, para una carga de 2 m (Figura 34). El canal de evacuación es de sección trapecial y conjuntamente con la obra de disipación se encuentran ejecutados en hormigón armado. La capacidad de evacuación de las torretas en su conjunto es de 38 m<sup>3</sup>/s.

El vaso cuenta con una capacidad de retención de 0,53 hm<sup>3</sup> (hectómetros cúbicos<sup>11</sup>)

La ejecución de este Dique data de finales de 1939 y principios de 1940.

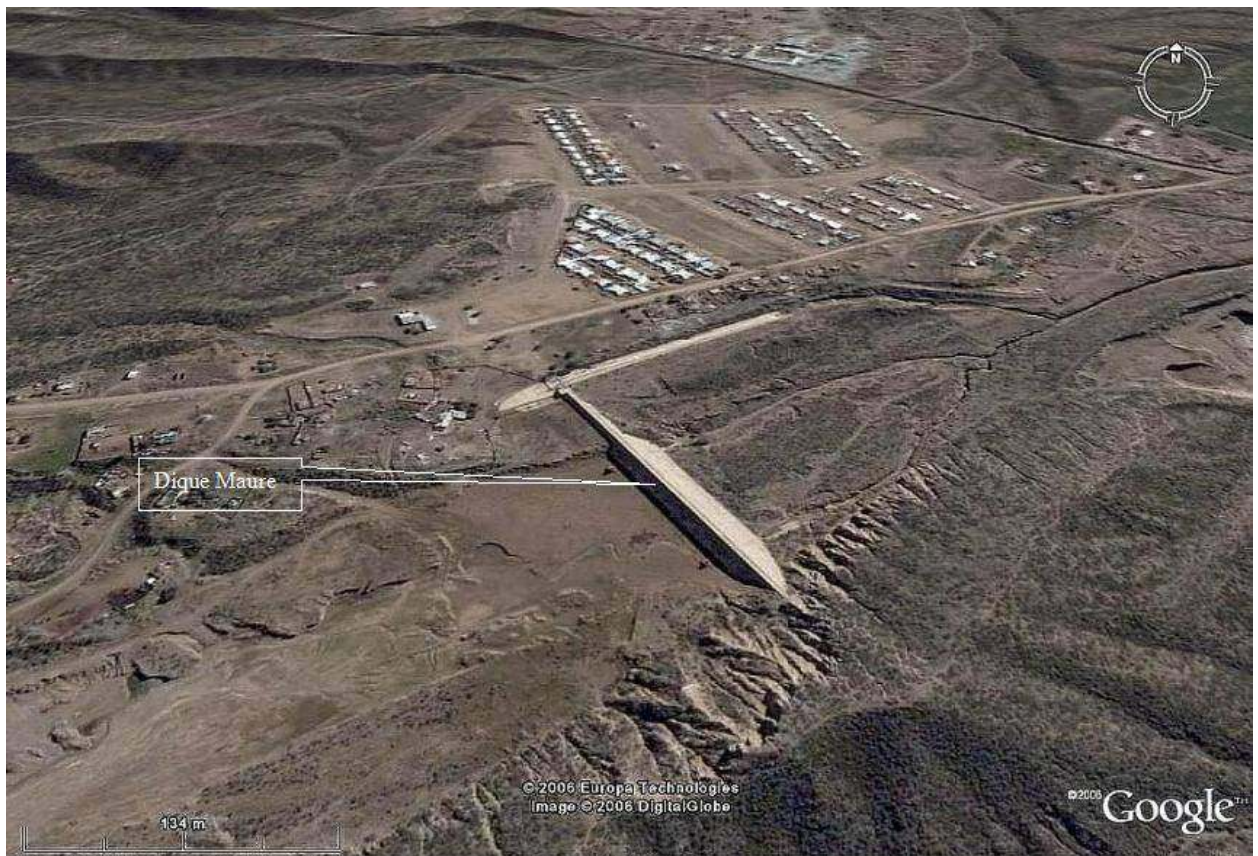


Figura 33: Imagen del Dique Maure. Pueden observarse el aliviadero y las torretas para la descarga controlada.

<sup>10</sup> El Metro cúbico por segundo es una unidad de caudal y equivale a un volumen de 1000 litros en un segundo.

<sup>11</sup> El hectómetro cúbico es una medida de volumen, equivalente a un millón de metros cúbicos



Figura 34: Vista del Vertedero del Aliviadero sobre margen izquierda

El funcionamiento de regulación se basa en acumular en el vaso del Dique, el agua precipitada que proviene la cuenca pedemontana, formando un reservorio al oeste y fuera de la zona urbanizada del Gran Mendoza. A medida que el agua se acumula, comienza a ser evacuada por los orificios de las torretas del sistema de evacuación (Figura 35).



Figura 35: Vista de las torretas del sistema de evacuación en dos temporadas distintas.

A medida que el nivel de agua va aumentando en el vaso, la descarga a través del sistema de torretas incrementa su magnitud, ya que se incorporarán paulatinamente a la evacuación el nivel superior de orificios de la torreta. En la Figura 36 se aprecian los distintos niveles que posee la torreta, visualizándose el efecto arriba mencionado.



Figura 36: Detalles de la torreta de margen derecha. La sedimentación del vaso se encuentra sobre el nivel del primer orificio de la torreta.

Para favorecer el ingreso de las primeras descargas, los dos niveles inferiores cuentan con un abocinamiento lateral (Figura 35 y Figura 36) para incrementar la eficiencia hidráulica y detener el arrastre de la vegetación que transporta el frente de crecida. Estas medidas favorecen la disminución del peligro de obstrucciones de los orificios superiores, momento en que es necesario contar con la mayor sección de descarga ya que haber alcanzado esos niveles implicaría que se trata de un fenómeno convectivo de baja frecuencia, por lo tanto de alta intensidad.

Como medida adicional de seguridad ante el vandalismo, los orificios de las torretas cuentan con un enrejado que limita la entrada a la conducción, disminuyendo el peligro de accidentes personales o que se intente descargar con medios mecánicos, elementos dentro de las conducciones.

La conducción de fuga de las torretas está compuesta por sendas canalizaciones rectangulares (Figura 37) que atraviesan el cuerpo de la presa, se prolongan aguas abajo unos pocos metros y descargan al cauce natural.

Tal como puede apreciarse en la figura arriba mencionada, las sucesivas descargas ha producido efectos erosivos sobre el cauce, de progresión regresiva, es decir desde aguas abajo hacia aguas arriba. Esta situación, va provocando que el cauce vaya disminuyendo su nivel de fondo, con lo que la disipación de energía ha alcanzado la progresiva de la desembocadura de la canalización.

Tal situación hace necesaria una revisión estructural e hidráulica de cada desembocadura para evitar que la erosión regresiva pueda dañarlas y la disipación de la energía pudiera afectar la estabilidad de la presa.



Figura 37: Detalle de la salida del túnel de evacuación de la torreta de margen derecha.

El Dique Maure cuenta con un aliviadero lateral sobre margen izquierda del vaso, cuyo canal de descarga puede observarse en la Figura 38 y en la Figura 39. Entre ambas imágenes existe un lapso de poco más de tres años, 2007 – 2010 pudiéndose observar la forma explosiva de acumulación de residuos sólidos urbanos acumulados.

La situación de ocupación de la margen izquierda de la rápida del aliviadero se ha saturado de ocupantes ilegales, cuya actividad principal consiste en la recolección informal de residuos (cirujeo). Estas acciones llevan a acumular los residuos en parte del terreno usurpado, tal como puede verse en la Figura 40 para luego clasificarlos para su posterior venta a las compañías recicladoras de plásticos, papeles y cartones, vidrios y metales.

Muchos de los terrenos limitan con el canal, por lo que las grandes pilas de residuos terminan desmoronándose dentro del mismo. Para el caso de grandes acumulaciones del descarte de los residuos, es práctica común la quema de los mismos para reducir su volumen. Asimismo, la incineración es usualmente utilizada para poder hallar los elementos metálicos de entre las bolsas recolectadas.



Figura 38: Canal de Evacuación del Aliviadero de Margen Derecha.



Figura 39: Canal de evacuación en su situación actual, con asentamientos sobre su margen izquierda

Las nubes de humo de los residuos quemados se generan en cotas mucho más altas que las del casco urbano, causa por la cual, durante las horas más frías del día, se deslizan, como un verdadero fluido, más pesado que el aire, llegando a la ciudad a través del cauce del propio Zanjón Maure. Ello se conjuga con la propia contaminación de las fuentes móviles de emisión, dando como resultado altos niveles de contaminación atmosférica en las primeras horas de las mañanas de invierno (entre las 9 y 10 horas), cuando la capa de inversión térmica<sup>12</sup> se encuentra a pocas decenas de metros sobre la superficie de la ciudad.



Figura 40: Ocupación de la margen izquierda del Canal de Evacuación del Aliviadero

La contaminación de los cauces y la acumulación de los residuos sólidos urbanos (RSU) constituye una consecuencia directa de la falta de planificación, control de los asentamientos en las cercanías de las estructuras de evacuación aluvional. En este caso, la situación se ha agravado en los últimos cuatro años, debiendo ser éste, un motivo de preocupación de las autoridades concernientes ya que, si bien no aumentan

<sup>12</sup> Capa de Inversión Térmica: estrato de la atmósfera que, por su de temperatura mayor, impide que el aire más frío, en contacto con la superficie terrestre pueda ascender, favoreciendo la concentración de la polución atmosférica.

el riesgo hidrológico sobre la Ciudad de Mendoza, contribuyen al aumento de la contaminación hídrica de los recursos superficiales en las zonas más bajas y alejadas de la ciudad, ya que, en última instancia, serán conducidas a través de los sistemas de canalizaciones conforme se produzcan las crecidas aluvionales. Estas observaciones deberán constituir un motivo de acción no estructural para evitar el aumento de la contaminación y disminución de la sustentabilidad del Oasis Norte de Mendoza.

El sistema Maure cuenta con una particularidad adicional. Cuatrocientos metros aguas abajo existía una explotación de áridos (ripiera) basada en la extracción del material a cielo abierto, dejando como secuela un gran foso fruto de la excavación (Figura 41). Este emprendimiento no es el único existente en el piedemonte del Gran Mendoza y data de muchos años (sus inicios se remontan a la década de 1970). Las excavaciones y extracción del material llegaron muy cerca de la margen derecha del zanjón Maure. La explotación había avanzado tanto que, durante la década de 1980, luego de una tormenta convectiva, a causa del peso propio y falla en la fundación como consecuencia del avance de la ripiera, se produjo el colapso de la margen y su la caída muro de sostenimiento. Este hecho ha provocado que, desde esa época, los fosos, fruto de la explotación hayan conformando un pulmón adicional y no programado aguas abajo de las descargas de los órganos de regulación y seguridad de la Dique Maure frente a las crecidas aluvionales que pueda atenuar esta estructura.



Figura 41: Imagen general del Dique Maure y de las ripieras del oeste de Godoy Cruz

Tal como puede observarse en la Formación Mogotes, sobre la cual se asientan las obras de retención de crecidas aluvionales, el material que la compone tiene aptitudes como agregado para hormigones y para terraplenes, tal como lo demuestra la existencia de las ripieras cercanas. En esta línea de pensamiento, podría diagramarse un programa de explotación de los materiales del vaso (Figura 45) de laminación de crecidas, con el doble propósito de efectuar una actividad hidrológica sustentable, a la vez que podría disminuirse explotaciones de características extractivas en otros sitios más alejados de la ciudad, tal como, por ejemplo, los ríos secos que interceptan la Ruta Nacional N°40, a 50 km al sur de la Ciudad.





Figura 42: Imagen de las ripieras colindantes con el Zanjón Maure, aguas abajo del Dique del mismo nombre.



Figura 43: Imagen de la ripiera al sur del Zanjón Maure.



Figura 44: Fotografía del Dique Maure desde aguas abajo, calle Segundo Sombra



Figura 45: Vista panorámica del vaso del Dique Maure, la que da idea de su potencial para la extracción de materiales para agregados de hormigones, estabilizados para terraplenes y material de embanque para jardines.

### 2.1.3- DIQUE FRIAS

Desde sur a norte, puede encontrarse la segunda estructura de laminación de crecidas, llamada Dique Frías, ubicada aproximadamente en el límite de la Ciudad Capital y el Departamento de Godoy Cruz, en el punto de concentración de un área de 26 km<sup>2</sup>. Esta estructura posee su propia historia, ya que habiendo sido construida contemporáneamente a la de la cuenca Maure y Papagayos debió soportar la mayor tormenta convectiva registrada.

Durante la tormenta del cuatro de enero de 1970 se produjo una crecida aluvional que causó la rotura del Dique Frías construido paralelamente y con las mismas premisas de diseño que el Dique Maure. Dicha rotura figura en los anales de fallas catastróficas de todos los libros de grandes presas. De acuerdo con los informes especialmente realizados y redactados para tales efectos, la problemática se debió a una escasa estimación de la tormenta de diseño (criterios anteriores al advenimiento del hidrograma unitario) y a poseer estructuras de seguridad hidrológicas subdimensionadas. Ello provocó el sobrepaso y rotura de la antigua estructura de escollera y núcleo de tierra, provocando 21 muertos, la mayor parte de ellos se encontraban habitando en viviendas precarias ubicadas aguas abajo del emplazamiento del Dique. En las fotografías pueden observarse restos del antiguo

dique.<sup>13</sup>



Figura 46: Fotografía general hacia aguas arriba de las ruinas del Dique Frías



Figura 47: Relevamiento realizado durante el estudio de las causas de la rotura del Dique Frías

Debido a que la tormenta del domingo 04 de enero de 1970 fue generalizada en todo el piedemonte, el cual se encontraba prácticamente saturado debido a las lluvias que lo precedieron, la escorrentía de la montaña fue generalizada, pero no simultánea. La supercelda de tormenta se trasladó en dirección norte hacia el sur, precipitando intensamente desde la cuenca de Papagayos hasta el Río Mendoza, afectando a su paso principalmente al Dique Frías (como ya se comentó) y a la zona de Chacras de Coria, destruyendo el viejo cauce modificado del Zanjón Sosa, y el Río seco Tejo – Viamonte – Liniers. Como consecuencia de la concentración de los caudales en el Canal Cacique Guaymallén, se produjeron graves daños a lo largo del mismo, desde Chacras de Coria hasta la Ciudad, especialmente el Puente Olive, aguas debajo de Carrodilla, desembocadura del Río Seco Liniers.

Con posterioridad, durante el año 1971 y subsiguientes, se construyó una nueva presa, con modernos criterios de diseño para capacidad de laminación y obras de seguridad hidrológica, como así también la delimitación del canal de evacuación a través de la construcción de muros de sostenimiento que restringieron el avance de las construcciones precarias, conocidas como villas inestables. Dichos muros han servido para delimitar el cauce del Zanjón Frías, que atraviesa toda la ciudad de Mendoza, de oeste a este, hasta desembocar en el Canal Cacique Guaymallén.

El cuerpo de la presa actual consta de espaldones de tierra con núcleo impermeable y escollero de protección en todo el desarrollo de los taludes, aguas arriba y aguas abajo (Figura 48 y Figura 49). La altura de la presa es de 30 metros, se encuentra ubicada aguas arriba del antiguo emplazamiento (Figura 54), con una longitud de coronamiento de 470 metros, más una longitud de 65 metros que incluye el puente sobre el aliviadero.

<sup>13</sup> De acuerdo al Informe Oficial del Ministerio de Obras y Servicios Públicos, Comisión designada por la Resolución N°1 OS/1970, Marzo 1970.



Figura 48: Imagen general del Dique Frías.

La capacidad de retención del vaso es de  $2,3 \text{ hm}^3$ . El sistema de seguridad hidrológica está integrado por un descargador de fondo sin obra de control, compuesto por una torreta de capacidad máxima de  $26 \text{ m}^3/\text{s}$  y por un aliviadero de capacidad para  $380 \text{ m}^3/\text{s}$ , construido sobre la margen izquierda, totalmente independiente del cuerpo de la presa. El vertedero lateral tiene una longitud de 40 metros (Figura 52).

La torreta de evacuación de caudales del Dique Frías es de sección circular, cuyo principio de funcionamiento es el mismo que el explicado para la Presa Maure. Su canal de evacuación atraviesa el cuerpo de la presa, a nivel del cauce natural, y termina en una obra de disipación de energía, aguas arriba de la rápida del aliviadero.



Figura 49: Fotografía del espaldón de aguas abajo



Figura 50: Fotografía del vaso de laminación y la torreta en el centro del tercio de margen izquierda

En la Figura 50 y en la Figura 51 puede apreciarse el detalle de la torreta circular, por cuyos orificios escurre el agua a medida que se acumula en el vaso. Asimismo, puede observarse el material de escollera que forma el espaldón aguas arriba de la estructura de retención. En este caso, los orificios y la estructura están dispuestos de modo tal que se dificulte el vandalismo. El techo de la torreta está compuesto por una reja para impedir que una persona caiga por el conducto y evitar que materiales flotantes puedan ingresar y obstruir la conducción.

Por otro lado, puede observarse el trabajo de maquinaria pesada de desembanque del vaso. Dicho material puede emplearse como relleno de jardín y el material más grueso, una vez clasificado, podría utilizarse para agregado para hormigones, tal como se ha mencionado para el vaso del Dique Maure.



Figura 51: Detalle de la torreta de descarga y material del espaldón aguas arriba

El vertedero del aliviadero se ha construido totalmente independiente de la presa de materiales sueltos a fin de presentar una unidad estructural con la menor probabilidad

de filtraciones con el cuerpo de la presa. El perfil del vertedero es del tipo Creager de manera de obtener el mayor rendimiento hidráulico tal como puede apreciarse en la Figura 52.



Figura 52: Vertedero lateral de margen izquierda.

El canal de evacuación, todavía no utilizado desde su construcción, presenta una alta pendiente que finaliza en una obra de disipación compuesta por dados y dientes de hormigón armado que cortan la corriente, dividiéndola a fin de disipar su energía con el choque entre las distintas venas y un salto final para disipar la energía en el vuelo y caída del escurrimiento, contra la otra margen, tal como puede apreciarse en la Figura 53 y en Figura 54.



Figura 53: Rápida de evacuación del Aliviadero de margen izquierda



Figura 54: Obra de disipación de energía y salto de esquí. Restos del antiguo dique.

En la fotografía de la Figura 55 puede observarse la gran diferencia de cota existente entre el coronamiento del dique Frías y la ciudad, oculta por la contaminación ambiental, pudiendo tomar cabal idea acerca de la energía que poseen las crecidas aluvionales en relación con el área del Gran Mendoza. en la misma figura puede observarse el inicio del Zanjón Frías, con grandes dimensiones iniciales a fin de evitar la instalación de viviendas precarias en el cauce del Zanjón.



Figura 55: Fotografía de la obra de disipación de energía y la Ciudad de Mendoza como fondo.

En el vaso del Dique Frías se produce la misma situación potencial de extracción

sustentable de los materiales para la construcción, terraplenes y jardines. Asimismo, la instalación paulatina de viviendas precarias, cuyos ocupantes se dedican preferentemente a la recolección informal de residuos, provoca una situación conceptual de contaminación ambiental, semejante a existente en el Dique Maure, debido a la acumulación de los restos de los RSU, especialmente en la margen izquierda del vaso tal como puede apreciarse en la iFigura 56, muy cercanos a la estructura del aliviadero.



Figura 56: Acumulación de los RSU desechados por la actividad de cirujeo basada en la zona.

Esta contaminación ambiental es indicativa, no solamente de la separación y posterior venta de la fracción útil de los RSU, sino también es indicativa de la alimentación con la fracción orgánica de animales, tanto de tiro (caballos de los carreteleros) sino también para animales que luego se procesan para la alimentación, siendo un posible foco de enfermedades especialmente porcinas.

#### 2.1.4- DIQUE LOS PAPAGAYOS

El Dique Los Papagayos<sup>14</sup> es un sistema de retención que se ubica en la Formación Mogotes y en el punto de concentración de la cuenca del mismo nombre de 57 km<sup>2</sup>. La presa consiste en una estructura triangular de piedra mampuesta de una altura de 19,5 metros en promedio, sobre el cauce principal (Figura 57). El vaso cuenta con una capacidad de retención de 0,8 hm<sup>3</sup>. La longitud de coronamiento es de 200 metros.

<sup>14</sup> La palabra “Papagayos” puede encontrarse escrita también como “Papagallos” en la literatura y cartelería.





Figura 57: Imagen completa del Sistema del Dique Papagallos. Pueden observarse el crecimiento de una villa inestable que rodea el canal de evacuación del Aliviadero.

Como sistema primario de evacuación y laminación de crecidas, el dique, cuenta con dos torretas con cuatro orificios por nivel y ocho niveles de orificios y una capacidad de evacuación de 35 m<sup>3</sup>/s. En la Figura 58 puede observarse la ubicación de las torretas y los sendos canales de evacuación.



Figura 58: Detalle del Dique Papagallos.

Como consecuencia de la rotura de la presa Frías en enero de 1970, y como la estructura data de la misma época (Figura 59), con posterioridad se realizaron trabajos de mejoramiento, a través del recrecimiento del coronamiento en 1 metro como barandas de protección vehicular de la ruta provincial N°99 del circuito Papagallos, la prolongación de los canales de evacuación de las torretas para evitar los fenómenos de erosión regresiva a la salida de la restitución, como consecuencia de la disipación de energía y la construcción de un aliviadero de seguridad para evitar el sobrepaso.



Figura 59: Monolito conmemorativo a la ejecución del Dique “Los Papagallos” – 1942

Tal como puede observarse en la Figura 60, el recrecimiento de la presa es pequeño y se distingue por la diferente tonalidad de la piedra mampuesta.



Figura 60: Vista del espaldón aguas abajo y el canal de descarga de la torreta de la margen derecha, El sistema de torretas es similar al del Dique Maure, con dos abocinamientos inferiores para los primeros niveles y orificios protegidos por rejas verticales para el resto (Figura 61 y Figura 62. El orificio superior se encuentra protegido por una rejilla para evitar accidentes, debido a que el lugar es muy frecuentemente visitado como sitio de esparcimiento durante los fines de semana y días feriados.

Los canales de evacuación cuentan con cuencos amortiguadores para disminuir la

elevada pendiente del cauce aguas abajo, evitando que la erosión regresiva pueda afectar la estabilidad de la presa (Figura 63).



Figura 61: Fotografías del sistema de torretas: luego de las tormenta del 24 al 28 de enero de 2007



Figura 62: Sistema de torretas en la primavera de 2006



Figura 63: Fotografías del canal de evacuación de una de las torretas de la descarga de fondo, en funcionamiento y en reposo

La capacidad del vaso es limitada ( $0.8 \text{ Hm}^3$ ) tal como puede apreciarse en la vista panorámica de la Figura 64. Dado que la Formación Mogotes es apta para la extracción de áridos, es conveniente que se propicie de manera controlada y sustentable la extracción de áridos y embanque de los vasos, especialmente del de Papagayos, para aumentar de manera sencilla la capacidad de almacenamiento y laminación de las crecidas (Figura 65).

Debido a que los terrenos no fueron expropiados en la oportunidad de la construcción de las obras y que las mismas, en la década de 1940 no poseían valor, la temática no tuvo relevancia hasta la actualidad. Los vasos se encuentran en propiedad privada por lo que la administración se encuentra actualmente imposibilitada para otorgar permisos o licitar la ampliación de la capacidad de retención. Es necesaria la declaración de utilidad pública de esos rasgos de terreno y proceder a una pronta licitación para la

extracción de material y ampliación de las capacidades de laminación. La mecánica deberá basarse en un precio por metro cúbico extraído, procesado y empleado en la elaboración de hormigón, contemplando una producción mínima de 60.000 m<sup>3</sup> para los primeros cinco años.



Figura 64: Vista del Vaso con su capacidad completa en la primavera de 2006



Figura 65: Vista del Vaso luego de las tormentas del 24 al 28 de enero de 2007

A fin de complementar la capacidad de regulación y aumentar levemente la seguridad hidrológica, el Dique Papagayos cuenta con un aliviadero formado por un vertedero sobre la margen derecha del vaso e independiente del cuerpo de la presa. Se trata de un aliviadero en la margen derecha, por detrás del cerro que constituye su estribo, de estructura de hormigón armado y 25 metros de ancho por tres de altura, en sección rectangular de hormigón armado.

Como se ha descrito para los Diques Maure y Frías, la actividad humana ha alcanzado la localización del dique, rodeando la zona del aliviadero, donde los asentamientos no permitidos utilizan al canal del vertedero del aliviadero como camino

de circulación para el acceso a las viviendas. Lamentablemente estos temas no han sido resueltos por los municipios, en este caso el de la Capital, con el consiguiente peligro latente para sus moradores, en caso que la acumulación del agua alcance cotas suficientes como para que el aliviadero se ponga en funcionamiento.

Estudios recientes de la Facultad Regional Mendoza de la Universidad Tecnológica Nacional, han mostrado la baja seguridad hidrológica del sistema Papagayos, por lo que se hace necesaria una muy urgente revisión de las medidas estructurales y no estructurales a tomar, tales como la construcción del sistema de mitigación de Chacras de Coria y el aumento de la capacidad de los vasos de retención.

Entre la cuenca de Papagayos y la de San Isidro, se encuentra una pequeña cuenca, llamada "Divisadero Largo", sin regulación que vuelca sin control aguas abajo del dique, sobre margen izquierda del arroyo seco Papagayos, la cual posee solamente una sección de hormigón a fin de estabilizar el fondo, frenando los posibles efectos de la erosión regresiva que eventualmente se produjere. La Cuenca del Divisadero Largo ha sido declarada como reserva natural de Mendoza.



Figura 66: Fotografía de la sección de control de la salida de la cuenca de "Divisadero Largo"

### 2.1.5- DIQUE Y AZUD SAN ISIDRO

La superficie de la cuenca San Isidro está compuesta por dos sectores. El primero de ellos corresponde a los Ríos Secos San Isidro y Casa de Piedra, con 149 km<sup>2</sup> y las cuencas que se incorporan a lo largo del Colector Las Heras, interceptadas por la traza de este último. Es así que las cuencas de El Challao, Quebrada de las Avispas, Quebrada de Las Chilcas, Arroyo El Zanjón y Quebrada de la Aguadita, incorporan un área equivalente a 121,8 km<sup>2</sup>, totalizando el valor más arriba descrito (ver Figura 23):

Cuenca de Las Heras: 14.900 ha + 12.180 ha = 27.080 ha

Durante la década de 1930, momento en que la Dirección Nacional de Irrigación comenzó los estudios y obras de mitigación de crecidas para la protección de la Ciudad

de Mendoza, se decidió la construcción de un dique ancho y relativamente bajo, 8 metros de altura y de una longitud aproximada de 640 metros, la cual se vio colmatada, de acuerdo a los informes del Ingeniero Volpi, por un aluvión de agua y barro luego de la tormenta del 25 de enero de 1937.

Frente al riesgo de sufrir una crecida similar, sin protección alguna para el casco urbano, se debió construir, angulado hacia el noreste, un muro de hormigón de 80 centímetros en la base y 30 centímetros en el coronamiento, en paños de diez metros. La altura total de los paños es de seis a siete metros, con una profundidad de fundación de dos a tres metros, de manera de resistir el empuje activo del terraplén, con el empuje pasivo de la profundidad de fundación del lado de aguas arriba. A fin de complementar esta estructura, que pasó de cumplir fines de retención a derivación, se ejecutó una escotadura<sup>15</sup> para derivar las escorrentías hacia el arroyo “El Challao”, provenientes de los Arroyos San Isidro y Casa de Piedras, al norte de la Ciudad de Mendoza.



Figura 67: Sistema Azud y Dique San Isidro – Arroyo El Challao – Colector Las Heras y Campo Espejo

El arroyo “El Challao” posee la particularidad de afloramientos de aguas semitermales surgentes, dando lugar a un microclima muy especial donde se ubicaron baños termales y numerosos lugares para acampar.

Esta situación de derivación se mantuvo hasta finales de la década de 1960, en oportunidad de una intensa tormenta que sumió bajo una espesa capa de barro a un amplio sector de la ciudad de Las Heras. Este serio accidente climático obligó a pensar en una solución que protegiera de dichos eventos a la ciudad de Las Heras, la cual iba creciendo, desarrollándose en torno al eje sur norte, especialmente tendiendo a realizar el mayor contacto posible con la Capital. La solución nació de tomar las escorrentías provenientes del faldeo de la precordillera, más cercana a la ciudad, y derivarlas hacia algún sector de menor vulnerabilidad. De esta conceptualización nació el Colector Las

<sup>15</sup> Escotadura conocida como “Garganta del Diablo”

Heras, el cual protege a la Ciudad, tanto de las escorrentías de los Arroyos San Isidro y Casa de Piedra, como del resto de la precordillera hacia el norte, partiendo desde el Cerro Arco hasta la Quebrada atravesada por la Ruta Provincial N°13.

La longitud del Azud San Isidro es de 880 metros, donde la primera parte era un terraplén de dimensiones variables, de 430 metros de longitud, desde los dos metros a cinco metros, a partir de allí, el mismo tomaba el muro más arriba mencionado, desarrollándose en 450 metros, hasta llegar a la Garganta del Diablo, en su extremo noreste.

Las sucesivas tormentas producidas en forma repetitiva en distintos sectores a partir del 24 de enero del 2007 (Figura 84), tales como en San Isidro del Departamento Las Heras, produjeron crecidas incidiendo éstas sobre el sistema de defensas aluvionales existentes, las que, si bien cumplieron con su finalidad, sufrieron deterioros que demandaron ser intervenidas de inmediato a fin de recuperar su capacidad de funcionamiento y brindar el grado de seguridad adecuado a la población de toda la ciudad de Mendoza.

El escurrimiento produjo una erosión aguas abajo, en todo el recorrido del río seco San Isidro, El Challao y su continuación, es decir, el Colector Las Heras en su primer tramo hasta el triple salto y, aguas abajo, la energía de transporte disminuyó y sedimentó en un tramo de 1.800 metros aproximadamente, una cantidad de material de arrastre tal, que colmató el cauce en un 95 % de su sección revestida, restando solamente el terraplén superior al coronamiento del muro de margen derecha. A su vez la erosión aguas arriba provocó el vuelco de algunos paños de 10 metros de muro de protección que fueron restituidos, mientras que el talón de los muros erosionados, fue recalzado.

Por los efectos que se produjeron en las defensas y obras de mitigación, pudo inferirse que las tormentas fueron de gran magnitud, igualadas a las registradas en enero de 1937 (de acuerdo a los informes del Ing. Volpi) momento en que se terminó por colmatar el vaso del antiguo dique San Isidro. Si bien no pudieron registrarse los picos más fuertes de intensidad de lluvia, se pudo apreciar en el esquema de núcleos obtenidos de las imágenes de radar de la Dirección de Contingencias, que los mismos se concentraron casi exclusivamente en las cuencas de los arroyos San Isidro y Casa de Piedra, ambos en la zona de influencia. De acuerdo a testimonios de habitantes del área de El Challao, las lluvias tuvieron una inusitada violencia y los mismos no recordaban ninguna de tal magnitud, incluso para aquellos que llevaban más de cuarenta años en el lugar.

Para explicar el fenómeno que produjo primera la tormenta del día 24 de enero de 2007 y posteriormente las de la mañana del 27 de enero y las de la tarde del 28 de enero, se observaron los núcleos de regular tamaño en cuanto a superficie horizontal de cobertura, que se ubicaron al noroeste de la ciudad de Mendoza en la zona de la cuenca del río seco San Isidro y del río Seco Casa de Piedra, los que permanecieron en ese sitio produciendo una fuerte y concentrada precipitación.

La particularidad a destacar es que, la lluvia se concentró sobre una misma cuenca de aporte escurriendo por los cauces de manera violenta y en muy poco tiempo.

Tanto el río Seco San Isidro como el Río Seco Casa de Piedra, poseen un cauce que provienen de las cumbres más altas de la precordillera, predominantemente desde el oeste hacia el este. Las aguas se concentraron en el cauce principal de los ríos secos, dirigiéndose directamente hacia las precarias defensas de los loteos y condominios existentes<sup>16</sup>. La gran energía del torrente sobrepasó los terraplenes existentes y se

---

<sup>16</sup> Estas construcciones no poseen habilitación alguna, tanto de la Municipalidad de Las Heras, como tampoco del resto de las autoridades que pudieran tener alguna jurisdicción, como por ejemplo el Consejo de Loteos, la

dirigió directamente sobre el sector urbanizado, dividiéndose en dos cauces principales, para luego juntarse aguas arriba del muro del Azud San Isidro.

La ejecución de trabajos de emergencia durante los primeros tres meses del año 2007, lograron restituir la seguridad disminuyendo la vulnerabilidad de la Ciudad de Mendoza, a parámetros similares sino aún mejores, a los anteriores a los episodios aluvionales de enero de ese año.

La estabilidad del Azud San Isidro fue restituida, incluyendo el revestimiento del terraplén de tierra, con colchonetas de piedra (Figura 82), cubiertas con una capa de hormigón simple contra el vandalismo, en una longitud de 300 metros a continuación del muro de hormigón armado. Asimismo, se construyó un diente constituido con roca reforzado con hormigón simple, de manera de controlar la erosión regresiva que se había manifestado en el pie del muro existente.

El Colector Escudo General Las Heras será desarrollado en el apartado correspondiente.

El coronamiento del viejo Dique San Isidro ha sido aprovechado por el Circuito Papagayos, construyendo sobre su coronamiento la calzada correspondiente a la Ruta Provincial N°99.

A continuación se puede apreciar el Azud San Isidro en sus distintas etapas, desde la instancia del sifonaje hasta la etapa de restitución a sus condiciones de estabilidad.



Figura 68: Resultado de la crecida del 24 de enero de 2007



Figura 69: Sifonaje del Azud San Isidro luego de la crecida del 24 de enero de 2007





Figura 70: Vista aérea de la Garganta del Diablo  
24-enero-2007



Figura 71: Resultado del sifonaje detrás de los muros



Figura 72: Erosión regresiva bajo los muros del Azud



Figura 73: Vista del Azud desde la Garganta del Diablo



Figura 74: Crecida del día 28 de enero de 2007



Figura 75: Vista de la precordillera con rastros del granizo caído luego de la tormenta del 28 de enero de 2007



Figura 76: Erosión del pie del azud San Isidro durante la cola de la crecida del 28 de enero de 2007



Figura 77: Estado final del Azud San Isidro luego de las tormentas del 24 al 28 de enero de 2007.





Figura 78: Movilización de uno de los paños del Azud San Isidro



Figura 79: Socavón en el Terraplén del Azud San Isidro. Solamente faltaron unos pocos centímetros para que la crecida se dirigiera hacia el Gran Mendoza.



Figura 80: Recalce del pie del Azud San Isidro.



Figura 81: Cierre de la Garganta del Diablo para evitar la erosión del pie del azud



Figura 82: Refuerzo del terraplén con colchonetas, geotextil y hormigón de revestimiento antivandálico.



Figura 83: Refuerzo posterior de los muros movilizados del Azud San Isidro.

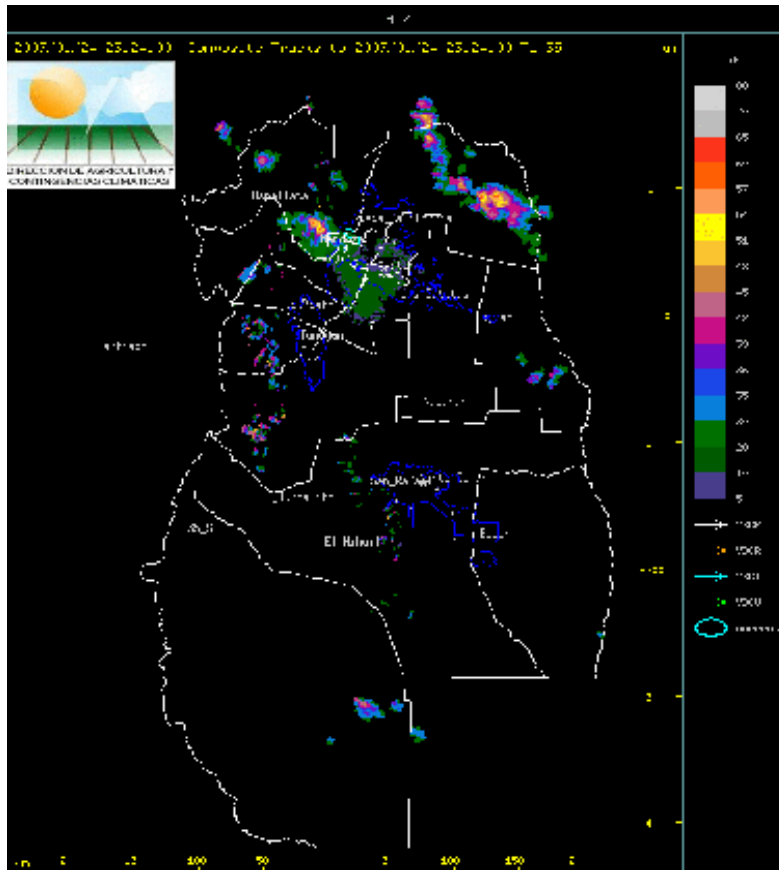


Figura 84: Imagen del Radar Meteorológico de la Dirección de Contingencias de la Provincia de Mendoza.

Tormenta del día 24 de enero de 2007.

La hora corresponde a la hora de Greenwich, por lo que hay que restarle tres horas para obtener el horario local.

Los núcleos se ubicaron en las cuencas de San Isidro y Casa de Piedra.

Los Pluviómetros llegaron a registrar 48 mm caídos en San Isidro, la ubicación relativa al centro de la tormenta indica que las intensidades fueron sensiblemente superiores. El sector rojo corresponde a la mayor densidad de nubes, pudiéndose correlacionarla con la cantidad de agua caída.

Con las tormentas posteriores al ciclo hidrológico 2007, se fueron produciendo sucesivas escorrentías que fueron afectando paulatinamente las obras de recubrimiento de los enrocados construidos sobre la *Garganta del Diablo*. Estas acciones ha resultado en erosiones progresivas del hormigón simple vertido sobre las rocas, el cual había sido colocado para tapar las oquedades y realizar un intento por monolitizar el obstáculo planteado como vertedero en pared gruesa.

En las siguientes imágenes pueden apreciarse tales efectos comparativamente. En primera instancia, la Figura 85 contrasta con la Figura 81, obra que intentaba detener la erosión regresiva desde esa posición hacia los muros del Azud San Isidro. Evidentemente, la acción erosiva de los caudales aluvionales cargados de sedimentos gruesos ha causado la erosión concentrada en el centro de la escotadura, aguas abajo de la primera cerrada con rocas de gran tamaño. La concurrencia de privados obedece a que el lugar es de normal esparcimiento durante los domingos y feriados. Asimismo puede verse que, a pesar de la erosión sufrida, la capa de desgaste ha cumplido con el cometido de dejar fijo el nivel del cauce aluvional aguas arriba, sin consecuencias para la estructura hidráulica de desvío del Azud San Isidro.



Figura 85: Imagen del cierre de la *Garganta del Diablo* al cabo de dos temporadas estivales, luego de su conformación como medida de mitigación, en marzo de 2007.

La Figura 86 muestra claramente desde el nivel del cauce, la estabilización lograda, aunque la obra aguas abajo del enrocado monolitizado con hormigón simple haya sufrido la acción erosiva de las descargas aluvionales.



Figura 86: Imagen desde aguas abajo de la estabilización construida sobre la *Garganta del Diablo*

La *Garganta del Diablo* es un lugar que tiende a conservar la configuración que tenía antes del episodio del 25 de enero de 2007, tal como puede apreciarse en la Figura 87, donde el fondo está compuesto por una roca metamórfica (Figura 70 y Figura 73) que presenta buena resistencia a la abrasión, en contraposición con el material que se había colocado por sobre la misma, conformando el vertedero en pared gruesa antes del salto del final de la fotografía. En esa posición, pueden apreciarse los restos de la segunda franja de rocas colocadas para impedir la erosión regresiva desde el salto aguas abajo (que, en realidad, es un precipicio de unos 20 m). esta acción progresiva se continuaría en el tiempo, si estas obras no recibieran el monitoreo habitual y el

correspondiente mantenimiento anual.



Figura 87: Imagen del sector de la Garganta del Diablo, el cual tiende a retomar su configuración natural, a partir de la acción de las sucesivas descargas aluvionales.

Con posterioridad, a las imágenes anteriores, en oportunidad de nuevos testimonios sobre las personas desaparecidas en el caso Guardatti, durante el año 2010, el juzgado ordenó que se realizaran excavaciones en busca del cuerpo justamente en el sitio donde se realizaron los trabajos de estabilización en la “Garganta del Diablo”. Dichas obras estuvieron a cargo de la Dirección de Hidráulica.

Dado que por las referencias dadas los cuerpos podrían estar enterrados en el mismo cauce de la Garganta del Diablo, la Dirección de Hidráulica tuvo que efectuar un movimiento de suelos importantes para poder despejar el sector para que luego, los peritos realizaran las correspondientes excavaciones.

Para el acceso al sitio, se procedió a efectuar una rampa de bajada, tratando de no alterar el primer vertedero de fondo, para no aumentar el riesgo de la acción de la erosión regresiva hacia aguas arriba, tal como puede apreciarse en la Figura 88.

La rampa se continúa hacia aguas abajo, favoreciendo el acceso del equipamiento, pero también favorecerá el escurrimiento de las descargas aluvionales provenientes de las cuencas de San Isidro y Casa de Piedra entre otras. Las acciones han sido lo más cuidadosas posibles de manera de no alterar el pedraplén que mantiene controlada la acción de la erosión regresiva sobre las fundaciones del Azud San Isidro.

En la Figura 89 se puede observar la estructura del Azud San Isidro desde aguas abajo, donde el camino de acceso a las excavaciones ordenadas por al Justicia atraviesa el vertedero de fondo y luego experimenta una gran pendiente, siguiendo las cotas de las sucesivas excavaciones.



Figura 88: Vista hacia aguas arriba de la rampa de acceso hacia el sector de la *Garganta del Diablo* para facilitar las excavaciones del cauce y las investigaciones por parte de la policía.



Figura 89: Vista de la estructura del Azud san Isidro hacia aguas arriba, donde la acción de las maquinarias ha tratado de no alterar el escalón de fondo que mantiene evita el avance de la erosión regresiva del cauce sobre las estructuras hidráulicas.

Sobre la izquierda de la Figura 90 puede verse parte del hormigón de recubrimiento y algunas rocas desplazadas de su lugar original de la obra de remediación. Sobre el fondo de la imagen, se encuentra la segunda obra de remediación, que consiste en otro pedraplén estabilizado con hormigón simple, tal como se vio en la Figura 87, el cual se encontraba con algún grado de deterioro. Los trabajos debieron llegar hasta el fondo de la antigua garganta, por lo que la pendiente del camino realizado es pronunciada, y favorecerá la acción erosiva de las aguas aluvionales.

Sobre el final de la rampa se encuentran las excavaciones realizadas por los peritos policiales que se muestran en la Figura 91



Figura 90: Rampa de acceso hacia el sector de la Garganta del Diablo. Vista hacia aguas abajo.



Figura 91: Excavaciones realizadas en el sitio de la *Garganta del Diablo*

Durante la temporada estival 2011, nuevas tormentas convectivas se han producido, con su correspondiente acción sobre las obras realizadas en el Azud San Isidro, luego de la pesquisa oficial realizada.

La erosión ha borrado el camino de acceso a las excavaciones, pero manteniendo el nivel del cauce existente, tal como puede observarse en las siguientes fotografías.



Figura 92: El camino de acceso a las excavaciones ha sido erosionado por las descargas aluvionales producidas durante la temporada estival de 2011.



Figura 93: El nivel del cauce se ha mantenido, pero en un pequeño sector del pie de la nueva fundación realizada en febrero de 2007 el material que se encontraba sobre el pie ha sido transportado por las crecidas ocurridas.



La Figura 94 muestra la tendencia natural del cauce que transita la Garganta del Diablo a buscar su antiguo fondo, aumentando la pendiente aguas abajo del primer enrocado (vertedero de pared gruesa de la Figura 92) hacia el segundo enrocado que puede verse al fondo de aquella figura.



Figura 94: El cauce tiende a retomar los niveles originales.

Evidentemente, la acción de las descargas aluvionales han ido deteriorando la mala situación en la que quedaron las obras de mitigación luego de las acciones que ordenó la Justicia, de ello puede verse una ampliación de la Figura 94 donde el enrocado ha perdido parte de su cuerpo y prácticamente no ofrece obstáculo para la acción del agua, por lo que el efecto de vertedero en pared gruesa se ha perdido (Figura 95).



Figura 95: Estado del pedraplén de contención aguas abajo de la *Garganta del Diablo*

La Justicia, en su accionar, debió ordenar, además de la materialización de las excavaciones en el sector de la Garganta del Diablo hasta concretar las excavaciones (Figura 91) de indagación penal, la obligatoriedad para el estado de comprometer los recursos necesarios para la ejecución de la restitución de las obras de mitigación afectadas por la mencionada indagatoria, hecho que no se ha concretado.

## 2.2- CANALIZACIONES MATRICES DE EVACUACIÓN ALUVIONAL DE LA CIUDAD DE MENDOZA.

La infraestructura matriz de conducción de la Ciudad de Mendoza se compone de una serie de zanjones coincidentes con la red hidrográfica natural que desciende desde el piedemonte de la precordillera mendocina.

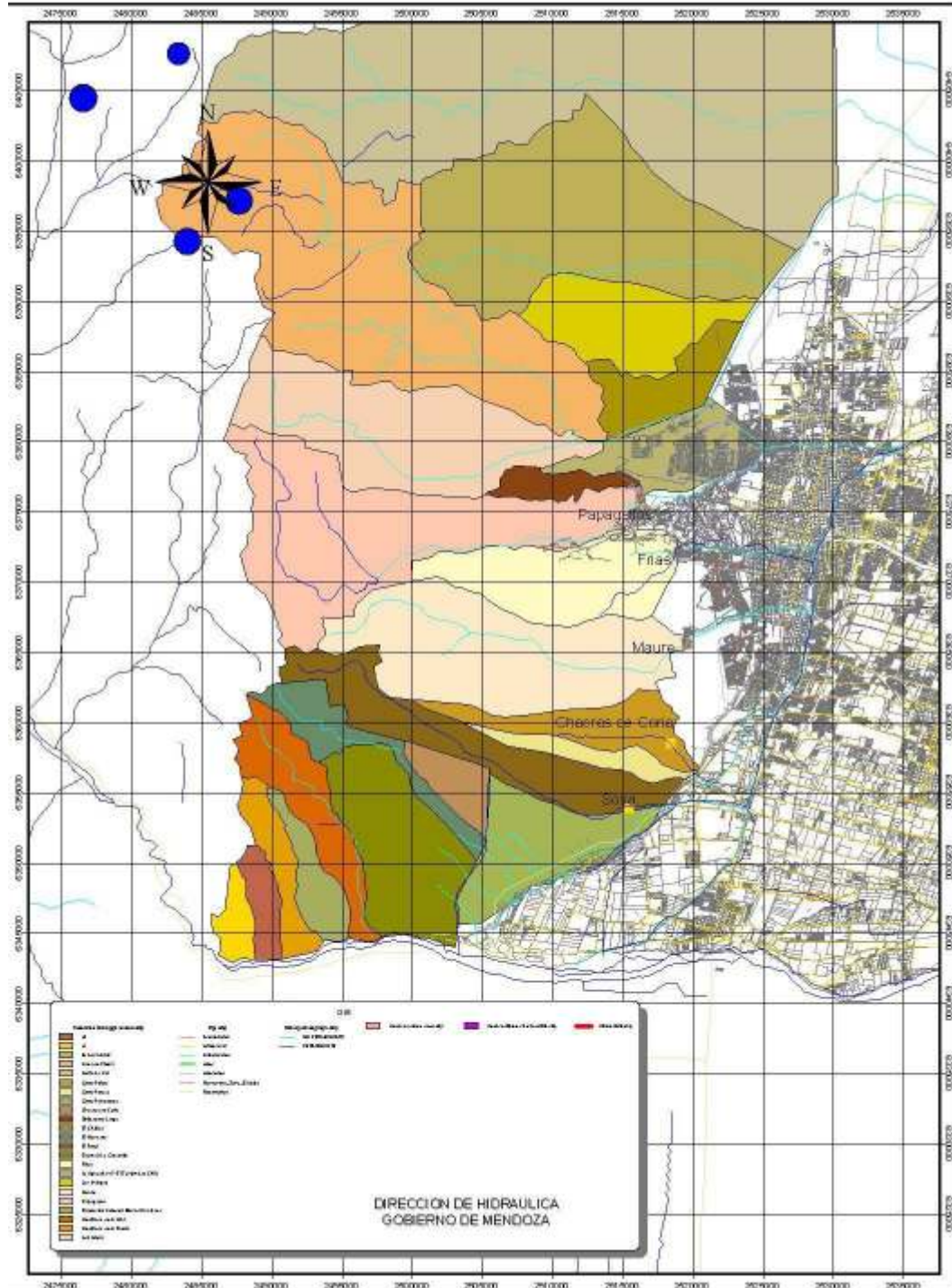


Figura 96: Esquema de las cuencas pedemontanas, obras de mitigación y conducción

La imagen anterior (Figura 96), proporcionada por el sistema de información geográfica de la Dirección de Hidráulica, muestra claramente la posición de los diques y sus emisarios o colectores matrices, llamados generalmente *Zanjones*.

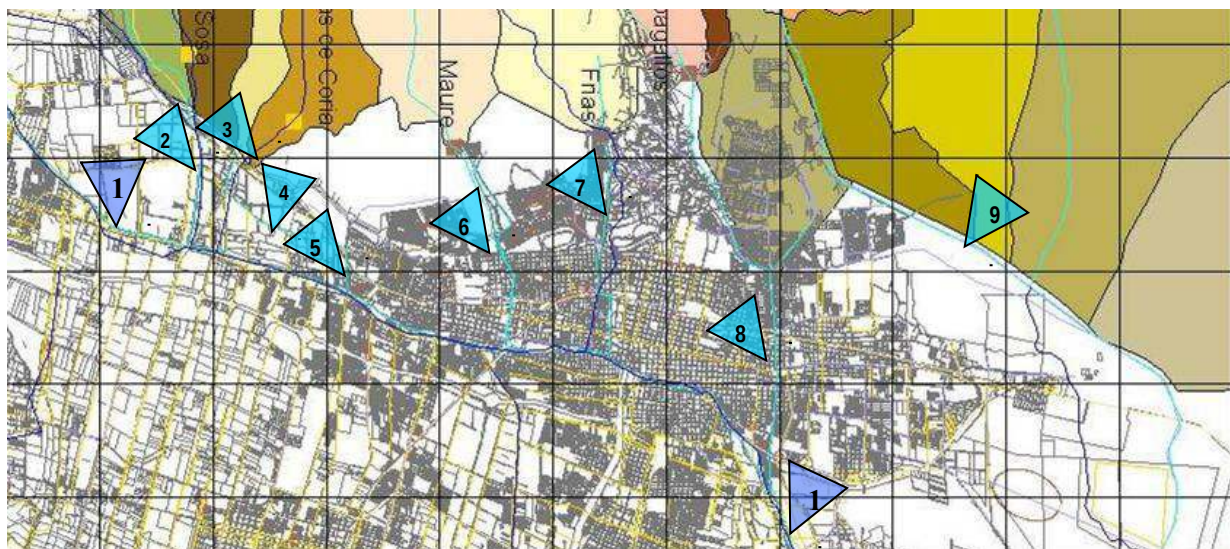


Figura 97: Esquema de Ríos Secos y Zanjones provenientes de la precordillera que atraviesan el Gran Mendoza. Referencias, 1: Canal Caci que Guaymallén, 2: Zanjón Sosa, 3-4-5: Río Seco Tejo-Viamonte-Liniers, 6: Zanjón Maure, 7: Zanjón Frías, 8: Zanjón de Los Ciruelos. El Colector Las Heras, 9, es un Colector Escudo, no tributario del Canal Caci que Guaymallén.

La ampliación de la Figura 97 muestra el esquema de la red de drenaje natural, antropizada en mucho de los sectores, para la conducción y evacuación de las descargas aluvionales de la Precordillera y de las aguas pluviales de los excesos hídricos urbanos.

Dado que sembradíos en un principio y, luego, construcciones y barrios con el correr del tiempo, se fueron ubicando en las márgenes de los arroyos secos, los mismos se constituyeron inmediatamente en el destino de los desagües pluviales de su área de influencia. Asimismo, algunos de ellos sufrieron la acción de los antiguos superficiarios, quienes desviaron su cauce a fin de *aprovechar* u *optimizar* el uso de la extensión de sus propiedades. Este uso ha subsistido en el tiempo a causa del parcelamiento definitivo del territorio, obligando a efectuar el revestimiento de las canalizaciones (Río Seco Tejo-Viamonte-Liniers). En otros casos, la ocurrencia de graves descargas aluvionales, ha causado tales destrozos, que fue necesario restituir la traza del río seco a su antiguo cauce (Zanjón Sosa). Desde sur a norte, tal como se muestra en la Figura 97, se mencionarán los cauces principales que componen la red actual de evacuación aluvional del Gran Mendoza los cuales son los siguientes, de acuerdo con su desembocadura en el Canal Caci que Guaymallén, el cual es el colector principal de toda la red aluvional del Gran Mendoza:

- Zanjón Sosa (departamento de Luján de Cuyo)
- Río Seco Tejo – Viamonte – Liniers (departamento de Luján de Cuyo y límite con el departamento de Godoy Cruz).
- Zanjón Maure (departamento de Godoy Cruz)
- Zanjón Frías (límite de los departamentos de Godoy Cruz y Capital)
- Río Seco Papagayos - Zanjón de Los Ciruelos (límite de los Departamentos de Capital y de Las Heras).

Estos cauces evacuadores y colectores del Gran Mendoza, en especial los emisarios de los diques de atenuación de crecidas (Maure, Frías y Papagayos – Ciruelos) han ido quedando con su capacidad colmada frente a lluvias de cada vez menor intensidad, debido al fenómeno creciente de la urbanización, en especial el Zanjón de Los Ciruelos y el Colector principal, es decir el Canal Caci que Guaymallén.

El avance de la urbanización (Figura 98), como puede verse en el esquema de la Red Hídrica del Gran Mendoza, ha ido creando la necesidad de construir Colectores Intermedios, de menores dimensiones a fin de aliviar la situación de ciertos sectores de la ciudad de Mendoza, cada vez más perjudicados por los escurrimientos pluviales exclusivamente urbanos, especialmente en sectores de altas pendientes. No se incluyen en este estudio las estructuras relacionadas exclusivamente con la problemática urbana, jurisdicción de cada municipalidad.

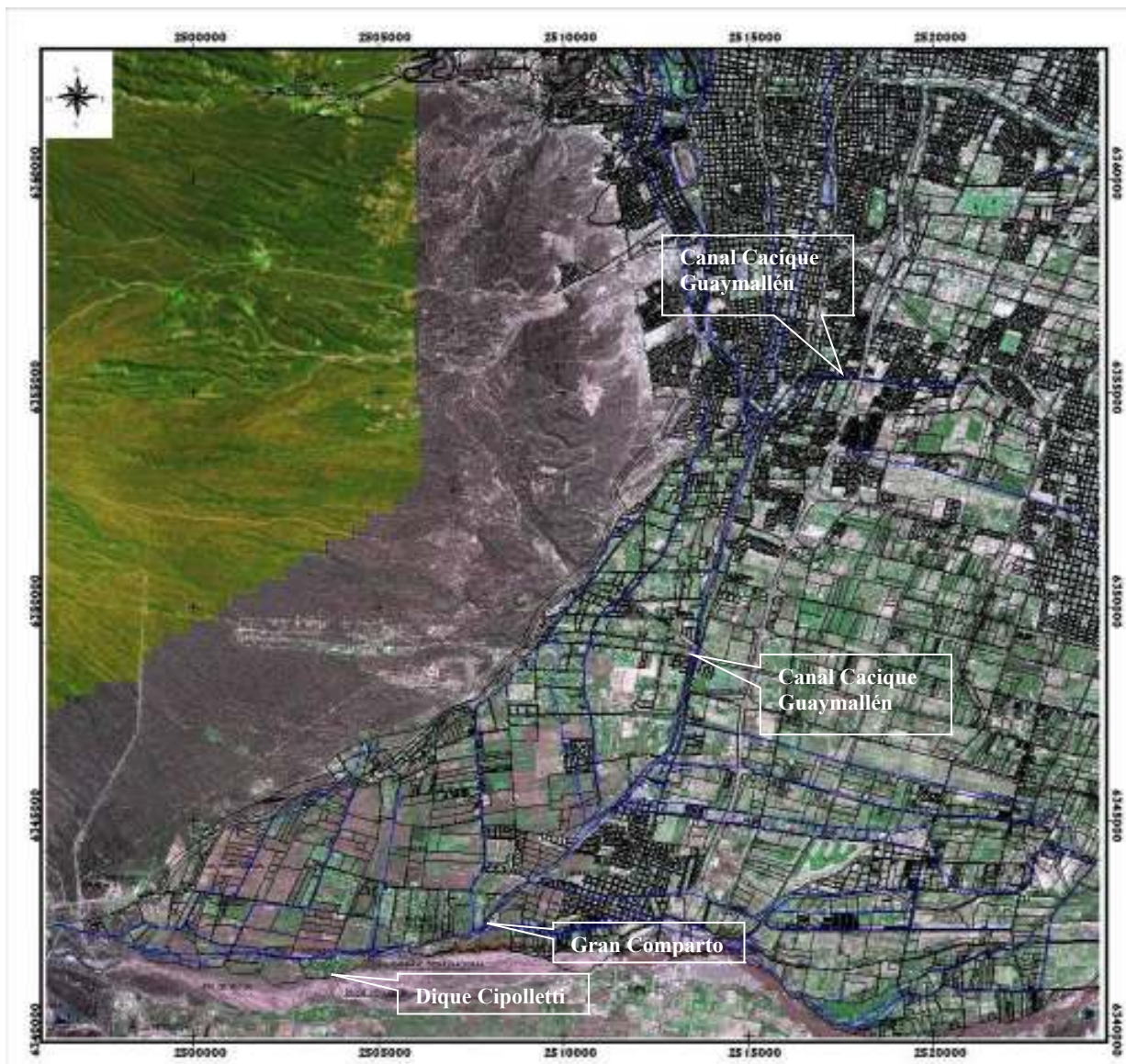


Figura 98: Esquema de la red hídrica del Gran Mendoza, con las canalizaciones de riego en azul y los parcelarios en negro. Fuente: Asociación de la Primera Zona de Riego.

La ejecución de tales obras ha sido llevada a cabo por distintas reparticiones, a medida que los fondos y las situaciones presupuestarias les fueron siendo favorables. De esta manera, y solamente a modo de ejemplo, puede mencionarse la readecuación del sistema de evacuación de aguas pluviales de la Cuarta Sección de la Ciudad y plaza Pedro del Castillo (1990), llevada a cabo por la Municipalidad de la Capital, la readecuación de la Plaza de Godoy Cruz (2000), colector Mosconi, colector de calle Pedro Pascual Segura, ejecutados por la Municipalidad de Godoy Cruz.

Los Colectores Intermedios han sido ejecutados por el Gobierno de Mendoza, a través de la Dirección de Hidráulica para evacuar importantes caudales y proteger vastos sectores urbanos. Se nombrarán los colectores escudo, los cuales desembocan en los

mencionados zanjones formando sistemas de desagüe que, si bien solucionan parte de la problemática urbana, la misma debe ser encarada de manera orgánica y no asiladamente, repitiendo los conceptos expuestos en los primeros apartados de este trabajo.

A continuación se mencionan los aportes que recibe cada una de las canalizaciones aportantes al Canal Cacique Guaymallén mostradas en la Figura 97:

- El Río Seco Sosa recibe los excedentes de la hijuela de riego Chacras de Coria, mediante un descargador.
- El Río Seco Tejo – Viamonte – Liniers recibe las descargas de los excesos del tramo intermedio de la Hijuela Chacras de Coria, de las calles Orsini, la cuenca mixta de “La Guanaca”, la calle canal “Malvinas Argentinas” y desagües de distintos barrios ubicados en su área de influencia.
- El Zanjón Maure recibe las descargas del Colector Escudo Los Cerrillos, los excedentes del Canal Jarillal y los desagües del Colector Mosconi y de todo el sistema de desagües pluviales de la Plaza Godoy Cruz, además de las descargas de las acequias urbanas. Además, el Canal Jarillal, recibe los desagües de la Hijuela Chacras de Coria, convertida en Colector Intermedio debido a que su traza quedó en desuso por el avance urbano sobre el uso rural.
- El Zanjón Frías recibe las descargas del Colector Gorriti, el Colector de calle Pedro Pascual Segura, además de desagües de acequias menores de Godoy Cruz en todo su trayecto.
- El Zanjón de Los Ciruelos recibe las descargas de distintos barrios ubicados en el piedemonte, el colector Infanta Mercedes de San Martín y una multitud muy grande de desagües urbanos desde calle Boulogne sur Mer hasta su desembocadura en el Canal Cacique Guaymallén.

### **2.2.1- CANAL CACIQUE GUAYMALLÉN**

Para poder visualizar la importancia que el Canal Cacique Guaymallén reviste para la Ciudad de Mendoza, es necesario realizar una breve descripción del mismo, desde su nacimiento, hasta que se desprende del ejido urbano, en el departamento de Las Heras.

El canal principal de la Ciudad de Mendoza, es el Canal Cacique Guaymallén, la recorre prácticamente paralela a su eje principal, de sur a norte, con un desarrollo de 27 kilómetros en su sector urbano, con otros tantos hasta llegar a su derivación final en el compartó del canal Jocolí, en el Departamento de Lavalle.

El canal Cacique Guaymallén tiene múltiples funciones, por lo que necesita de dimensiones muy importantes para poder cumplirlas, muchas veces, de manera simultánea. Podría decirse que se comporta como un verdadero río debido a que es un cauce natural y conduce agua para riego, abastecimiento humano, para abastecimiento industrial, para usos no consuntivos como lo es la generación hidroeléctrica<sup>17</sup> en la Central San Martín en el Departamento de Luján de Cuyo, recibe los desagües pluviales urbanos de una amplia zona rural y urbana, recibe algunos desagües industriales y es el receptor final de todos los tributarios pedemontano, desde el río Mendoza hacia el norte, en el Departamento de Las Heras.

---

<sup>17</sup> Antiguamente existieron algunas centrales hidroeléctricas de pasada en sectores urbanos en Luján y Godoy Cruz para abastecimientos industriales. Actualmente se encuentran en estudio en el Departamento General de Irrigación muchos puntos para la instalación de minicentrales modulares a lo largo del Canal Cacique Guaymallén.

El Dique Cipolletti (Figura 99), azud derivador para riego, es el origen para todas las dotaciones tanto de la margen derecha como de la margen izquierda del Río Mendoza, totalizando alrededor de 81.000 hectáreas con 23.810<sup>18</sup> empadronamientos. Desde la dársena (Figura 100) del Dique Cipolletti nacen el canal Gran Matriz (Figura 101, Figura 102) que nutre de las dotaciones a los todos los canales de riego, y también se desprende el Canal Matriz Margen Derecha, que sirve a la zona de Luján Sur, mediante un sifón que atraviesa el cauce del río Mendoza.



Figura 99: Dique Cipolletti desde aguas arriba



Figura 100: Dársena donde nacen el Gran Matriz y el Canal Matriz de Margen Derecha



Figura 101: Edificio de compuertas del Canal Gran Matriz



Figura 102: Canal Gran Matriz

Unas pocas centenas de metros aguas abajo, se encuentra la Central Hidroeléctrica San Martín, y, unas decenas de metros aguas abajo, se encuentra el Gran Comparto (Figura 103 y Figura 104), del cual nacen el Canal Cacique Guaymallén y el Canal San Martín. El Canal San Martín, constituye el canal marginal del Río Mendoza, desde Luján hasta Lavalle, con seis tramos, cruzando el río Mendoza mediante un puente canal en el paso de Las Piedritas y mediante un sifón terminal en Lavalle.

<sup>18</sup> Datos del Departamento General de Irrigación y de la Primera Zona de Riego.



Figura 103: Edificio del Gran Comparto en la época de corta



Figura 104: Nacimiento del Canal Cacique Guaymallén a la izquierda y del Canal San Martín a la derecha de cada una de las dos fotografías. En la imagen de la izquierda los canales se encuentran en época de corta, en cambio, a la derecha, ambos tienen dotaciones de riego durante un período rico del Río Mendoza ya que se los abastece de manera simultánea.

Por su parte, el Canal Cacique Guaymallén posee una serie muy importante de derivaciones a lo largo de su extenso desarrollo, entregando dotaciones de riego a medida que progresa en longitud. Las principales obras de derivación del Canal Cacique Guaymallén son las siguientes: Comparto Lima (hijuela Lima), Comparto Chacras de Coria (hijuela Chacras de Coria), Comparto Almirante Brown (hijuela Almirante Brown), Dique Gil, como en la Figura 105 (canal matriz Gil), Dique Carrodilla (cala Jarillal sobre margen izquierda y canal Sobremonte sobre margen derecha), Dique Pilar (canal Mathus Hoyos), Dique Tajamar (canal Tajamar), toma de la hijuela Tobar y Dique Algarrobal (canal Algarrobal).

El Canal Cacique Guaymallén comienza a convertirse en canal de desagüe aluvional a partir del primer tributario, es decir, el Zanjón Sosa, siempre desde la margen izquierda. A partir de esa progresiva, a unos metros aguas abajo del Dique Gil, el canal ya cumple sus dos principales roles hasta su finalización.

El contenido y configuración de su lecho da cuenta de sus características funcionales, pues muestra una gran proporción de material muy grueso de fondo, el cual no puede ser transportado por las habituales dotaciones de riego, sino solamente por las grandes y estacionales crecidas aluvionales. Las dimensiones predominantes de este gran cauce varían entre quince y veinte metros de ancho, y entre dos metros y medio y tres metros y medio de altura, con una pendiente de solera de fondo, de ocho y medio por mil de promedio (ver ejemplos desde Figura 108 a Figura 126). A fin de disminuir la erosión generalizada, especialmente la localizada en el fondo, las diversas administraciones provinciales han realizado obras de estabilización a efectos de disminuir la pendiente y, por lo tanto, la velocidad media de la corriente, directamente



relacionada con la capacidad y energía del agua de transporte de sedimentos y erosión de fondo.

Puede verse, asimismo, que el Canal Cacique Guaymallén tiene en todo su recorrido material propio de un cauce similar al río Mendoza, caracterizado por piedras de 20 a 25 centímetros de tamaño medio, totalmente redondeadas por el constante arrastre, conocidas como la clásica *piedra bola* (Figura 109 a Figura 112) de buen peso específico (arriba de dos mil quinientos kilogramos por metro cúbico). Estas características descritas se deben a la historia de este canal ya que, en la antigüedad, es decir hasta la construcción del Dique Cipolletti y su posterior reconstrucción en el año 1935, todo su recorrido estaba sometido a las crecidas del Río Mendoza, realmente configurando al Canal Cacique Guaymallén como un brazo del río. Para mitigar esos efectos, se había construido un derivador en la progresiva actual del Dique Pilar<sup>19</sup>, que consistía en una gran columna o pilar de desvío. Con la ejecución del Dique Cipolletti, el cauce del Canal Cacique Guaymallén quedó liberado de las crecidas del Río Mendoza.

La diferencia entre las necesidades de transportar agua para riego y las de conducir los desagües de las tormentas convectivas, muestra un gran canal urbano, la mayor parte del tiempo *casi vacío* o *con una capacidad ociosa*. Esta errónea visión simplista se ve corregida durante las crecidas de verano, donde la capacidad de conducción se ve colmada y, en algunas ocasiones, sobrepasada por los escurrimientos combinados de los tributarios (Figura 122 a Figura 126).

Los peligros de erosión y desborde se ven acrecentados por la caída de árboles, ramas y el arrastre de gran cantidad de RSU y toda clase de elementos que son arrojados a los cauces. Las primeras particularidades se explican debido a las potentes ráfagas que acompañan a los episodios convectivos, provocando la caída de árboles a los cauces. Los árboles de fuste importante, forman un verdadero dique o atoradero que favorece al aumento de nivel aguas arriba del mismo. Si la corriente es poderosa, el arrastre junta elementos que forman un atoradero con todo lo que trae la misma desde los sectores superiores de la cuenca. El arrastre normalmente contiene cuanto elemento el lector pueda imaginar, desde botellas plásticas, bolsas de residuos y animales muertos, hasta esqueletos de heladeras, colchones y camas en desuso. Todo este arrastre tiende a aglutinarse en los puntos críticos como lo son los árboles caídos o los puentes vehiculares (o peatonales) existentes, causando los temidos desbordes, con las consecuentes inundaciones aguas abajo, en general sobre la margen derecha del cauce y las inmediaciones del mismo, donde la topografía local ofrezca bajos inundables en relación a las márgenes y soleras del cauce.

En general, en casi toda la zona urbana de influencia del Canal Cacique Guaymallén en el área del Gran Mendoza, se ha mitigado los efectos de erosión y desborde, mediante la ejecución del revestimiento y protección de márgenes del Canal Cacique Guaymallén.

El último sector remanente del siglo XIX que permanecía inalterado, se encontraba en el área de influencia de la Calle Rivadavia del Departamento de Godoy Cruz, en un tramo de 486 metros, donde el cauce y las márgenes se encontraban en estado natural con sauces de importante fuste en el cauce. Este tramo incluía el puente de la mencionada arteria, la toma del antiguo ferrocarril, un salto y, en su extremo norte, el puente del ferrocarril. Este sector ha sido objeto de varios desbordes con las consecuentes inundaciones y problemas sociales aguas abajo.

---

<sup>19</sup> De allí deriva el nombre actual del Dique Derivador Pilar, donde nace el Canal Alejandro Mathus Hoyos, cauce que constituía el antiguo “Confin Desagüe”, tierras que recibían los excedentes de las crecidas fluviales del Río Mendoza.

Las obras de corrección y protección de márgenes del tramo mencionado fueron ejecutadas durante la época invernal de corta<sup>20</sup> del año 2005. En las Figura 113 a Figura 118 pueden observarse el estado anterior a las obras, algunas alternativas de la obra y, finalmente, la obra terminada, antes de la finalización de la corta, el 4 de agosto de 2005.

En general, el paisaje urbano que presenta el cauce del Canal Cacique Gaymallén consiste en una estructura rectangular, con distintas configuraciones, donde pueden encontrarse algunas de las siguientes combinaciones, que dependerá del momento en que la administración ejecutó las obras correspondientes (Figura 110, Figura 111 y Figura 112). Es así como pueden encontrarse muros de sostenimiento de hormigón armado o de gravedad, con el cauce sin revestir; muros de hormigón armado de ala, que estructuralmente incluyen un tercio de la solera, con la solera revestida; muros de hormigón armado y solera apoyada, e independiente de los muros. A su vez, las soleras presentan, en algunos sectores, una canalización central revestida en piedra, donde se concentra el escurrimiento de las dotaciones de riego y el flujo de fondo durante las crecidas aluvionales.

El Canal Cacique Guaymallén se encuentra atravesado por innumerables puentes carreteros, cuyas estructuras son variadas y le ofrecen distintos grados de obstaculización o estrangulamiento, dependiendo de la edad de los mismos y su planificación o coordinación con la Autoridad de Aplicación, es decir, la Dirección de Hidráulica para el caso de las crecidas aluvionales y el Departamento General de Irrigación, para el caso de las dotaciones de riego.

Los puentes que modernamente han sido proyectados por la Dirección Provincial de Vialidad han dejado la capacidad de conducción existente de aguas arriba, a fin de no obstaculizar el normal desenvolvimiento de la conducción de una crecida aluvional.

Puede establecerse en 250 m<sup>3</sup>/s como capacidad máxima de conducción para el Canal Cacique Guaymallén en el sector urbano de la Ciudad de Mendoza, hasta su sector terminal de revestimiento en el Dique Algarrobal, en el Departamento de Las Heras.



Figura 105: Vista del Dique Gil desde la Calle Pueyrredón



Figura 106: Calle Pueyrredón, aguas arriba de la desembocadura del Río Seco Sosa, en funcionamiento como calle canal, luego de una precipitación acompañada de granizo.

<sup>20</sup> Durante la Época de Corta, entre 40 y 60 días (meses de junio y julio) se ejecutan las principales obras en la red de riego de Mendoza y se limpian los canales y desagües de su red de distribución.



Figura 107: Desembocadura y aporte de caudales de la calle canal Pueyrredón en el Canal Caci que Guaymallén.



Figura 108: Cauce Canal Caci que Guaymallén aguas arriba de la desembocadura del Zanjón Sosa.



Figura 109: Cauce del Caci que Guaymallén típicamente suburbano antes de su ingreso en la zona urbanizada en Godoy Cruz, aguas arriba de Calle Baigorria



Figura 110: Puente Calle Baigorria. La edad del puente puede evaluarse por su tipología de pilas intermedias que ofrecen un obstáculo a las crecidas.



Figura 111: Puente del Ferrocarril típico, aguas abajo de calle Baigorria.



Figura 112: Sección mixta típica en la zona urbana y periurbana en el departamento de Godoy Cruz.



Figura 113: Estado del cauce en Calle Rivadavia previo a las obras de 2005, Departamento de Godoy Cruz.



Figura 114: Vista aguas abajo del puente de Calle Rivadavia.



Figura 115: Vista del cauce desde el puente del Ferrocarril hacia aguas arriba, sin poder ver el puente de calle Rivadavia



Figura 116: Etapas de obra, desde calle Rivadavia



Figura 117: Vista del cauce aguas debajo de Calle Rivadavia. Ahora puede verse el mencionado puente.



Figura 118: Cauce revestido del Canal Cacique Guaymallén luego de la obra del año 2005, durante el inicio del turno, luego de la corta anual del invierno de 2007. Pueden observarse la gran cantidad de basura que arrastra el frente de los caudales



Figura 119: Trabajos de revestimiento aguas abajo del puente del ferrocarril durante el invierno de 2007, a continuación de la obra del revestimiento de Calle Rivadavia



Figura 120: Cauce revestido.



Figura 121: Liberación del Cauce aguas abajo del puente del ferrocarril luego de la corta anual de junio de 2007.



Figura 122: Vista del Puente Brasil, límite entre Godoy Cruz y Capital.



Figura 123: Tramo aguas debajo de calle Brasil



Figura 124: Tramo revestido en la Capital, limitando con Guaymallén, vista hacia aguas arriba



Figura 125: Crecida en el Cacimiento Guaymallén en el tramo aguas arriba del Dique Agarrobal. Puede verse la interferencia de la estructura del puente en el escurrimiento del torrente.



Figura 126: Crecida en el tramo aguas arriba de la desembocadura del Zanjón Frías, en el salto inmediatamente aguas arriba de la desembocadura del mismo.

Las tormentas convectivas suelen producirse a la tarde o sobre el final del día, tal cual puede observarse en las siguientes imágenes, donde la Figura 127 muestra la crecida en el Canal Cacimiento Guaymallén a la altura de la desembocadura del Zanjón Frías, producto de los aportes de la zona urbana del Zanjón Maure y del aporte del Río Seco Tejo-Viamonte-Liniers de la última gran tormenta del período estival de 2011, acontecido en las horas de la siesta del 23 de febrero. La Figura 128 muestra una crecida pluvioaluvional nocturna sobre la desembocadura del Zanjón Maure, que coincide con la obra de desvío del Dique Tajamar. Puede observarse que las compuertas de ataje del dique se encuentran bajas, hecho que debiera haberse evitado para que la curva de remanso aguas arriba pudiera dejar elementos decantados en el cauce.



Figura 127: Crecida Aluvional sobre el Canal Cacimiento Guaymallén en la progresiva correspondiente a la desembocadura del Zanjón Frías



Figura 128: Crecida pluvioaluvional nocturna en la desembocadura del Zanjón Maure. Las compuertas de ataje del Dique Tajamar se encuentran bajas, hecho que siempre debe evitarse de manera preventiva.

### **Tramos del Canal Cacimiento Guaymallén.**

A nivel de conducción de crecidas aluvionales puede dividirse el cauce distintos tramos, en concordancia con el progresivado de la desembocadura de cada uno de los distintos tributarios pedemontanos.

Debido a que normalmente las tormentas convectivas de verano se producen en

sectores que no abarcan simultáneamente más de dos o tres de las cuencas que tributan al Cacique Guaymallén, la capacidad de conducción del mismo, alcanza rápidamente los doscientos metros cúbicos por segundo, decayendo luego, de acuerdo a la Figura 20 anteriormente vista. Para casos en que las tormentas se precipitan combinadamente en la zona urbana y en la zona pedemontana, los caudales de crecida aumentan aún más, llegando en ciertos sectores a sobrepasar los doscientos cincuenta metros cúbicos por segundo, provocando pequeños desbordes en algunos sectores urbanos, especialmente en coincidencia con los puentes vehiculares existentes sobre el Canal Cacique Guaymallén (Figura 125).

A continuación se mencionan los diversos tramos:

a) Tramo - Gran Comparto – Desembocadura Zanjón Sosa

En esta primera sección, se encuentran solamente las derivaciones hasta el Dique Gil, además de algunas desembocaduras de desagües pluviales menores. En el primer tramo, además, se encuentra el emplazamiento de la antigua central hidroeléctrica llamada “Lujanita”. Las secciones en este tramo son todas en terreno natural. El fondo está generalmente compuesto por piedra redondeada y los tramos están estabilizados a través de los compartos o saltos que mantienen la pendiente en un ocho por mil. Las márgenes se encuentran en general en terreno natural vegetadas por cañaverales o las barrancas existentes.



Figura 129: Cauce Canal Cacique Guaymallén aguas abajo del Gran Comparto. Dársena de entrada a la aducción de la Central Hidroeléctrica Lujanita

b) Tramo Desembocadura Zanjón Sosa – Desembocadura Río Seco Liniers

La incorporación del Zanjón Sosa, aguas abajo del puente de Calle Pueyrredón, en el Departamento de Luján de Cuyo, agrega importantes caudales provenientes de una importante cuenca pedemontana. En su recorrido también presenta una derivación de riego, cuya seguridad está dada mediante vertederos laterales. En este segmento también las secciones están compuestas por terreno natural con algunos sectores con muros de gravedad de hormigón que datan de edades de entre veinte y treinta años. También pueden encontrarse saltos y cuencos amortiguadores de energía para disminuir la capacidad erosiva de las crecidas de verano.

En este tramo se encuentran hitos como la antigua usina de pasada de la empresa “Carbometal”, llamada “Electra”, aguas arriba de la Calle Besares, en Luján de Cuyo, el Dique Derivador Carrodilla del cual se capta el agua para los canales Jarillal y Sobremonte. La particularidad del canal Jarillal es que conduce los caudales para la planta potabilizadora de Alto Godoy, sita en el Parque General San Martín (Capital), la que abastece a una muy amplia zona metropolitana.

A continuación (Figura 130), puede verse la obra de desembocadura del Zanjón Sosa en coincidencia con un salto en el cauce principal. Dicha obra tuvo que ser estudiada especialmente, mediante un modelo a escala en el Laboratorio de Hidráulica de San Juan. Dado que la obra no podía tomar una angulación conveniente entre los ejes de las canalizaciones y las pendientes de las mismas, con las distintas situaciones de caudales en ambas canalizaciones.



Figura 130: Desembocadura del Zanjón Sosa sobre el cauce del Canal Cacique Guaymallén, el que presenta un salto con cuenco amortiguador previa a la desembocadura

La sección del Zanjón Sosa en su desembocadura, presenta una angulación baja, la cual está acompañada con un ensanchamiento y un sistema de disipación de energía que puede observarse en la imagen siguiente (Figura 132).

El ensanchamiento se realiza en sección rectangular, posteriormente a un salto en el cauce del Zanjón cuya sección principal es trapezoidal (Figura 133).

La desembocadura se encuentra al final de la fotografía Figura 131, donde puede verse la angulación en relación con la dirección principal del Canal Cacique Guaymallén.





Figura 131: Desembocadura del Zanjón Sosa, angulado respecto de la alineación general del Canal Caci que Guaymallén. 200 metros al sur, puede verse el puente de Calle Pueyrredón, equidistante con el Dique Gil, otros 200 metros más al sur.

Debido a la disminución de la pendiente final, en conjunto con los dientes de disipación visibles en la figura anteriormente mencionada el cuenco que se forma para amortiguar la energía proveniente del Sosa, favorece la sedimentación del material de la cola de la crecida que, combinado con la existencia permanente de agua en el cauce, el crecimiento vegetativo es constante y debe ser mantenido mediante recursos de la Dirección de Hidráulica.



Figura 132: Sección del Zanjón Sosa previa a la desembocadura en el Canal Caci que Guaymallén.



Figura 133: Sección del Zanjón Sosa previa a la desembocadura en el Canal Cacique Guaymallén, vista hacia aguas arriba.

Las tipologías aguas abajo varían entre secciones con muros laterales a secciones totalmente sin revestir, tal como puede observarse en las siguientes figuras. Asimismo, en concordancia con los puentes que sobrepasan el cauce descrito existen obras de disipación de energía a fin de disminuir la pendiente media hasta el 0,8 %, valores manejables en cuanto a los efectos de la erosión dominante de las dotaciones de riego.

El Dique Carrodilla alberga las derivaciones de los canales matrices Sobremonte (margen derecha) y Jarillal (margen izquierda). Aguas abajo de esta obra se encuentra un salto y una obra de disipación de energía para evitar la erosión del resalto formado. Aguas abajo, finaliza el tramo, con la desembocadura del Río Seco Liniers.



Figura 134: Sección del Canal Cacique Guaymallén, vista hacia aguas abajo de la desembocadura del Zanjón Sosa.



Figura 135: Sección del Canal Caci que Guaymallén aguas arriba del dique Carrodilla.



Figura 136: Vista aguas arriba del Dique Carrodilla



Figura 137: Vista aguas abajo del Dique Carrodilla



Figura 138: Cuenco amortiguador Dique Carrodilla



Figura 139: Detalle Cuenco amortiguador

c) Tramo Desembocadura Río Seco Liniers – Desembocadura Zanjón Maure

Este tramo, que incorpora el cauce del Río Seco Liniers, formado por la unificación de varias cuencas pedemontanas, periurbanas y urbanas, comienza a tomar las características del cauce urbano más arriba descrito. La desembocadura posee un ensanchamiento y una obra de disipación de energía a fin de no presentar serios inconvenientes a la corriente principal del Canal

### Cacique Guaymallén.



Figura 140: Desembocadura del Río Seco Liniers aguas abajo del Dique Carrodilla. La obra de aquietamiento y disipación de energía se encuentra angulada con el Canal Cacique Guaymallén.

La desembocadura se produce además a una cota 70 cm por encima de la solera del canal principal, con lo que disminuye su influencia, ya que esta leve caída tiene un efecto adicional de disipación de energía, agregado a las dos filas de dados que posee la obra, tal como puede verse en la Figura 141: Desembocadura del Río Seco Liniers Figura 141.

El desarrollo se encuentra íntegramente incluido en del Departamento de Godoy Cruz. En su trayecto recibe la desembocadura de innumerables desagües de acequias urbanas que, durante la época de tormentas, aumentan poco a poco los caudales de crecida.

Los principales hitos hidráulicos corresponden al Dique Pilar y al Dique Tajamar, este último ubicado inmediatamente aguas arriba de la desembocadura del Zanjón Maure. Aguas arriba del Dique Pilar se ubica la antigua central hidroeléctrica de la empresa "Ecsal" (hoy inexistente) en este tramo, entre el salto de la toma de la central, y el Dique Pilar, la solera está compuesta por una canalización central de piedra, con laterales de hormigón hasta los muros perimetrales.



Figura 141: Desembocadura del Río Seco Liniers a través de una obra de disipación de energía, formada por tres filas de dados y un salto de 70 cm.

El Dique Pilar (Figura 142) tiene una rica historia, en parte comentada anteriormente, dado que en esa progresiva, mediante un gran pilar, se desviaba

las crecidas que entraban directamente del río Mendoza, hacia tierras de menor valor, a través de un canal llamado Confín Desagüe o del Infiernillo, hoy convertido en el canal matriz Alejandro Mathus Hoyos, derivado sobre la margen derecha del Canal Cacique Guaymallén. El dique fue reconstruido, como tantos otros, ya que durante la tormenta del 4 de enero de 1970, las cinco compuertas que lo componían, contribuyeron a que se formara un verdadero embalse aguas arriba, ya que los troncos que arrastró la corriente no pudieron sobrepasar la obra. Todos los barrios (Batalla del Pilar y otros) quedaron totalmente anegados y la situación se tornó muy compleja para la circulación y las construcciones afectadas.



Figura 142: Dique Pilar, origen de la derivación bajo la reja debajo del aliviadero de margen derecha, del Canal Alejandro Mathus Hoyos.

El nuevo diseño incluyó tres grandes compuertas motorizadas y dos aliviaderos laterales para contribuir a la seguridad hidrológica de la obra (Figura 142), a ello se le agregó la vivienda del operador del dique adyacente a la obra.

El Canal Cacique Guaymallén posee muros marginales (Figura 143 a Figura 145) en casi todo su desarrollo y soleras revestidas en algunas zonas urbanas de alta concentración (Figura 142). Numerosas industrias se ubican marginalmente, tomando el agua que el Departamento General de Irrigación le ha asignado y efectuando eventuales vuelcos de efluentes al mismo cauce (Figura 143 y Figura 144). La pendiente se conserva alrededor del ocho por mil en la mayor parte de su recorrido gracias a las numerosas obras de salto y disipación de energía que posee a lo largo de su recorrido (Figura 146 a Figura 148).



Figura 143: Secciones y vuelcos



Figura 144: Detalle de vuelco de efluentes



Figura 145: Sección transversal mixta



Figura 146: Puente y salto con cuenco disipador



Figura 147: Batería de saltos y disipadores

Figura 148: Puente ferroviario y árboles crecidos en el cauce

d) Tramo Desembocadura Zanjón Maure – Desembocadura Zanjón Frías

La desembocadura del Zanjón Maure, materializada a fines de la década de 1980, le permitió efectuar una buena alineación (Figura 147), además de tener predominio de cota, por lo que, ubicada aguas abajo del Dique Tajamar, interfiere muy poco con la energía que pudiere poseer el cauce principal.

Para el caso de la desembocadura del Zanjón Frías, el caso no pudo resolverse de la misma forma, ya que lo hace a 90°, pero tomando la precaución de realizarlo en el cuenco disipador de un gran salto, tal como puede verse en las figuras (Figura 127 y Figura 150).



Figura 149: Desembocadura del Zanjón Maure aguas abajo del Dique Tajamar. El cauce del Maure experimenta una amplia curva antes de incorporarse al Canal Cacique Guaymallén, de manera tangencial al mismo.



Figura 150: Desembocadura del Zanjón Frías en el Canal Cacique Guaymallén. Puede observarse perfectamente el salto existente aguas arriba, de manera de aislarlo hidráulicamente de la corriente que se incorpora.

El desarrollo en territorio netamente urbano, perteneciente a Godoy Cruz primero y luego el límite entre Capital y Guaymallén, posee características de revestimiento de márgenes y fondo en gran parte de su desarrollo. Los numerosos puentes que atraviesan la estructura hidráulica son de las más variadas tipologías, incluso algunos poseen pilares intermedios debido a la antigüedad de los mismos, tal como puede verse en la Figura 122, Figura 123, Figura 124, Figura 126, Figura 151 y Figura 152.



Figura 151: Sección totalmente revestida frente al Jumbo, transportando la dotación de riego.



Figura 152: Sección mixta, donde el fondo conserva la configuración típica de grava gruesa

#### e) Tramo Desembocadura Zanjón Frías – Dique Algarrobal

Las secciones del canal, continúan siendo rectangulares, aguas abajo de la incorporación del Zanjón Frías, el cual posee una muy amplia cuenca pedemontana y a su vez, recibe el aporte de una amplia zona urbana de Godoy Cruz. El canal recibe en este tramo los aportes urbanos de la ciudad de Mendoza a través de la desembocadura de las acequias y de la desembocadura del sistema de desagües de la Plaza Pedro del Castillo, en la cuarta sección de Capital. La única derivación existente en este tramo corresponde al Dique Algarrobal, punto donde finaliza el tramo de revestimiento y características urbanas.

Puede mencionarse además que, con la reciente construcción del Nudo Vial Costanera – Zapata, los puentes necesitaron *invadir* el cauce, disminuyendo la

capacidad hidráulica del mismo, para lo cual, la Dirección Provincial de Vialidad realizó algunas obras de corrección, para no disminuir la capacidad de conducción mínima del cauce que, en los puentes, está estimada en  $250 \text{ m}^3/\text{s}$ . para ello, en coincidencia con el puente Godoy – Barraquero, se construyó un vertedero lateral sobre la margen derecha del canal, a fin de suplementar el caudal que la viga del puente le quitó al cauce. En el caso del Puente Rondeau – 25 de Mayo, debió realizarse, en coincidencia con el salto existente, una profundización del cauce central, a fin de lograr la capacidad mínima preexistente, tal como lo había ordenado la Declaración de Impacto Ambiental, que otorgó la factibilidad ambiental a la obra (Figura 153 a Figura 156).



Figura 153: Salto sobre el que se profundizaría el cauce.



Figura 154: Obra de profundización del sector central de la canalización principal.



Figura 155: Obra terminada, llegada del primer golpe de agua



Figura 156: Obra en régimen con las dotaciones normales de riego.

La Figura 157 constituye una muestra representativa de la sección del Canal Cacique Guaymallén en el tramo en estudio. La sección de aproximación al Dique Agarrobal presenta un ensanchamiento sobre la margen derecha para descargar los caudales aluvionales (aliviadero) a fin de no afectar la obra de derivación (Figura 158, Figura 158 y Figura 159).





Figura 157: Sección típica del Canal Cacique Guaymallén de 15 m de ancho y 3 m de altura



Figura 158: Sección de aproximación al Dique Algarrobal, cuyo aliviadero se abre sobre la margen derecha



Figura 159: Edificio de compuertas del Dique Algarrobal y aliviadero de margen derecha



Figura 160: Dique Algarrobal hacia aguas arriba, vista de las distintas cámaras para los desripiadores.

f) Tramo Dique Algarrobal – Comparto Jocolí.

Las características del trayecto final del Canal Cacique Guaymallén corresponden a una canalización en terreno natural, con altas barrancas, incorporándose, 500 metros aguas abajo del Dique Algarrobal, el Zanjón de los Ciruelos (, el último de los colectores aluvionales y, quizás, el de mayores aportes al sistema, ya que proviene de una importante zona pedemontana y conduce los desagües pluviales de prácticamente el 50% de la ciudad capital y de un amplio sector urbano de Las Heras.



Figura 161: Vista general de la desembocadura del Zanjón de los ciruelos en el Cacique Guaymallén aguas abajo del Dique Algarrobal. El cauce deja su fisonomía urbana para transformarse nuevamente en un cauce en terreno natural con numerosos meandros y altas barrancas.

La pendiente de este sector es más baja que los tramos anteriores debido a que su dirección cambia de sur – norte a suroeste – nordeste.

En este trayecto se incorpora el llamado “Arroyo Lagunita”, proveniente de los desagües de la Ciudad de Guaymallén y del Colector Pescara, otro cauce que conduce grandes caudales provenientes de Luján, Maipú y Guaymallén.

El destinatario final de los desagües de todos los tramos mencionados corresponde a las zonas más bajas del oasis norte de Mendoza, es decir, amplios sectores del Departamento de Lavalle.



Figura 162: Desembocadura del Zanjón de Los Ciruelos en el Canal Cacique Guaymallén, aguas abajo del Barrio UJENVI, con una sección trapecial.



Figura 163: Finalización del Canal Cacique Guaymallén en la obra de derivación del Canal Jocolí y una hijuela sobre la margen derecha. Puede verificarse la característica meandrosa del cauce y los suelos salinos circundantes.

## 2.2.2- ZANJÓN SOSA

Como se expuso más arriba, el Zanjón Sosa fue desviado de su cauce natural durante fines del siglo XIX o principios del XX, de manera tal que los eventuales escurrimientos del piedemonte escurrieran hacia el norte, conectándose con el Río Seco Tejo, el cual también había sido modificado en su traza en esa dirección. El cambio en la dirección era prácticamente una curva a 90° en la cual, la pendiente del cauce cambia del uno por ciento a mucho menos que su quinta parte.

Este zanjón, en sus orígenes era destinatario de las descargas de una muy amplia zona pedemontana, además de la propia zona cultivada. Recién hacia mediados de la última década del milenio pasado (1996) fue construido el Colector Escudo Blanco Encalada, que le quitó más de 7000 hectáreas de cuenca, desviándolo directamente al río Mendoza.

Durante la tormenta del 04 de enero de 1970, el cauce desviado fue violentamente sobrepasado por la furia embravecida de los torrentes que escurrían desde el piedemonte y retomó su dirección hacia el este buscando su desembocadura en el Canal Caci que Guaymallén.

Estas consecuencias, conjuntamente con la destrucción de varios sectores del Canal Caci que Guaymallén y del Dique Frías, motivaron la rectificación y protección de las márgenes del nuevo Zanjón Sosa, tal como puede verse en la actualidad (Figura 164).



Figura 164: Traza del Río Seco Sosa, desde su ingreso en la zona suburbana hasta su desembocadura en el Canal Caci que Guaymallén.

El área de la cuenca de aporte es de 4220 ha, tal como se expuso en el punto 2.1., siendo su situación geográfica la que se aprecia en la Figura 22, Figura 96, Figura 97 y en la Figura 98 su relación con el resto de la zona suburbana. Antes de ingresar a la antigua zona cultivada, hoy suburbana, con amplio desarrollo inmobiliario, se han desarrollado una serie muy importante de asentamientos, fraccionamientos y condominios, los que, al igual que los del sector de San Isidro en Las Heras, no cuentan con ninguna autorización formal. La situación se empeora ya que la zona se encuentra en litigio limítrofe entre el departamento de Las Heras y Luján de Cuyo, por

lo que las inspecciones y denuncias realizadas por otras entidades, como por ejemplo la Dirección de Hidráulica, no han tenido efecto alguno. Toda esta situación pone en riesgo hidrológico mayor a la zona más baja y a los propios emprendimientos, los cuales no ha seguido criterio alguno para diagramar los parcelamientos. Toda esta situación trae aparejado que las vías de comunicación se corten con cada episodio convectivo en la zona de influencia (Figura 165)

El primer tramo, desde la Ruta Panamericana (Ruta Provincial N°82), aguas abajo de la confluencia de los arroyos secos pedemontanos, es de tierra, en unos 600 metros de desarrollo.

Las estructuras del Río Seco Sosa consisten en un tramo de sección rectangular con dos saltos para disminuir la pendiente en el primer tramo, donde la pendiente es muy fuerte, el cual se prolonga hasta la calle Viamonte.

Aguas abajo de la misma, la sección se transforma en trapezoidal, con los taludes tendidos (Figura 166) hasta su desembocadura en el Cacique Guaymallén, obra de importantes proporciones, que debió ser diseñada mediante un ensayo de modelo a escala hidráulica, debido a la interferencia de filetes energías de las corrientes de ambas canalizaciones (Figura 130, Figura 131, Figura 132 y Figura 133).

La longitud del revestimiento es de 2000 metros, con una capacidad de conducción de 200 m<sup>3</sup>/s. Las zonas circunvecinas, en un principio viñedos, se ha ido convirtiendo paulatinamente en áreas de gran valor inmobiliario, sin ninguna planificación urbana de servicios, comunicaciones ni desagües pluviales. Las imprevisiones han llevado a convertir a algunos puentes de servicio interparcelarios del Zanjón Sosa, en verdaderos puentes urbanos con los consiguientes problemas y peligros, tal cual se describe en la Figura 167.

La desembocadura consta de un ensanchamiento, obra de disipación con un ángulo agudo de inserción, aguas abajo de un salto estabilizador, de manera de aislar hidráulicamente el tramo superior del Cacique Guaymallén.

En este tramo se incorporan desagües pluviales menores, destacándose la incorporación del descargador de la hijuela Chacras de Coria, el cual sirve tanto para evitar desbordes aguas abajo de este canal de riego, como así también para su mantenimiento y limpieza.



Figura 165: Torrente aguas arriba de la Ruta Panamericana. Corte de una vía de comunicación luego de una tormenta en el año 2007, en un sector urbanizado sin planificación ni autorización de las autoridades de aplicación a nivel hidráulico.



Figura 166: Secciones típicas del Zanjón Sosa. La zona ha mutado de rural a urbana y suburbana en algunas progresivas, conservándose algunos parrales aislados



Figura 167: Vista de uno de los puentes que cruza sobre el Zanjón Maure.

Al mutar la zona de rural a urbana o suburbana dispersa, las calles laterales, antes callejones internos de las propiedades, se han transformado en verdaderas calles, sin las correspondientes previsiones de anchos y protecciones.

Igual caso ha sucedido con los distintos puentes de servicio interno de las propiedades, los cuales son utilizados para la circulación normal de automóviles e, incluso, camiones cargados.

En la actualidad, se encuentra en estudio la limitación para el uso de los mismos solamente para peatones, bicicletas y motos.

De esta manera, quedarán en servicio urbano dos calles de importante caudal vehicular que son Alzaga y Viamonte, separadas unos 1100 metros.

### **2.2.3- RIO SECO TEJO – VIAMONTE – LINIERS**

Esta canalización es otro claro ejemplo de la acción antrópica que, en beneficio propio, desvió el cauce del Río Seco Tejo, proveniente de la cuenca de Chacras de Coria, hacia el norte, a través de una calle, de nombre Viamonte, hasta conectarlo con el cauce de otro río seco, llamado Liniers, que oficia de límite entre Godoy Cruz y Luján de Cuyo, la situación geográfica es la que se aprecia en la Figura 22, Figura 96, Figura 97 y en la Figura 98 en su relación con el resto de la zona suburbana y urbana por la que se desarrolla. La cuenca de aporte pedemontano, de acuerdo a lo mencionado en el apartado 2.1 es de 2300 ha la cual se encuentra sin ningún tipo de regulación u obra de mitigación de crecidas, previo a su paso por el área suburbana y urbana.

El cambio de dirección, hace variar la pendiente del fondo del canal desde el uno a uno y medio por ciento a menos de su cuarta parte.

Esta modificación data de la misma época del desvío del Zanjón Sosa, que de acuerdo con testimonios de la zona, dichas modificaciones se habrían realizado a principios del siglo XX. Los problemas se han manifestado en cada tormenta que se ha precipitado en la cuenca de aporte, con desbordes, caída de árboles sobre el cauce, inundación de los terrenos aledaños y corte de servicios públicos.

El área de influencia de esta canalización experimenta diversos cambios, tal como puede verse en el trazado de la Figura 168, de acuerdo por el sector en que se desarrolla. Es así como se inicia en el piedemonte y luego, aguas abajo de la Ruta Panamericana, atraviesa una zona de alto valor inmobiliario, en un trayecto de unos 6000 metros, en el que se produce el mencionado cambio de dirección, mutando del sentido oeste-este a sur-norte, transformándose en el Río Seco Viamonte. Las costumbres de más de cien años, han hecho que en distintos planos catastrales y municipales, el cauce, antes calle pública, pasara a llamarse “calle río seco Viamonte”, con los conflictos interjurisdiccionales que ello ha traído aparejado para los propietarios de las parcelas colindantes con el cauce. La superposición de jurisdicciones supuso entonces un vacío legal que se tradujo en una inacción por muchos años que implicó la ejecución de badenes que obstaculizaron en muchas oportunidades las descargas aluvionales, desbordándose el canal.



Figura 168: Traza del Río Seco Tejo – Viamonete - Liniers, desde su ingreso en la zona suburbana y urbana hasta su desembocadura en el Canal Caci que Guaymallén.

El cauce, en su último desarrollo, vuelve a retomar la dirección oeste-este, tomando el nombre de Río Seco Liniers, desembocando en el Canal Caci que Guaymallén, aguas abajo del Dique Carrodilla (Figura 140 y Figura 141) en el Departamento de Godoy Cruz.

El Río Seco Tejo será ha sido recientemente revestido, durante los años 2009 a 2010, mediante una sección rectangular de hormigón armado de siete metros de ancho, con una altura de 2,30 metros, siguiendo la pendiente natural del terreno.

Paralelamente, en diciembre de 2008 se inició la ejecución de un tramo de 900 metros de revestimiento del Río Seco Viamonte, con una sección similar a la arriba mencionada, a continuación de los trabajos finalizados en el año 2006, finalizando los mismos en el año 2009.

El Río Seco Liniers, de 1600 metros de longitud, se encuentra totalmente revestido, con una sección rectangular y una capacidad aproximada de unos 100 m<sup>3</sup>/s. La desembocadura consta de dientes amortiguadores de energía a fin de producir la menor perturbación en el escurrimiento del cauce principal, Figura 141. El canal Caci que Guaymallén posee un salto estabilizador, 300 m aguas arriba, en coincidencia con la salida del dique Carrodilla, de manera de aislar hidráulicamente el escurrimiento del tramo superior (Figura 137 y Figura 138).

Los trabajos de impermeabilización y protección de márgenes del todo el recorrido del Río Seco Tejo - Viamonte, ha mejorado las condiciones de seguridad hidrológica de todo el sector, y se espera que produzca un paulatino reordenamiento territorial de las franjas colindantes al río seco y de las vías de comunicación, con la correspondiente construcción de puentes integralmente calculados con la sección rectangular del canal.

El Río Seco Tejo recibe las descargas aluvionales de las cuencas pedemontanas de influencia. Cuando su desarrollo atraviesa las zonas en desarrollo urbano de Chacras de Coria, recibe pequeños aportes hasta el desargador de la Hijuela Chacras de Coria,

en su cambio de dirección este-oeste a sur-norte, al transformarse en el Río Seco Viamonte, tal como puede apreciarse en la Figura 168. Luego, recibe todos los aportes pluviales y aluvionales de las cuencas que se encuentran al este de la formación mogotes y los pluviales urbanos de la zona de Chacras de Coria que se encuentra al oeste, destacándose el aporte de calle Orsini, el de la Calle Malvinas (calle canal) y el del conocido como *Colector del Aeroclub*.

El Río Seco Liniers recibe a lo largo de su trayecto aportes menores de un amplio sector urbano de Luján de Cuyo y, en menor medida, de Godoy Cruz.

En la sucesión de fotografías siguientes pueden apreciarse etapas de obra durante los trabajos de revestimiento correspondientes al tramo del Río Seco Viamonte y también del Río Seco Tejo. Es notoria la limpieza, ordenamiento y seguridad hidrológica que se le confiere al sector, mediante la observación comparativa de las imágenes.

Los caudales que antes tenían grandes posibilidades de desbordar ya discurren con una alta seguridad a través del cauce revestido, sin influenciar a las propiedades de su área de influencia. Los puentes han provisto a las propiedades colindantes al río seco, de un acceso seguro, sin riesgos para la vida de los transeúntes, como así también se independiza la vida cotidiana respecto de las crecidas aluvionales, que normalmente han cortado el paso a numerosas familias ubicadas al este del tramo del Río Seco Viamonte.

En ciertos sectores, al crecimiento urbanístico ha sido tal que los servicios y desagües han quedado sin solución, por lo que, para el caso de Calle Malvinas Argentinas, se optó por convertir a esa calle de 250 metros en calle canal (observar Figura 182 a Figura 185).



Figura 169: Transición entre la sección de suelo natural y la sección de hormigón armado. Al fondo, el puente de Calle Orsini.



Figura 170: Detalle de la desembocadura de los drenajes de Calle Orsini, la cual posee uno a cada costado,





Figura 171: Vista de la sección del Río Seco Viamonte aguas arriba de calle Orsini. Puede observarse en primer plano uno de los cuatro badenes existentes.



Figura 172: Sección de hormigón armado rectangular aguas debajo de calle Orsini. Al Fondo, el puente de Calle Malvinas – Matheu.



Figura 173: Desagüe típico de una hijuela de riego al cauce del Río Seco Tejo – Viamonte – Liniers.



Figura 174: Badén típico sobre el cauce del Río Seco Viamonte, aguas arriba de calle Orsini, favoreciendo claramente el desborde de las descargas aluviales.



Figura 175: Puente sobre el revestimiento que reemplazó a un badén de acceso, en contraposición evidente con las figuras anteriores.



Figura 176: Sección típica revestida del Río Seco Viamonte, aguas arriba de calle Orsini, que encauza las descargas aluviales con la mejor seguridad.



Figura 177: Puente que reemplazó a un badén que servía a 12 familias que se veía aisladas por las crecidas



Figura 178: Calle lateral que ordena territorialmente el área lateral del canal revestido.



Figura 179: Sección revestida del Río Seco Viamonte entre calle Malvinas y Ugarte



Figura 180: Sección del Río Seco Viamonte, con una descarga pluvial sobre la margen izquierda.

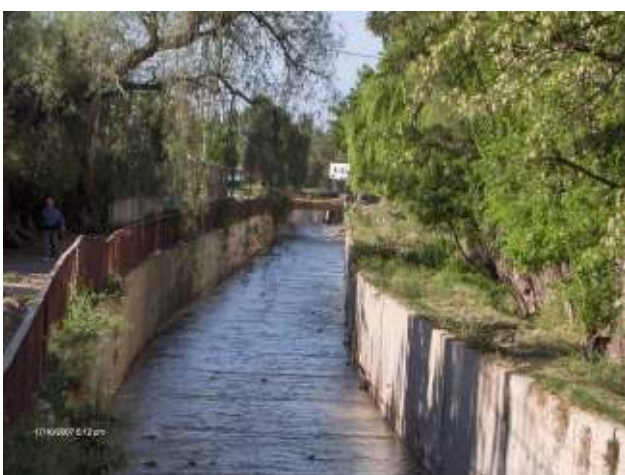


Figura 181: Sección rectangular, aguas arriba de calle Ugarte. Al fondo, el puente de esa calle.



Figura 182: Calle Canal Malvinas, en su intersección con calle Darragueira.



Figura 183: Calle Canal Malvinas, en su intersección con calle Darragueira.



Figura 184: Calle Canal Malvinas, en desembocadura en el Río Seco Viamonte.



Figura 185: Detalle de las desembocaduras de los desagües pluvialuvionales de calle Malvinas sobre el cauce.



Figura 186: Detalle del Río Seco Viamonte aguas arriba de calle Matheu antes de la ejecución del tramo aguas arriba de esta I Etapa.



Figura 187: Revestimiento del Río Seco Viamonte aguas debajo de ruta Panamericana. Al fondo, su desvío hacia el este para transformarse en el Río Seco Liniers.



Figura 188: Desembocadura del Desagüe de excedentes pluviales que coincide con la traza del IV tramo del Corredor del Oeste, aguas abajo del cruce con ruta Panamericana



Figura 189: Desagüe pluvial de emprendimientos urbanos privados sobre la margen izquierda del Río Seco Liniers, a pocos metros de iniciar su traza Oeste – Este.



Figura 190: Puente canal con la nueva traza de la hijuela de riego Chacras de Coria



Figura 191: Viejo puente de la hijuela Chacras de Coria, durante la excavación de la obra del II Tramo.



Figura 192: Etapa de obra del puente canal de la Hijuela Chacras de Coria. Al fondo la vieja estructura, se mantuvo en servicio hasta último momento.



Figura 193: Puente de ruta Panamericana y desagüe del Colector del Aeroclub.



Figura 194: Río Seco Tejo. Puente de Calle Italia, aguas arriba de la curva que da origen al tramo del Río Seco Viamonte.



Figura 195: Curva hacia el norte (izquierda) del cauce. Fotografía luego de una tormenta, que saturó la hijuela de riego Chacras de Coria, produciendo el desborde controlado hacia el cauce del río seco. La limpieza de la hijuela se realiza de la misma manera, accionando el conjunto de compuertas de la figura, arrojando hidráulicamente todos los desperdicios al cauce.



Figura 196: Salto del Río Seco Viamonte aguas arriba del puente del ferrocarril, cercano a la ruta Panamericana, durante una crecida aluvional



Figura 197: Salto triple aguas arriba del puente del ferrocarril.



Figura 198: Descarga aluvional a través del cauce revestido del Río Seco Viamonte



Figura 199: Caudales de crecida en el Río Seco Viamonte aguas abajo del puente de calle Ugarte.

El revestimiento tuvo efectos muy positivos en ciertos sectores, especialmente en curvas y otros sitios como los mencionados en las figuras que muestran los viejos badenes en contraposición con los nuevos puentes. La transformación de río seco en canal revestido puede verse claramente en las dos imágenes siguientes, donde la curva con una alta fragilidad ambiental y riesgos para los habitantes de la margen derecha, ha cambiado ostensiblemente, transformando la propiedad en un sitio seguro frente a los riesgos de desbordes a causa de una descarga aluvional.

Es de destacar que la ejecución de los trabajos sobre los cauces aluvionales es conveniente realizarla durante la época de invierno, caso contrario, deben tomarse medidas adicionales de precaución sobre los sectores más vulnerables, tales como los de la Figura 202, que podría haber presentado algún tipo de problemática si se hubiera producido alguna crecida durante los trabajos.



Figura 200: Curva hacia el norte, donde la margen derecha se encuentra en riesgo de desborde, mayor a todo el resto de la traza.



Figura 201: Curva terminada, transformando el río seco de la figura anterior en un canal revestido.



Figura 202: Trabajos de excavación para la solera del canal en plena temporada estival



Figura 203: Trabajos de avance de obra del revestimiento del río seco en la curva, luego de la temporada estival

## 2.2.4- ZANJÓN MAURE

El Zanjón Maure tiene su origen la hidrografía natural de la ciudad, tal como puede examinarse de antiguos planos e ilustraciones, mapas y planos de la antigua Ciudad de Mendoza. La situación geográfica es la que se aprecia en la Figura 22, Figura 96, Figura 97 y en la Figura 98 en su relación con el resto de la zona suburbana y urbana por la que se desarrolla. La cuenca de aporte pedemontano, de acuerdo a lo mencionado en el apartado 2.1 es de 60 ha la cual posee al Dique Maure como obra principal de control.

La utilización como colector de crecidas aluvionales tuvo como origen la década de 1940 que es cuando se consolidó su uso y se estabilizaron sus márgenes a través de la construcción de los primeros muros marginales, muchos de los cuales todavía se encuentran en servicio en varios tramos urbanos.

La dirección de escurrimiento es de oeste a este (Figura 204) y, tal como se ha explicado anteriormente, el zanjón Maure experimentó durante la década de 1980, la rotura de su margen derecha a causa del avance de las ripieras existentes y en explotación. Esta situación ha colaborado en crear una zona mayor de atenuación de crecidas, ya que ha agregado, aguas abajo del Dique Maure, una regulación de más de 300.000 metros cúbicos adicionales. Tanto la Municipalidad de Godoy Cruz, como autoridades provinciales han iniciado acciones para lograr consolidar este sector como área de reserva y seguridad hidrológica del departamento.



Figura 204: Traza del Zanjón Maure desde la salida del sistema de seguridad hidrológica del Dique Maure, al Oeste de Godoy Cruz, hasta su desembocadura en el Canal Cacique Guaymallén.

La situación relacionada con la incidencia de las ripieras adyacentes, puede observarse claramente en las imágenes satelitales mostradas en la descripción del Dique Maure.

En la Figura 205 y la Figura 206 puede observarse el desvío que sufre la crecida que sale laminada del Dique Maure hacia los fosos de las ripieras, los cuales, deberán llenarse hasta el nivel de cota de fondo del cauce (Figura 208), para que el agua pueda escurrir aguas abajo, es decir hacia el este, ingresando al casco urbano del

oeste de Godoy Cruz.

El volumen que pueden laminar los fosos es importante (Figura 209), debiendo monitorearse los taludes laterales en condiciones saturadas, para verificar su estabilidad, especialmente en los sectores de las villas inestables.



Figura 205: Imagen general del Dique Maure y las ripieras adyacentes aguas abajo del Zanjón Maure



Figura 206: Detalle de la ripiera que avanzó sobre la margen derecha del Zanjón Maure provocando su derrumbe. Existe una diferencia de cota importante entre el fondo del cauce y los fosos de la ripiera fuera de uso.



Figura 207: Vista hacia aguas arriba del Zanjón Maure, desde la ripiera, en dirección oeste.



Figura 208: Vista hacia aguas abajo. Sobre la izquierda de la fotografía puede verse el desnivel que existe entre el fondo del cauce y la cota de entrada al foso.



Figura 209: Fotografía panorámica del primer foso de la ripiera, donde puede observarse verdadera magnitud las medidas del mismo y su relación al Zanjón Maure.



Aguas abajo de los fosos de las ripieras, retoma nuevamente el cauce del Zanjón Maure sin ningún tipo de revestimiento, excavado en terreno natural, con profundas barrancas. Hacia el sur de la margen derecha del cauce del zanjón y al este de calle General Perón (Figura 210) existe otro grupo de fosos de viejas explotaciones de áridos que son aprovechadas para arrojar escombros y RSU de manera indiscriminada, aumentando la fragilidad del sector. Consecuentemente, como esta área se encuentra habitada por una importante cantidad de villas inestables aguas abajo de la calle Perón, se ha ido desarrollando un basural de grandes dimensiones, relacionado con una planta de clasificación de residuos recolectados por los conocidos *carreteleros*<sup>21</sup>. Si bien la situación de conducción se ve obstaculizada, la existencia de las ripieras, de alguna manera compensa la disminución de la sección del cauce, la cual, de todos modos, se encuentra con un bajo grado de consolidación que, frente a una escorrentía, fácilmente será erosionada, con el consiguiente perjuicio de las zonas bajas, muchos kilómetros aguas abajo del Dique Algarrobal.

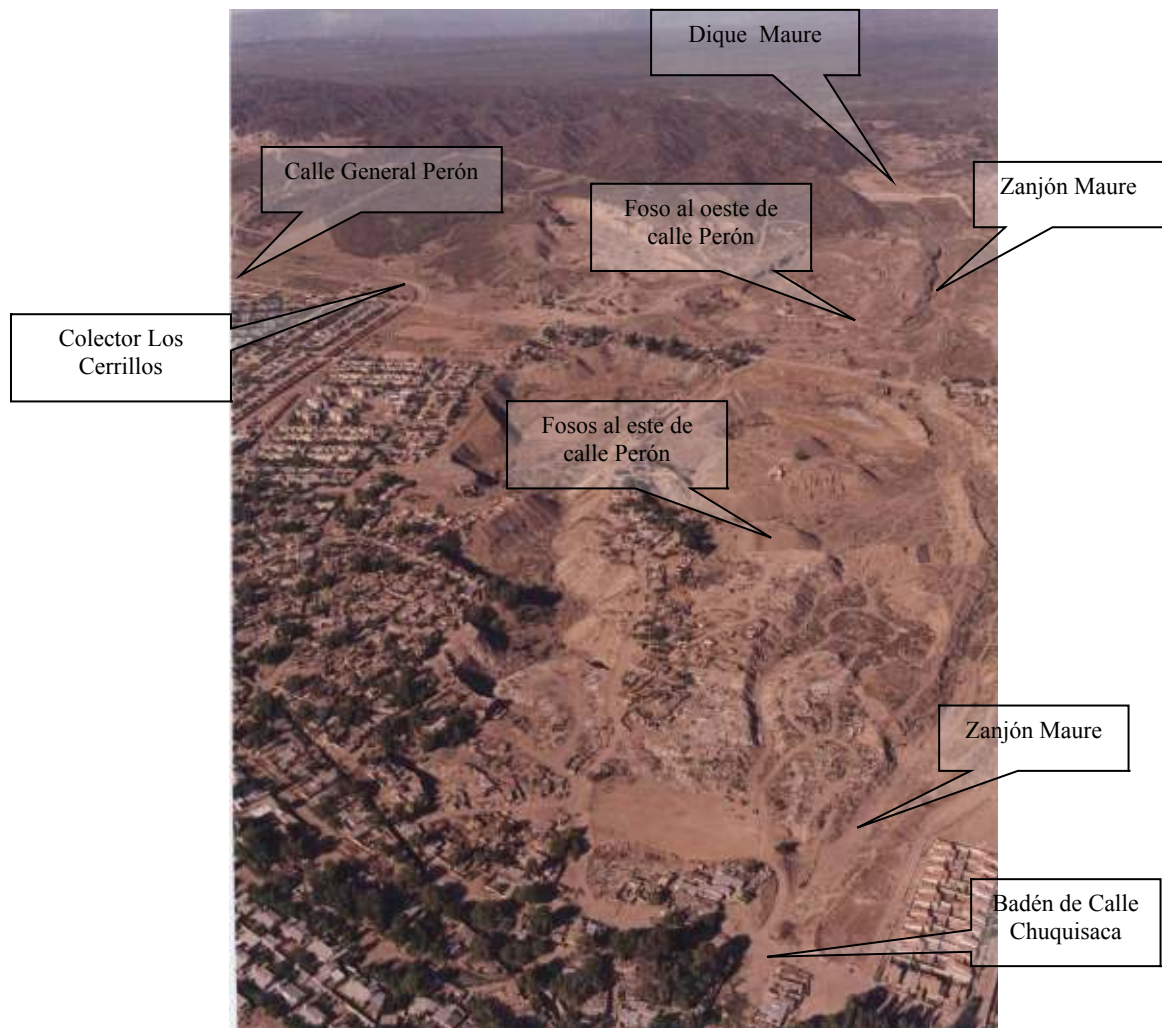


Figura 210: Fotografía aérea del cauce del Zanjón Maure (año 2002) en su tramo desde el Dique Maure hasta calle Chuquisaca, en la cual puede observarse los asentamientos inestables de la margen izquierda (sur) y los fosos fruto de las explotaciones de áridos, tanto al oeste como al este de la calle General Perón.

El sector de complejas connotaciones socio ambientales se prolonga por unos 600 metros hasta llegar al corredor del oeste, a partir del cual, el cauce se interna en la zona definitivamente urbana consolidada de la ciudad de Godoy Cruz. Los muros del

<sup>21</sup> Carretelero: Persona que se dedica a la recolección y clasificación de los RSU de manera informal y arroja los escombros o lo que le no le sirva de su actividad de recolección de residuos a cauces y descampados, conduciéndose en una carretela tirada por un caballo.

Zanjón Maure comienzan a partir de la calle Chuquisaca, 300 metros aguas arriba del corredor del oeste, atravesando todavía en una zona de menores riesgos ambientales, pero donde los restos de la clasificación manual de los residuos tienen su destino final en el propio cauce (Figura 211y Figura 212).

El canal Civit, cauce de aducción a la planta potabilizadora de agua potable de Alto Godoy, en el parque General San Martín, atraviesa el cauce del Zanjón Maure mediante un sifón, aguas arriba del corredor del oeste.

A cien metros aguas arriba del mencionado nudo vial se encuentra la desembocadura del Colector Los Cerrillos, importante conducción que cumple las funciones de colector escudo, protegiendo una amplia zona urbanizada durante fines de la década de 1980 y principios de la siguiente. La desembocadura, realizada por la margen derecha, se encuentra angulada, de manera que las corrientes no se interfieran en cuanto a las energías disponibles ni causen probables desbordes aguas arriba. El Colector Los Cerrillos es el tributario del Zanjón Maure de mayor importancia (Figura 211 a Figura 214).



Figura 211: Tramo entre calle Chuquisaca y el Corredor del Oeste. Sobre la izquierda de la fotografía se encuentra la desembocadura del Colector Los Cerrillos.



Figura 212: Imagen en la campaña de otoño de 2007, durante los trabajos de limpieza y extracción de residuos. Numerosos son los desagües que desembocan en su cauce, favoreciendo el crecimiento de vegetación y dificultando las tareas de las maquinarias.



Figura 213: Crecida aluvional en el Zanjón Maure, con exclusivo aporte desde el Colector Los Cerrillos.



Figura 214: Detalle de la desembocadura y del exclusivo aporte desde el Colector Los Cerrillos, sin escurrimiento desde aguas arriba del cauce principal.



Figura 215: Vista aérea del Cauce del Zanjón Maure, donde puede verse desde la desembocadura del Colector Los Cerrillos hasta el Barrio Bancario.

En el nudo del corredor del oeste y el cauce del Zanjón Maure se encuentra el descargador del Canal Jarillal el cual (Figura 216 y Figura 217), mediante una obra de alivio controlada por una compuerta que funciona como descargador y vertedero cuando no puede ser accionada. Esta canalización posee algunos desagües pluviales y provenientes de la zona urbana alta de Godoy Cruz, además de la desembocadura de un antiguo descargador de riego que se transformó en colector aluvional, a medida que la zona fue mutando de chacras y viñedos a loteos urbanizados. Esta canalización, que tributa al Canal Jarillal se une al mismo unos 1500 metros aguas arriba del descargador de crecientes al Zanjón Maure.



Figura 216: Descargador del Canal Jarillal al Zanjón Maure con alguna deficiencia de estanqueidad, durante su funcionamiento normal



Figura 217: Descarga al Zanjón Maure durante una crecida aluvional, la que encontró a la compuerta baja, a pesar de la tormenta y las previsiones del radar meteorológico.



Figura 218: Tramo aguas abajo del Corredor del Oeste. Para la limpieza debían transportarse gran cantidad de material para poder solucionar la problemática del agua (margen derecha), erogada por los canales de Irrigación. Al fondo a la izquierda, puede verse la estructura de desagüe del Canal Jarillal.



Figura 219: Tramo aguas abajo del Corredor del Oeste con las soleras revestidas, lo cual disminuye en gran medida los costos de mantenimiento de la canalización. Vista de una crecida

Tal como puede observarse en la Figura 217, la crecida ha alcanzado la posición del descargador del canal con la compuerta en situación de cierre, causando una curva de remanso aguas arriba, con los consiguientes desbordes. Es necesario que se capacite a los operadores de estas obras acerca de la necesidad de tener en la posición de máxima apertura los órganos de seguridad a fin de no causar mayores dificultades adicionales a las que las tormentas acarrearán.

En el puente de cruce de las vías de ferrocarril sobre el Zanjón Maure se encuentra la desembocadura del colector Mosconi, obra ejecutada por la Municipalidad de Godoy Cruz, al igual que el sistema de desagües de la Plaza de Godoy Cruz. Dicho sistema de desagües pluviales urbanos, abarca un área de aproximadamente 20 hectáreas urbanas, las cuales fueron saneadas en su sistema de acequias, conduciendo todos sus excedentes al cauce del Maure mediante cuatro colectores ubicados en calles Belgrano y Antonio Tomba.

Finalmente, el Zanjón Maure desemboca en el Canal Cacique Guaymallén, de manera angulada, aguas abajo del salto doble del Dique Tajamar. De esta manera, se aísla

hidráulicamente la incorporación de los caudales aluvionales del Maure, de la sección aguas arriba del Cacique Guaymallén. Los últimos 350 metros de revestimiento fueron ejecutados por la Municipalidad de Guaymallén, basada en el proyecto de la Administración Central<sup>22</sup>.

El desarrollo urbano del Zanjón Maure, clásicamente estuvo compuesto por muros de hormigón con el fondo en terreno natural, estabilizado con dientes para disminuir la energía de erosión de las crecidas pluvioaluvionales. La constante exposición del fondo a los desagües urbanos favorecía el desarrollo vegetativo de plantas e incluso árboles dentro del cauce. El hecho de la existencia de un zanjón cercano, ofrecía irresistibles oportunidades para los habitantes del sector y, público en general, para arrojar todo tipo de desperdicios, basura, animales muertos e, inclusive, escombros provenientes de obras cercanas. La vegetación, la basura y los desperdicios acumulados, eran un caldo de cultivo constante, especialmente durante la época de verano de altas temperaturas, para el desarrollo de vectores, mosquitos, malos olores, refugio de roedores, con el consiguiente mal aspecto general y malestar de la población misma, que, en alguna medida tenía cierta responsabilidad en el mal estado del cauce.

El constante crecimiento arbustivo y la acumulación de los desechos mencionados, ha consumido importantes esfuerzos por parte de la Dirección de Hidráulica, organismo que ha empleado gran cantidad de maquinaria pesada (cargadora, minicargadora, excavadora y camiones volcadores) a fin de poder extraer la vegetación en constante crecimiento y erradicar los minibasurales que en todos lados aparecían. Este operativo debía ser desarrollado dos veces por año.

A partir de fines de 2004, mediante sucesivas etapas de revestimiento de soleras y ejecución de muros de hormigón armado, se ha saneado una longitud de 1200 metros en cinco etapas. Actualmente se encuentra en desarrollo la sexta etapa de revestimiento. Ello ha permitido la relativa concientización y frenado el arrojado de desperdicios al cauce, además de tener que solamente limpiar el fondo del cauce para el retiro de la basura arrojada, cuya proporción ha sido mucho menor. La inversión en el revestimiento ha significado en un ahorro de maquinaria y equipo, pudiendo emplearlos en otros sectores del territorio de la provincia.

El desarrollo del cauce del Zanjón Maure entre calle Chuquisaca y la desembocadura en el Cacique Guaymallén es de 3200 metros, con una pendiente variable entre el 1,5 y 2,5 % en los sectores superiores. La capacidad media de conducción es de unos 200 m<sup>3</sup>/s, estado limitada por la gran cantidad de puentes urbanos que cruzan el cauce. En muchos casos la construcción de los puentes ha invadido la sección hidráulica disponible, disminuyendo la capacidad de conducción y la posibilidad de ser recorrido con maquinaria pesada para su mantenimiento. Estos hechos complicaron aún más los operativos de la repartición oficial que se veía obligada a ejecutar rampas de acceso. La única estructura, al igual que en el resto de los zanjones, que presenta pilas intermedias es el puente del ferrocarril, que data de más de cien años.

Los anchos de solera varían entre los 12 metros a los 15 metros de ancho, con muros de 2,5 a 3 metros de altura. En algunos puentes, la luz libre de los puentes solamente ha llegado a dejar 2 metros disponibles para el escurrimiento de las crecientes.

---

<sup>22</sup> Proyecto realizado por la Dirección de Hidráulica del entonces Ministerio de Obras y Servicios Públicos de 1988.



Figura 220: Tramo mixto típico, con los muros de hormigón de la década de 1970 y el fondo de terreno natural, con dientes de fondo para disminuir la pendiente de equilibrio. La imagen corresponde a una vista luego de la remoción de primavera de la vegetación y la basura que normalmente es arrojada al cauce.



Figura 221: Detalle del material de fondo. Se trata de un material eminentemente grueso. Al final, puede verse uno de los tantos dientes de estabilización de fondo, para disminuir la pendiente de la solera.



Figura 222: Curva suave del cauce en pleno desarrollo urbano, visto hacia aguas abajo, posteriormente a los trabajos de limpieza que la Dirección de Hidráulica realiza con maquinaria propia.



Figura 223: Tramo urbano antes de las limpiezas habituales que realiza la Dirección de Hidráulica con maquinaria propia.



Figura 224: Revestimiento completo del cauce aguas arriba de la Calle San Martín, principal arteria de la ciudad de Godoy Cruz.



Figura 225: Revestimiento del cauce, aguas arriba de la Calle San Martín. Al fondo, el puente de calle Fray Luis Beltrán.



Figura 226: Etapa de revestimiento de las soleras del cauce, entre calle San Martín, al fondo, y calle Belgrano (I Etapa)



Figura 227: Vista del Puente de Avenida San Martín, previamente al revestimiento de las losas de fondo (Etapa I).



Figura 228: Restos de RSU arrastrados por la crecida del 23 de febrero de 2011 en el puente San Martín.



Figura 229: Detalle de la acumulación de los RSU acumulados en la pila central del puente de calle San Martín.



Figura 230: Vista del cauce aguas abajo de calle Belgrano, previamente a las obras de construcción de margen derecha y losas de fondo (Etapa III).



Figura 231: Revestimiento de la margen derecha del cauce, aguas abajo de la calle Belgrano. Etapa III del Revestimiento



Figura 232: Imagen desde aguas abajo del III Tramo, entre calles Balcarce y Tomba, durante la ocurrencia del viento Zonda.



Figura 233: Imagen desde aguas arriba del tramo previo a la desembocadura sobre el Caci que Guaymallén.

El revestimiento del cauce del Zanjón Maure en etapas ha posibilitado el mejoramiento urbanístico a la vez que el saneamiento de una gran cantidad de sectores que tenían inclusive árboles en el sector de la traza (Figura 233), si bien la velocidad aumenta debido a la disminución de la rugosidad de fondo y a la eliminación de la vegetación asociada. Las ventajas mencionadas se agregan a la facilidad del mantenimiento y menores recursos necesarios por temporada que deben utilizarse. El efecto de la ausencia de malezas, árboles y vegetación en la canalización causa un efecto psicológico en la población, que implica que se arroje menor cantidad de RSU al mismo.

### 2.2.5- ZANJON FRIAS

El Zanjón Frías, al igual que el Zanjón Maure y el Ciruelos, siguen en su mayor parte, la antigua traza de los principales ríos secos de la hidrografía natural del piedemonte de Mendoza. La cuenca de aporte, tal como se ha visto en el punto 2.1 es de 2.100 ha.

Tiene su origen en el descargador y aliviadero el dique del mismo nombre. Se desarrolla en los primeros metros entre la formación mogotes donde se localiza el sistema de atenuación de crecidas, limitado por los primeros muros de sostenimiento construidos luego de la falla del Dique Frías, a partir del año 1972. Se trata de muros de hormigón de 5 metros de altura, fundados en el terreno natural, de manera que la profundidad del nivel de desplante no sea alcanzado por la erosión regresiva<sup>23</sup> que pueda iniciarse aguas abajo y remontar el cauce. Este efecto se logra a través de la construcción de diafragmas transversales al cauce, en el fondo del mismo, disminuyendo la pendiente general de la traza a valores mucho menores a los de la topografía general del sector. Estas estructuras se combinan con saltos con sus respectivos cuencos amortiguadores de energía de manera que sea disipada en un sector con acción erosiva controlada. El ancho del cauce es muy amplio de manera de limitar la ocupación del terreno por la proliferación de las villas inestables. En este sector el ancho alcanza los 25 metros, el cual irá disminuyendo paulatinamente el cauce se acerca a la zona urbana de la ciudad. La sección es rectangular en general, con una capacidad media de 100 m<sup>3</sup>/s y un desarrollo total de 7.000 metros. La pendiente media varía entre 2,5% en los tramos superiores, al 1% en los sectores finales de aproximación al Caci que Guaymallén (Figura 234).

<sup>23</sup> Se utilizará indistintamente las expresiones “erosión regresiva” y “erosión retrocederte” como equivalentes.



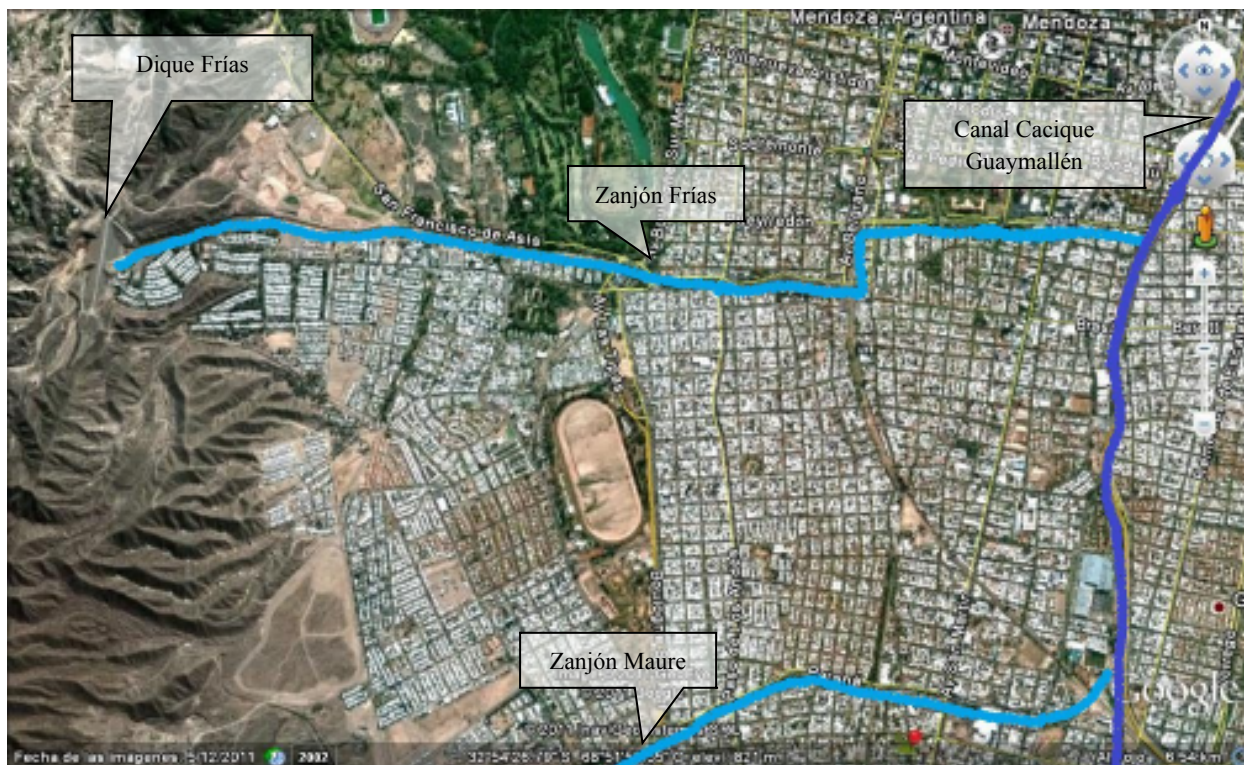


Figura 234: Traza del Zanjón Frías desde la salida del sistema de seguridad hidrológica del Dique Frías, al Oeste de Godoy Cruz y Capital, hasta su desembocadura en el Canal Caci que Guaymallén.

El cauce del Zanjón Frías es atravesado mediante sifones, por varios canales de riego que descargan tanto sus excedentes como así también efectúan su limpieza hacia el cauce. Es por ello que, además de las acequias urbanas, son la causa que la traza no se encuentre totalmente seca durante la mayor parte del año. Es muy sencillo ubicar las salidas de los canales anteriores, ya que a partir de ellos el crecimiento vegetativo es notorio, comparativamente con los sectores de aguas arriba. Ello motiva la necesidad de una mayor frecuencia en los trabajos de mantenimiento y limpieza del cauce con las molestias que todo el fenómeno le acarrea a la población.

Los cauces de riego que atraviesan y desaguan eventualmente sobre la traza del Frías son, de oeste a este el canal del Oeste, el canal Civit (abastece a la planta potabilizadora de Alto Godoy, con una dotación permanente de 2 m<sup>3</sup>/s), el canal Jarillal (Figura 235 y Figura 236) y el canal Tajamar. El canal Civit tiene su obra de descarga y limpieza 250 metros aguas arriba del Frías, desaguando sobre el Colector Gorriti, obra de desagüe aluvional intermedia, proveniente de la formación mogotes del oeste de Godoy Cruz.

El fenómeno del arrojado de la basura y desperdicios que se describió en oportunidad del Maure, se repite también a lo largo de toda el desarrollo de la traza del zanjón Frías.



Figura 235: Descarga del Sifón de Cruce del Canal Jarillal



Figura 236: Detalle del vuelco del agua de riego y limpieza del Jarillal sobre el Zanjón Frías.

El Colector Gorriti<sup>24</sup>, es un cauce que descarga crecidas pluviales urbanas y aluvionales de parte de las cuencas de la formación mogotes, al Zanjón Frías en coincidencia con el lado de aguas arriba del corredor del oeste (Figura 237 y Figura 240) y es el cauce que con mayor frecuencia mantiene la humedad del cauce matriz aluvional, cuya traza constituye el límite interdepartamental entre Godoy Cruz y la Ciudad de Mendoza.

Asimismo, es un cauce que aporta gran cantidad de RSU al cauce ya que toma parte de la descarga del Jarillal en su intersección con la Calle Juncal en Godoy Cruz (Figura 238 y Figura 239).

Sus importantes aportes pluvioaluvionales suelen tener mucha importancia luego de las tormentas convectivas (Figura 240 y Figura 241).



Figura 237: Desembocadura del Colector Gorriti en el tramo de solera de hormigón ejecutado en el año 2009.



Figura 238: Detalle de la desembocadura, donde se aprecia los RSU que se aportan al cauce, puede apreciarse también el aporte de agua de riego del arbolado público.

<sup>24</sup> De capacidad de 28 m<sup>3</sup>/s.



Figura 239: Acumulación de RSU en la cámara de carga del sifón del Canal del Oeste, aguas abajo del Canal Jarillal, en su intersección con la calle Gorriti



Figura 240: Descarga aluvional del Gorriti sobre el Zanjón Frías, luego de una tormenta convectivas precipitada en el oeste de Godoy Cruz.



Figura 241: Vista del cauce del Zanjón Frías con el solo aporte del Canal Gorriti, aguas abajo del triple salto.

Entre las trazas de los zanjones Frías y Maure, durante el año 1985, la Dirección de Hidráulica construyó el revestimiento del Canal del Oeste que, si bien se desarrolla completamente sus 2700 metros en área urbana, capta los escurrimientos de toda la zona al oeste de las calles Juncal y Montes de Oca y son derivados hacia el Zanjón Frías. Este es un clásico ejemplo de la doble función a la que se ven sometidos ciertos cauces de riego, que con el tiempo se ven saturados con el crecimiento urbano en la zona urbana de mayores pendientes.

Otro cauce de desagüe que tiene influencia, ejecutado recientemente por la comuna de Godoy Cruz en la franja del ferrocarril, es el colector paralelo a la calle Pedro Pascual Segura, el cual es de similares características a las del Mosconi, que desemboca en el Maure. Asimismo, numerosísimas acequias urbanas, en su mayoría del Departamento de Godoy Cruz, desembocan en el Frías, especialmente el sistema de descarga y rejas construido en la intersección de la Calle General San Martín, sistema ejecutado por la Municipalidad de la Capital, que logra enviar gran parte de los caudales que saturan las acequias y la propia arteria al cauce principal.

Numerosos asentamientos se han ubicado adyacentes a la margen derecha (Godoy Cruz) del cauce en un importante trayecto de aproximadamente 400 metros en el tramo superior, es decir en los alrededores de la calle San Vicente de ese departamento. Las viviendas precarias ubicadas sobre el mismo muro han volcado durante décadas sus

efluentes al cauce. Dicha contaminación es un factor más que influye sobre la calidad del agua para riego, aguas abajo de la desembocadura del Zanjón Frías en el Canal Cacique Guaymallén y una probable fuente de enfermedades peligrosas para la población.

Consiente de ello, la Municipalidad de Godoy Cruz ha trabajado fuertemente en la temática de la erradicación de villas y asentamientos con diversos resultados. Para el caso de la margen derecha del Zanjón Frías, el exitoso proceso terminó por despejarla en el 2010.

En la Figura 242 pueden apreciarse los desagües cloacales de las viviendas precarias sobre el cauce, si se observan las manchas oscuras sobre el muro que descienden hasta el mismo fondo. En la Figura 243 puede observarse la erradicación total de las villas inestables desde la misma posición que la figura anterior, tomando los pimientos como referencia. También pueden verse cómo han perdurado las manchas causadas por los desagües cloacales luego de la erradicación. A fin de evitar una nueva ocupación del lugar, la Municipalidad de Godoy Cruz ha construido un paseo público para afianzar sus acciones.



Figura 242: Margen derecha con villas



Figura 243: Erradicación total de las villas

A partir del corredor del oeste, el cauce se interna en la zona urbana consolidada de la Ciudad, donde el mismo posee un ancho de 12 a 14 metros. El desarrollo del colector posee muros de 3,5 metros de altura y el fondo de terreno natural posee dientes transversales para fijar la pendiente de fondo a valores menores del 1,75% (Figura 244).



Figura 244: Tramo entre el corredor del Oeste y Calle Paso de Los Andes, donde el fondo sin revestir se encuentra estabilizado con dientes transversales para evitar el arrastre y erosión.

Trescientos metros, aguas abajo de la calle Paso de Los Antes, la sección rectangular

complementa su revestimiento con soleras de fondo hasta la desembocadura final (Figura 245 y Figura 246).



Figura 245: Inicio del tramo totalmente revestido, con la solera central empedrada para resistir los efectos de la erosión principal de fondo



Figura 246: Detalle hacia aguas abajo de la solera y de la sinuosidad a que se ve sometida la traza para seguir los contornos urbanos.

La dirección general oeste-este se ve perturbada por un brusco cambio de dirección, 800 metros aguas abajo de la mencionada arteria, toma la dirección perpendicular hacia el norte, para retomar su dirección hacia el este, a partir de 350 metros aguas abajo. Este desvío data también de principios del siglo XX, aparentemente efectuados por los antiguos propietarios de la “quinta Bombal” (Figura 254 y Figura 257).

En último tramo de 450 metros se produce una disminución en el ancho del canal, alcanzando los 8 metros debido al avance de las propiedades y las arterias de circulación, en detrimento de la capacidad de conducción (Figura 247 y Figura 248).



Figura 247: Tramo estrangulado entre la calle Morón y el avance urbanístico de Capital



Figura 248: en el tramo estrangulado terminal numerosos son los puentes de acceso a las propiedades.

Al igual que el resto de la infraestructura matriz y conducciones en general, los puentes vehiculares limitan la capacidad hidráulica de conducción ya que en muchos sectores, la estructura resistente es inferior e invade el espacio hidráulico libre, provocando desbordes parciales durante las grandes pero esporádicas crecidas aluvionales.

El puente del ferrocarril (Figura 253) es la única estructura de comunicación que presenta pilas intermedias al escurrimiento de las grandes crecidas, pero el mismo se encuentra en el sector de escurrimiento oeste-este, por lo que desbordes en el mismo presentan la misma frecuencia que los puentes que estrangulan la altura libre de escurrimiento.

En las Figura 255 a Figura 260 pueden apreciarse distintas tomas del tramo entre calle Belgrano y Calle San Martín donde la sección mixta del cauce permite el desarrollo vegetativo favorecido por los desagües de la red de riego y de las acequias urbanas tal como se ha descrito anteriormente. El mantenimiento de este tipo de secciones, en la que la piedra mampuesta ofrece lugares favorables para el desarrollo vegetativo, es una problemática permanente en la cual se emplean importantes recursos.



Figura 249: Desembocadura del Zanjón Frías en el Canal Cacique Guaymallén, durante la cola de crecida. Puede verse claramente que la corriente del tributario no tiene influencia sobre el escurrimiento aguas arriba del salto del cauce principal.<sup>25</sup>



Figura 250: Crecida sobre en el Zanjón Frías aguas arriba de la calle Belgrano. El régimen torrencial se manifiesta por las grandes ondulaciones de la corriente. Puede verse sobre la margen derecha de la fotografía la incorporación del desagüen de dos de las tantas acequias urbanas de Godoy Cruz, a ambos costados del Puente de la calle Martínez de Rozas.<sup>26</sup>



Figura 251: Descarga aluvional moderada. El cauce presenta montículos amontonados luego de un trabajo de limpieza, desembanque y desmalezado realizado por administración. Puede observarse sobre la margen derecha, una de las innumerables descargas proveniente de las acequias urbanas que, poco a poco, tienden a saturar las canalizaciones matrices, tanto con agua, como con basura. La tormenta corresponde al día 09 de febrero de 2007.



Figura 252: Calle lateral sur del Zanjón Frías. No solamente se saturan las redes de drenaje, sino también las cloacales, tal como se puede ver en el centro de la imagen, a través de la surgencia de la boca de registro. Si bien el agua que emerge es la proveniente de la lluvia, puede deducirse que la misma se encuentra contaminada con los efluentes cloacales que ha diluido el sistema. Esta es una contribución adicional a la contaminación de los cauces de las zonas distales de Lavalle, aguas abajo del compartó Jocolí.

<sup>25</sup> Fotografía facilitada por el Ing. Jorge Maza, director del CRA del INA.

<sup>26</sup> Fotografía facilitada por el Ing. Jorge Maza, director del CRA del INA.



Figura 253: Clásica imagen del Zanjón Frías en su intersección con la vía principal del Ferrocarril General San Martín, cien metros aguas arriba del cambio de dirección hacia el norte. Puede verse la desembocadura del colector ejecutado por la Municipalidad de Godoy Cruz en la zona de vías, paralelo a la calle Pedro Pascual Segura de ese departamento.



Figura 254: Cambio de dirección hacia el norte, visto desde el puente del ferrocarril. Parte de la curva queda bajo el puente de la calle Belgrano. La sección posee un sector central empedrado para mitigar los efectos de la erosión de fondo.



Figura 255: Tramo sur – norte, al oeste del Barrio Bombal. Puede apreciarse el escurrimiento de agua, que es permanente y favorece el crecimiento de vegetación entre las juntas de hormigón, la junta tomada de las piedras y el embanque que, poco a poco, se va acumulando por el efecto de intercepción de la vegetación.



Figura 256: Detalle del tramo antes mencionado, donde se puede apreciar las interferencias entre la infraestructura de circulación, de evacuación pluvial y la de transporte eléctrico de alta tensión. La coexistencia en una angosta franja de terreno crea conflictos de difícil resolución.



Figura 257: Curva hacia el este, retomando la alineación oeste – este original. Pueden observarse las distintas etapas de revestimiento del cauce. La primera corresponde a la solera y los taludes 1:1 inclinados. La segunda y definitiva, corresponde a los sectores de muros de hormigón verticales.



Figura 258: Cauce en dirección oeste – este. La línea de alta tensión se encuentra fundada en la franja del cauce. Cruce peatonal correctamente realizado, sin interceptar el área hidráulica de escurrimiento.



Figura 259: Sección aguas arriba del puente de calle La Pampa, estructura que se interna en el área de escurrimiento del Zanjón. En ocasión de las descargas pluvioaluvionales, el puente intercepta el escurrimiento superficial, y funciona como orificio, con escurrimiento a presión, durante el pico de la descarga, el cual no llega a ser mayor a diez minutos.



Figura 260: Sección aguas arriba del puente de calle Nueve de Julio, con el fondo del puente de Avenida General San Martín. Cuando el puente funciona como orificio, la carga aguas arriba aumenta y se producen desbordes por encima de las barandas. Estas estructuras, normalmente se tapan inmediatamente con el arrastre superficial y suelen sufrir el empuje del agua, con frecuentes fracturas de sus anclajes o deformaciones en su plano.

## 2.2.6- SISTEMA ARROYO SECO PAPAGAYOS - ZANJÓN DE LOS CIRUELOS

Originado como el resto de los matrices aluvionales, nace aguas abajo del Dique Papagayos, y se desarrolla en terreno natural hasta el puente de la Avenida Champagnat. Tiene la particularidad que recibe descargas aluvionales de amplios sectores urbanizados del piedemonte que se encuentran aguas abajo de la línea de las obras de atenuación de crecidas, generando, adicionalmente a las cuencas pedemontanas, importantes aportes al sistema que se interna en la Ciudad de Mendoza, con caudales que saturarán rápidamente la capacidad de los sectores más comprometidos de la ciudad.



El área de la cuenca de aporte es de 5700 ha, tal como se menciona en el punto 2.1., siendo su situación geográfica la que se aprecia en la Figura 22, Figura 96, Figura 97 y en la Figura 98 y su relación con de la zona urbana metropolitana de la Ciudad de Mendoza.

Los sectores en constante urbanización corresponden a la consolidación de grandes áreas de la Capital ocupadas por asentamientos mediante distintos programas del IPV<sup>27</sup>, por una parte y, a través de emprendimientos privados, por otra. Muy grandes han sido los esfuerzos de las reparticiones del Estado para poder mitigar los efectos de los desagües a través de emplazamientos a fin de obtener los proyectos de las obras de defensa y desagües, previamente a la construcción de las viviendas y las urbanizaciones, con diversos resultados.

El sistema descrito (Figura 261) se encuentra en su totalidad revestido con sección de hormigón aguas abajo de la Avenida Champagnat, unos 5000 metros aguas abajo del Dique Papagayos, tanto en el fondo como en los muros laterales. El ancho de las sucesivas etapas es muy variable, desde los 30 metros hasta los 10 metros en la desembocadura en el Canal Cacique Guaymallén.



Figura 261. Traza del Sistema Río Seco Papagayos – Colector Papagayos – Zanjón de Los Ciruelos

Desde el Dique Papagayos hasta la Avenida Champagnat el cauce discurre los primeros 2500 metros como un río seco (Figura 262). A 800 metros aguas abajo del dique se incorpora sobre la margen derecha el cauce del aliviadero del dique, el que se desarrolla entre villas inestables, aunque el mismo se ha activado solamente por los desagües propios de su área de influencia, desde la época de su construcción (1971) a la fecha, no se ha activado el sistema superficial de seguridad de descarga del Dique Papagayos.

El colector revestido aguas abajo de la Avenida Champagnat posee una sección rectangular de un ancho muy grande (30 m) a fin de frenar el avance de las villas inestables que existentes en la década de 1960 – 1970 y evitar efectos catastróficos similares a los de la falla del Frías de 1970. La embocadura es de 90 m de ancho a fin

<sup>27</sup> Instituto Provincial de la Vivienda, a través de casi dos décadas

de disminuir la velocidad de aproximación del agua desde el río seco. Luego de sobrepasado el puente, se ha materializado una transición para pasar de la sección trapecial de 70 m a 30 m de ancho (Figura 265).

A fin de materializar la transición de río seco al revestimiento de hormigón armado, se ejecutó un vertedero tipo *Creager* a fin de optimizar el escurrimiento por unidad de ancho. Esta obra retiene los sedimentos de aguas arriba para evitar la erosión violenta que causaría la llamada hidráulica de la embocadura del canal (Figura 263). El vertedero consolida la pendiente del río seco y se transforma en un punto fijo para la canalización. Asimismo, para evitar los empujes hidrostáticos por la acumulación de agua, la obra posee orificios para el drenaje del agua acumulada aguas arriba (Figura 264).



Figura 262. Aspecto del Río Seco Papagayos aguas arriba Avenida Champagnat.



Figura 263. Obra de transición entre Río Seco y Canal Revestido.



Figura 264. Imagen Transversal de la obra de transición entre Río Seco y Canal Revestido.



Figura 265. Canal Papagayos revestido en su tramo oeste – este. Obra de Transición.

El Colector Champagnat, luego de un desarrollo rectilíneo de unos 1.800 m, experimenta una curva hacia el norte por 700 metros, donde confluye con otro colector escudo (Colector Infanta, Figura 266) en una gran obra de disipación y embocadura para el Zanjón de los Ciruelos (Figura 267).



Figura 266: Desembocadura Colector Infanta, curva del colector Papagayos e inicio del Zanjón de Los Ciruelos, luego de la tormenta del 09 de febrero de 2007, vista desde el puente de Boulogne sur Mer



Figura 267: Sección rectangular típica del Zanjón de Los Ciruelos durante un escurrimiento pluvioaluvional. Puede observarse la gran cantidad de botellas plásticas que han quedado atrapadas en el vórtice del resalto.

El tramo en curva hacia el norte, provoca una disminución violenta de la pendiente, favoreciendo la concentración de sedimentos finos y crecimiento vegetativo (Figura 268 a Figura 271).



Figura 268: Tramo trapecial en dirección norte



Figura 269: Embocadura del Zanjón de Los Ciruelos y finalización del Canal Papagayos con amplio desarrollo vegetativo



Figura 270: Embocadura del Zanjón de Los Ciruelos y finalización del Canal Papagayos luego de una campaña de limpieza y desmalezado



Figura 271: Desembocadura del Colector Infanta y del desagüe interno de los barrios del oeste de Capital sobre la embocadura de la traza del Zanjón de Los Ciruelos

Aguas abajo de la mencionada (Figura 271) obra se encuentra la calle Boulogne sur Mer, a partir de la cual, la canalización, ya con el nombre de Zanjón de Los Ciruelos, toma su dirección definitiva hacia el este, atravesando la propia ciudad de Mendoza en una longitud de 6.000 metros, con una pendiente media del 1%.

Sobre la Calle Boulogne sur Mer, el canal Jarillal posee un descargador y compuertas de limpieza del cauce que desaguan sobre el Zanjón de Los Ciruelos volcándose una elevada cantidad de RSU (Figura 272 y Figura 273).

Al igual que sobre el Zanjón Frías el Canal Jarillal vuelca, tal como se menciona anteriormente, sus excedentes y caudales de limpieza a la infraestructura de desagües principal, lo que contamina, evidentemente, los caudales de riego sobre las zonas más bajas del Departamento de Lavalle. Muchas toneladas de RSU terminan anualmente en los canales de riego de Lavalle, procedentes de la Ciudad de Mendoza, debido a la falta de cultura, cuidado y consideración de los ciudadanos para con el ambiente, teniendo en cuenta que la Provincia de Mendoza es una zona desértica, cuyo desarrollo depende primariamente del agua.



Figura 272: Descargador del Canal Jarillal al Zanjón de Los Ciruelos



Figura 273: Detalle de la compuerta y del descargador del Canal Jarillal



Figura 274: Descargador del Canal Jarillal al Zanjón de Los Ciruelos. Puede observarse la canaleta que sobrepasa el cauce aluvional como puente canal, reduciendo su sección transversal.

Al atravesar la ciudad de Mendoza, la sección se estrangula para tomar el ancho casi constante en un valor de 12 m y su profundidad varía desde los 5 metros en el inicio (Figura 267, Figura 275, Figura 276 y Figura 277) , a 3 m de profundidad (Figura 278 y Figura 279) en el resto de la ciudad, con una capacidad que alcanza a los 100 m<sup>3</sup>/s. Este tramo llega hasta la calle San Martín, principal arteria de la ciudad de Mendoza. Asimismo, el límite interdepartamental coincide con la traza de la canalización.



Figura 275: Sección transversal del Zanjón de Los Ciruelos de 5 m de profundidad cercana a la Calle Boulogne sur Mer



Figura 276: Sección transversal del Zanjón de Los Ciruelos de 5 m de profundidad cercano aguas arriba de calle Perú. Las márgenes se encuentran reforzadas con gaviones.



Figura 277: Sección del Zanjón de Los Ciruelos a la altura del Puente del Ferrocarril y Calle Perú. Puede observarse la incorporación de un importante canal de desagüe pluvial urbano.



Figura 278: Sección típica y desarrollo rectilíneo del Zanjón de Los Ciruelos de 3 m de profundidad.



Figura 279: Detalle de un puente sobre el cauce y una desembocadura de una acequia urbana.

El sector de aguas abajo de la calle San Martín presenta una tipología de sección trapecial, con el ancho superficial equivalente al ancho de aguas arriba y el sector de fondo, presenta un ancho de tres metros (Figura 280 a Figura 285), en una longitud de 3600 metros hasta la desembocadura el Canal Cacique Guaymallén. El mencionado tramo ha sido reparado en repetidas oportunidades, siendo la última la correspondiente a la preparación para el ciclo estival del verano de 2007.

Tal como ocurre con el resto de la infraestructura principal de desagüe, el canal Tajamar cruza el Zanjón de los Ciruelos a través de una canaleta, la cual posee un descargador al cauce principal (Figura 282).



Figura 280: Transición de la sección rectangular a trapezoidal, en coincidencia con Av. General San Martín.



Figura 281: Sección trapezoidal bajo calle San Martín.



Figura 282: Sección trapezoidal con el puente canal correspondiente al Canal Tajamar, aguas abajo de Avenida San Martín.



Figura 283: Sección Trapezoidal típica del Zanjón de los Ciruelos hasta la desembocadura en el Canal Caciue Guaymallén.



Figura 284: Sección Trapezoidal aguas arriba del Acceso Norte, con el desagüe pluvial del barrio aldeaño.



Figura 285: Sección trapezoidal y puente doble del Acceso Norte, aguas arriba del Barrio UJEMVI.

Las calles que atraviesan el Zanjón de los Ciruelos lo hacen a través de puentes, los cuales, al igual que en el caso de los zanjones anteriores, ofrecen en distintas progresivas, obstáculos adicionales al libre escurrimiento a través de las secciones hidráulicas disponibles. Casos típicos son el puente del ferrocarril con pilas intermedias en el cauce y la calle San Martín, donde se produce la transición de sección rectangular a trapecial (Figura 280 y Figura 281).

Estudios recientes demuestran que, frente a una lluvia urbana de tiempos de recurrencia de 5 años, saturan la capacidad de conducción del Zanjón de Los Ciruelos.

Por todos los argumentos anteriores se hace necesario una reconversión del cauce, estudio que debe llevar a cabo la Dirección de Hidráulica, a fin de aumentar la capacidad de conducción del mismo. Es por ello que, como primera medida estructural, debe refuncionalizarse la sección trapecial, transformándola en sección rectangular, con un ancho de fondo equivalente al ancho superficial existente. De la comparación de las secciones de la Figura 278 y Figura 279 con la sección trapecial de la Figura 283, se hace evidente la necesidad de la refuncionalización y ampliación de la capacidad del Zanjón de Los Ciruelos.

Se ha proyectado efectuar la realización de estos trabajos en etapas, de manera tal de poder conducir los caudales estivales sin obra en ejecución. Los tramos podrán ser de 400 metros, divididos en dos sectores, de manera tal de licitar dos segmentos de 200 metros por invierno, a manera de experiencia piloto para el primer año. De acuerdo a los resultados de la primera campaña, se podrán efectuar correcciones a las sucesivas etapas a fin de optimizar los tiempos para finalizar la refuncionalización en el menor tiempo posible, dadas las características de la cuenca y de la problemática que ello implica.

La refuncionalización del Zanjón de los Ciruelos debe ser una obra prioritaria para las autoridades, ya que recibe los desagües de múltiples sectores urbanos (como por ejemplo puede verse a la Figura 279 y a la Figura 284) y pedemontanos y atraviesa una zona de alta densidad poblacional.

Por otro lado, las obras de atenuación de crecidas de cada barrio construido debería ser incluida como obra propia de infraestructura, al igual que el resto de las obras que normalmente se exigen antes de aprobar el proyecto en la repartición de jurisdicción territorial<sup>28</sup> asociadas.

Es necesario destacar la gran cantidad de basura y residuos que debe extraerse de este colector debido a que es utilizado como depósito y a veces vaciadero proveniente de las actividades de recolección no autorizadas y selección de residuos, luego de la cual, lo que es desechado, es arrojado al cauce del Colector Champagnat.

Los trabajos por administración normalmente se efectúan con maquinaria propia para el desembanque, tal como se menciona en el punto siendo el porcentaje de residuos y basura muy alto con respecto al propio de un cauce aluvional, razón por la que muchos de los operativos se han efectuado en forma conjunta con la Municipalidad de la Capital asistidos por sus camiones de transporte dado el volumen y magnitud de los residuos y escombros que son arrojados en el cauce. Es de destacar que se ha solicitado el apoyo al Ministerio de Justicia y Seguridad para el apoyo con efectivos policiales para custodiar al personal para evitar las agresiones, tanto verbales como hacia las propias personas y maquinarias que realizan los trabajos.

---

<sup>28</sup> Cada Municipalidad de jurisdicción exige la estructura sismorresistente de acuerdo al Código de Construcciones en vigor, las instalaciones de acuerdo a las normas vigentes, factibilidades de agua, cloacas, electricidad, permisos de vuelco del Departamento General de Irrigación, entre otras, antes de aprobar el proyecto y dar el permiso de inicio de las obras.

## 2.2.7- CANALIZACIONES INTERMEDIAS

La necesidad de protecciones adicionales a las mencionadas en el apartado de los Diques de Laminación de Crecidas debido al desarrollo urbano hacia el oeste, en especial sobre terrenos del piedemonte, ha generado el proyecto y ejecución de distintos colectores intermedios, que derivaran el agua generada por las urbanizaciones aguas arriba.

### 2.2.7.1. COLECTOR LOS CERRILLOS

El caso más importante de un colector de crecidas pluviales intermedio, corresponde al Colector de Los Cerrillos, de dirección sur a norte, con algunos quiebres de dirección, debido a la disponibilidad de terreno o servicios existentes.

El Colector Los Cerrillos tiene una longitud de 2000 metros y una capacidad final de  $45\text{m}^3/\text{s}$ , teniendo el primer tramo constituido por una sección rectangular de hormigón armado que se encuentra inmerso en las distintas zonas urbanas, algunas de ellas de compleja situación social. El desarrollo planimétrico puede verse en la Figura 286. El primer tramo comienza en el piedemonte, donde, en el futuro, se construirá el emprendimiento de Palmares Valley, siendo, actualmente excavado en tierra. El tramo siguiente se encuentra también excavado en tierra, de sección trapezoidal protegiendo una parte del oeste de Godoy Cruz, constituido por los barrios La Estanzuela y Los Pajaritos, entre otros.

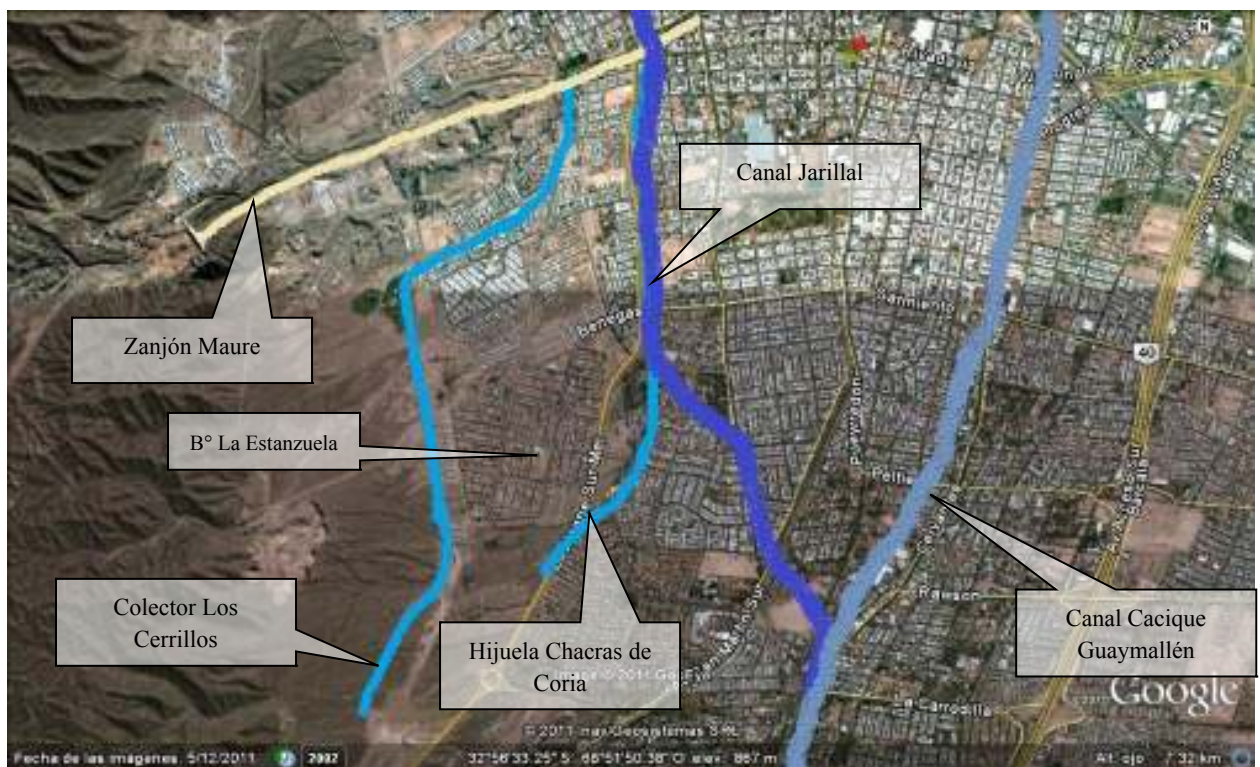


Figura 286. Traza del Colector Los Cerrillos y su inserción en la trama urbana del Oeste de Godoy Cruz.

En correspondencia con el cambio de dirección del colector hacia el este, la sección ha sido revestida para evitar los efectos de la erosión debido a la elevada pendiente de su solera. El revestimiento consiste en una sección rectangular de hormigón armado que se desarrolla hasta la desembocadura en el Zanjón Maure (Figura 211 a Figura 214).

El Colector se desarrolla entre barrios que han ido surgiendo en distintas épocas, incluyendo algunas villas inestables en sus proximidades tal como el conocido Campo Pappa, tal como puede observarse en la Figura 287. Dicha interacción es sumamente



perjudicial para la canalización ya que recibe gran cantidad de RSU y desagües de todo tipo con los consiguientes problemas de contaminación aguas abajo.

El mantenimiento de este canal constituye un capítulo a parte en las actividades de la Dirección de Hidráulica, ya que su limpieza consiste en la extracción de grandes cantidades de RSU y barro podrido, con los peligros adicionales de los asaltos y agresiones al personal de operación y medición de los trabajos. La custodia policial de cada unidad de trabajo y transporte ha sido necesaria para poder ejecutar las últimas campañas de limpieza. Inclusive, las topadoras o cargadoras han recibido el impacto de bolsas de residuos mientras efectuaban la extracción de la basura.

La situación de cauce urbano con escaso uso efectivo, sumado a la zona urbana que atraviesa, es el motivo de su permanente estado de suciedad y destino de tan gran cantidad de RSU, tal como puede observarse en la Figura 288 a Figura 293.



Figura 287: Desarrollo del final de la traza del Colector Los Cerrillos y su desembocadura en el Maure.



Figura 288: Sección Rectangular del Colector Los Cerrillos, visto desde uno de los numerosos puentes vehiculares existentes.



Figura 289: Vista de un tramo con los residuos y basura arrojados, además del material de aporte del torrente.



Figura 290: Maquinaria propia de la Dirección de Hidráulica efectuando una de las habituales limpiezas del colector



Figura 291: Detalle del trabajo conjunto una minicargadora y una excavadora hidráulica sobre neumáticos de 20 toneladas.



Figura 292: Detalle del estado del cauce del colector con el agua de los desagües urbanos, combinado con los residuos y el material de arrastre acumulado.



Figura 293: Vista del cauce luego de una campaña de limpieza, con el entorno característico del colector.

### 2.2.7.2. COLECTOR HIJUELA CHACRAS DE CORIA - CANAL JARILLAL

El Colector Hijuella Chacras de Coria se desarrolla en la mayor parte de su recorrido entre la trama urbana del Oeste de Godoy Cruz. Sus orígenes se remontan a la época de la situación rural de la zona en que las dotaciones de riego llegaban hasta el oeste mismo de Godoy Cruz. Con el transcurso del tiempo, las urbanizaciones fueron ocupando estas áreas, dejando sin destino esta antigua traza. Las poblaciones que se instalaron a sus márgenes variaron desde villas inestables, barrios del IPV, loteos de distintas cooperativas de vivienda y el propio Palmares. En su desarrollo encuentra el cruce con el canal Civit (Figura 300 y Figura 301), que se deriva del Canal Jarillal, el cual provee de agua a la planta potabilizadora de Alto Godoy, situada en el parque General San Martín. El cruce se realiza por debajo del mencionado cauce, que presenta una canaleta de hormigón muy antigua, por lo que esta estructura se ve sometida a la acción adicional de las descargas aluvionales que dejaban a su paso un gran volumen de sedimentos, que normalmente obturaban el cruce (Figura 300). Finalmente, la Hijuella Chacras de Coria, tributa los caudales al mismo Canal Jarillal, que se transforma en un cauce de doble propósito, de riego y desagüe durante las tormentas convectivas de verano. En la Figura 294 puede verse su desarrollo.



Figura 294: Desarrollo del Colector Hijuela Chacras de Coria en el Oeste de Godoy Cruz hasta la desembocadura en el Canal Jarillal.

Tal como se aprecia en la figura anterior, la construcción de las sucesivas etapas del Colector Los Cerrillos al oeste de la Hijuela Chacras de Coria, cortó un importante sector de aportes hacia la mencionada canalización, aliviando en parte, la situación aluvional.

A partir de la incorporación de los desagües al Canal Jarillal, su traza toma una dirección definida hacia el norte, hasta su desembocadura en el Zanjón Maure, 2500 m aguas abajo. El Canal Jarillal se encuentra totalmente revestido con una sección rectangular de hormigón armado. La traza intercepta varias calles importantes mediante alcantarillas, las cuales obstruyen parcialmente la sección transversal durante las descargas aluvionales, por lo que el canal padece de desbordes aguas arriba de cada cruce, especialmente en Salvador Civit.

La desembocadura de las aguas pluviales en el Zanjón Maure se produce a través de un descargador operado por una compuerta que oficia de vertedero, si la misma no es abierta previamente a las descargas aluvionales. Las dotaciones de riego continúan a través de un puente canal, de menor capacidad hidráulica sobre el Zanjón Maure (Figura 304 a Figura 307) hacia el norte, bordeando la calle Juncal. Debido a que las tormentas dificultan el acceso a su sistema de operaciones de apertura y cierre, numerosos desbordes se producen por la curva de remanso que causa la falta de operación de la compuerta. Será necesario el recrecimiento de la margen derecha del canal aguas arriba en algunos tramos para disminuir los desbordes del Canal Jarillal. Asimismo, es necesario que sea revisada la desembocadura del Canal Jarillal al Zanjón Maure, a fin de independizar los desagües aluvionales del accionamiento de la compuerta del descargador.

Durante la mutación de la zona rural a urbana, la infiltración de la zona pedemontana cambió sus parámetros hasta volverse impermeable en un gran sector, con el aditamento de los RSU que especialmente eran arrojados al cauce de tierra por los carreteleros y la gente del asentamiento de la margen izquierda. Numerosos desbordes

afectaron a los barrios de margen derecha y la ciudad de Godoy Cruz.

Dado que la inexistencia de planificación urbana ha sido una constante en toda la zona metropolitana del Gran Mendoza, la cercanía de las villas inestables (tal como el asentamiento Los Urundeles) de la margen izquierda afectaba en gran manera a los barrios del otro lado de la margen del canal (Figura 294), el cual oficiaba de *barrera o límite* entre dos clases sociales distintas. Los asaltos continuos fueron llevando a que la situación social llegara al límite luego del asesinato en el barrio de Obras Sanitarias de un hombre joven que repartía soda a domicilio, en enero del año 2004.



Figura 295: Desarrollo del cauce revestido, visto hacia aguas arriba. Sobre la margen izquierda puede observarse parte del asentamiento *Los Urundeles*

En Figura 296, Figura 297 y Figura 300 pueden apreciarse imágenes del cauce sin revestir.

Las imágenes de la Figura 298 y Figura 299 pueden verse los contrastes con la situación antes del revestimiento, con el consiguiente aumento de la seguridad hidrológica del sector. Aún así, los RSU siempre se encuentran presentes en los canales aún habiendo sido revestidos recientemente.

Tal como se puede observar en la Figura 294 existe una gran superficie ocupada por barrios construidos por el IPV (*La Estanzuela*) de 1700 casas, que alteró enormemente las condiciones de escurrimiento a fines de la década de 1980. El proyecto original contemplaba un sistema de mitigación de crecidas consistente en dos vasos de laminación de las crecidas que se producirían a causa del cambio del coeficiente de absorción superficial. Actualmente estos sistemas no se encuentran activos. La laguna sur está siendo ocupada por escombros y la laguna norte todavía no se ha construido. Es necesario que se implementen con urgencia estas obras a fin de aliviar la situación del sector de Godoy Cruz y los escurrimientos sobre el descargador – Hijueta Chacras de Coria

Motivado por la combinación de la situación aluvional y la situación social de inseguridad de la zona y, a fin de producir un mejoramiento urbanístico sustancial, se procedió a ejecutar el revestimiento del canal con una sección rectangular de hormigón armado en 1400 m de cauce, hasta su desembocadura en el Canal Jarillal.

Retomando la problemática de la hijuela Civit, su estructura es muy antigua y, si bien se ha mejorado su situación, la propia estructura de la canaleta y el estado del cauce aguas abajo, tornan al suministro de agua potable de la Ciudad de Mendoza en un punto de muy alta debilidad y vulnerable a una serie muy grande de fenómenos naturales y antrópicos, tanto accidentales como no accidentales. La interacción entre la infraestructura de desagüe y los canales de riego y suministro de agua cruda, ponen al

descubierto ciertas debilidades serias del sistema básico de vida de una ciudad como Mendoza.



Figura 296: Estado del cauce de la Hijuela Chacras de Coria previo a su revestimiento.



Figura 297: Punto de mayor fragilidad que la Hijuela Chacras de Coria presentaba con su cauce sin revestir. Sobre la Margen izquierda se encuentran los asentamientos precarios.



Figura 298: Estado del colector revestido aguas arriba de la primer pasarela



Figura 299: Estado del colector revestido en la antigua zona más vulnerable.



Figura 300: Cruce de la Hijuela Chacras de Coria por debajo del Canal Civit, luego de una crecida aluvional.



Figura 301: Cruce de la Hijuela Civit por encima del revestimiento de la Hijuela Chacras de Coria.



Figura 302: Vista de la sección revestida en Hormigón Armado.



Figura 303: Desembocadura de la Hijuela Chacras de Coria en el Canal Jarillal durante una crecida aluvional. De acuerdo a testimonios de vecinos, el lugar fue objeto de un desborde en coincidencia de la unión de ambos canales

A continuación, en Figura 304 a Figura 307 puede observarse el descargador de crecidas y limpieza del Canal Jarillal al Zanjón Maure.



Figura 304: Vista desde aguas arriba del descargador y la canaleta del Canal Jarillal



Figura 305: Vista desde aguas arriba del descargador y la canaleta del Canal Jarillal durante una crecida aluvional y la compuerta baja.



Figura 306: Vista del descargador al Zanjón Maure.



Figura 307: Vista del descargador al Zanjón Maure durante una crecida aluvional. Puede observarse el funcionamiento de la compuerta como vertedero



Figura 308: Desborde del Canal Jarillal sobre la margen derecha, en un sector de viviendas precarias.

La situación de los RSU en el cauce la hijuela Chacras de Coria es un grave flagelo para la comunidad, ya que se concentran una gran cantidad de carreteleros y reducidos de residuos en sus márgenes, por lo que lo que sobra de la clasificación de los residuos va a para al cauce, tal como puede verse en las siguientes fotografías.



Figura 309: Estado del Cauce revestido aguas arriba del cruce del Canal Civit, con gran cantidad de RSU que son arrastrados por las crecidas.



Figura 310: Vista hacia aguas abajo del cauce, donde el final de la foto corresponde al Canal Civit. Sobre la calle lateral, sobre margen izquierda, se realiza la labor de clasificación de los RSU.

El Barrio la Estanzuela (Dolores P. de Huisi), construido por el IPV en la década de 1980, tal como se mencionó más arriba, contemplaba la realización de un sistema de mitigación de crecidas. Las fotografías siguientes dan cuenta de la falta de ejecución de tales medidas, habiendo sido ocupados esos terrenos para arrojar escombros y parte ha sido ocupado por casas precarias perteneciente al sector más occidental del asentamiento Los Urundeles. Las obras complementarias para la derivación del agua hacia el cuenco no se concretaron nunca y la laguna nunca ha cumplido con su función de atenuación de crecidas, por lo que la hijuela Chacras de Coria se ve perjudicada por estas situaciones de inacción en el tiempo.



Figura 311: estado del vaso destinado a retener los excedentes hídricos del barrio La Estanzuela, ocupado parcialmente por una gran montaña de escombros.



Figura 312: estado de vaso, cuyo terraplén de cierre se ha convertido en parte de un basural y base del asentamiento del oeste de la villa Los Urundeles, colindante con la Higuera Chacras de Coria. Puede observarse la obra de entrada de agua hacia el cuenco proyectado.

### 2.2.7.3. COLECTOR GORRITI

A fin de encauzar las escorrentías provenientes de las cuencas arriba mencionadas, a principios de la década de 1970, se construyó el colector Gorríti. Se trata de una obra de hormigón armado que sigue, en general, el trayecto de la calle del mismo nombre. Se origina en la intersección del badén de calle Perón, el canal Civit y la calle San Vicente y Manuela Gorríti y se desarrolla por 1600 metros en hormigón armado. Al mencionado nudo confluye el conocido colector del Barrio Los Cerrillos (Figura 314 y Figura 315), proveniente de las cuencas norte de la Formación Mogote, que incluye el asentamiento conocido como *Las Diucas* (identificado como cuenca 305 en el estudio de la Formación Mogotes del Oeste de Godoy Cruz, Figura 446)

El primer tramo incluye a dos canalizaciones de sección rectangular, en ambos costados de dicha calle, hasta llegar a calle Juncal, lugar donde recibe la descarga del Canal Jarillal y se transforma en una única canalización de sección rectangular de sobre la margen norte de la calle. Finalmente desemboca en el Zanjón Frías aguas arriba del corredor del oeste.





Figura 313: Traza del Colector Gorriti, del Canal Jarillal y del Canal del Oeste.

La capacidad de diseño del colector es de  $26 \text{ m}^3/\text{s}$ , de sección rectangular y hormigón armado. Si bien el colector posee una pendiente media del 1,5%, las velocidades asociadas son muy altas frente a su posición urbana, por lo que ha debido colocar barandas a lo largo del mismo para minimizar los accidentes y daños personales. A fin de evitar el empuje de suelos, se construyeron puntales de hormigón para evitar que se estrangule la sección rectangular de hormigón armado (Figura 316).

El Colector Gorriti forma parte de un sistema mixto en conjunto con el sistema de riego. En efecto, en la intersección de las calles Juana Gorriti y Juncal el Departamento General de Irrigación ha construido un edificio de compuertas para derivar los caudales del Canal Jarillal, que corre paralelo a la Calle Juncal, para unirlo al Colector Gorriti, que se unifica en un solo cauce aguas abajo de la mencionada calle (Figura 324 y Figura 325). El edificio de compuertas (Figura 321) ha sido protegido con rejas contra el vandalismo, a pesar de lo cual, los sistemas de compuertas y sus accionamientos sufren roturas y estragos continuamente. Hacia el norte, en la misma dirección que traía el Jarillal, se continúa el Canal del Oeste (Figura 320), que alimenta de agua de riego al Parque General San Martín (Figura 318 y Figura 319). Esta canalización pasa por debajo de la calle Gorriti y el Zanjón Frías mediante sendos sifones.

En la Figura 239, Figura 322 y Figura 323 puede verse el sifón del Canal del Oeste por debajo de calle Gorriti durante su servicio con dotación de riego y durante la época de corta. Aguas abajo de la confluencia del Jarillal al Gorriti, la traza se desvía hacia el noreste, siguiendo la calle Montes de Oca hasta la Avenida Las Tipas. A 100 metros del Zanjón Frías, se produce una nueva partición (Figura 328 y Figura 329), donde continúa hacia el este el Canal Jarillal y, de ser necesario, los sobrantes de lluvia del Gorriti o la limpieza del Jarillal, son derivados al Zanjón Frías, mediante una desembocadura a nivel de solera de fondo, aguas arriba del puente del Corredor del Oeste (Figura 334 y Figura 335). La Figura 333 muestra el estado de la desembocadura con la influencia de los RSU sobre el Zanjón Frías, cuando el mismo no poseía revestimiento en ese sector.

El efecto de las obras de restauración hidrológica sobre las cuencas de la Formación Mogotes ha redundado en beneficio de la atenuación de los caudales pico del Colector Gorriti y se espera que las sucesivas etapas de la Restauración de Torrentes del Oeste de Godoy Cruz, mejore aún más la condición de este Colector y sus efectos globales sobre el Zanjón Frías. Las descargas de cada una de las subcuencas es compatible con la capacidad de una acequia urbana, logrando el objetivo deseado por los proyectistas.

De todos modos, la problemática de la basura, la falta de concientización de las poblaciones vecinas y el constante crecimiento de las villas y asentamientos inestables torna cada vez más compleja la situación integral del sector, no sólo en el sentido hidrológico – hidráulico, sino también en el sentido de la seguridad y del medio ambiente en general. Existen numerosos negocios y puestos a lo largo del colector que arrojan sus residuos al cauce (Figura 332), muestra de lo cual puede verse inmediatamente aguas abajo de la desembocadura del colector Gorriti en el Zanjón Frías (Figura 333 y Figura 335).

Recientemente se han completado trabajos de revestimiento del Zanjón Frías, entre la desembocadura del canal Gorriti y el triple salto aguas abajo, en un desarrollo de 200 metros, a fin de comenzar el saneamiento urbano del mismo en etapas, con el mismo concepto de los trabajos ejecutados en el cauce del Zanjón Maure. Las mejoras en cuanto al estado del cauce son evidentes si se comparan la Figura 333 con el estado del cauce de la Figura 335, la que, a pesar de los desperdicios muestra una calidad ambiental netamente superior al estado anterior.



Figura 314: Badén de calle Perón, San Vicente y Gorriti, donde nace el Colector del mismo nombre.



Figura 315: Desembocadura del Colector del Barrio Los Cerrillos



Figura 316: Vista de una de las ramas del Colector que va a cada costado de la calle.



Figura 317: Doble canalización aguas abajo de calle Chuquisaca.



Figura 318: Derivación del Canal Jarillal hacia el Colector Gorriti en calle Juncal, en época de corta. La conducción hacia el norte corresponde al Canal del Oeste



Figura 319: Derivación del Canal del Oeste desde el desvío del Jarillal al Gorriti durante el servicio de dotación de riego



Figura 320: Derivación hacia el Canal del Oeste



Figura 321: Derivación del Canal Jarillal hacia el Colector Gorriti



Figura 322: Sifón del Canal del Oeste en la época de corta, luego de la limpieza y desembanque.



Figura 323: Sifón del Canal del Oeste en servicio. Los RSU son una constante en todos los sifones.



Figura 324: Confluencia del agua del Canal Jarillal sobre el cauce del Colector Gorriti



Figura 325: Confluencia del Canal Jarillal con el Gorriti. Al fondo, el edificio de compuertas.



Figura 326: Colector Gorriti unificado por el costado norte de Calle Gorriti aguas abajo de calle Juncal



Figura 327: Colector Gorriti paralelo a calle Juncal.



Figura 328: Obra de control aguas arriba de la desembocadura del Gorriti en el Frías. El agua corresponde a las dotaciones de riego del Jarillal. Si se acciona la compuerta, el agua desemboca en el Zanjón Frías



Figura 329: Vista hacia aguas arriba de la obra de control



Figura 330: Clásica desembocadura de una acequia sobre el canal Gorriti



Figura 331: Cauce del Gorriti aguas arriba de la desembocadura final



Figura 332: Instalación comercial comúnmente instalada sobre las calles, a cuyos fondos se encuentra el canal Gorriti.



Figura 333: Desembocadura del canal Gorriti en el Caci que Guaymallén. La basura, los desperdicios y la constante presencia del agua de desagüe toman de complicado manejo el entorno, ya que los mismos vecinos y la municipalidad reclaman por la limpieza de elementos que provienen de la misma jurisdicción.



Figura 334: Descarga aluvional del Colector Gorriti sobre el cauce del Zanjón Frías.



Figura 335: detalle de la desembocadura del Colector Gorriti y los RSU asociados.



Figura 336: Descarga aluvional del Colector Gorriti sobre el cauce del Zanjón Frías, visto desde aguas abajo

#### 2.2.7.4. COLECTOR LAS DIUCAS – CANAL CIVIT

Con el fin de aliviar la situación de Colector Gorriti, se halla en estudio, a través de un esfuerzo conjunto entre la Municipalidad de Godoy Cruz y la Dirección de Hidráulica, con la participación de Profesionales del Instituto de Hidráulica, una alternativa de derivación de los caudales de la cuenca 305 y la zona urbana de influencia hacia el Zanjón Frías, tal como puede observarse en el entorno de la Figura 337.

Con motivo de la refuncionalización del Canal Civit que conduce actualmente a cielo abierto el agua cruda de abastecimiento a la Planta Potabilizadora de Alto Godoy, quedará libre la traza actual. En efecto, el mencionado proyecto consiste en entubar el suministro de agua cruda de potabilización, dejando liberado el espacio que actualmente ocupa el citado canal.

La idea de derivar los caudales desde el colector aluvional del barrio *Las Diucas*, consiste en aprovechar el espacio verde existente entre las dos trochas de la Calle San Vicente Ferrer, entre calle Gorriti y el Zanjón Frías, a través de la profundización de la traza del Canal Civit en los 1200 m existentes.

El proyecto se deberá delinear de forma integral a fin de establecer etapas de ejecución. Las etapas a plantear podrán ser las siguientes:

- Actualización del relevamiento de las familias ocupantes de la cuenca 305 (Figura 446), tarea a realizar por la Municipalidad de Godoy Cruz.
- Relocalización de las familias detectadas, mediante programas municipales del cupo de viviendas otorgadas por el IPV, por una operatoria especial generada desde el propio municipio y apoyada por el IPV o por algún programa de financiamiento de viviendas similar a los anteriores.
- Ejecución del entubamiento del Canal Civit entre la calle Gorriti y el Zanjón Frías (Figura 340 y Figura 341), incluyendo el paso por debajo del mencionado cauce.
- Acondicionamiento de la traza del Canal Civit liberada del servicio de abastecimiento de agua cruda a la planta potabilizadora de Alto Godoy. Dicho proyecto deberá consistir en la profundización de la solera a fin de aumentar la pendiente, la velocidad de escurrimiento y, por lo tanto la capacidad de conducción y disminución de la posibilidad de la sedimentación del material de arrastre que pueda traer desde las cuencas de aporte, tanto urbana como pedemontana (Figura 344 y Figura 345). Se recomienda que, dado que este cauce, que permanecerá seco la mayor parte del tiempo durante el año, tenga la sección más conveniente para evitar que sea susceptible de ser el destino de los RSU. Asimismo, es conveniente que los espacios verdes cuenten con una dotación mínima para su mantenimiento vegetativo.
- Enlace del cauce entre el río seco de la cuenca del Barrio *Las Diucas* (el cual se transforma aguas abajo en el *colector Barrio Los Cerrillos*, planimetría de la Figura 313 y traza de la Figura 338) con el cauce acondicionado del canal Civit, transformado en colector aluvional, a través de la calle Vistalba (Figura 346 y Figura 347).
- Refuncionalización del espacio verde entre las dos calzadas de la calle San Vicente Ferrer, incorporándose al espacio verde de la margen derecha del Zanjón Frías.



Figura 337: Traza del Río Seco del Barrio *Las Diucas*, del Canal Civit y su relación con el Colector del Barrio de los Cerrillos y el Colector Gorríti en el Oeste de Godoy Cruz



Figura 338: Traza del enlace del Río Seco del Barrio *Las Diucas* con el Canal del Oeste, suprimiendo su aporte al Colector Gorríti.





Figura 339: Debido a que la planta potabilizadora de Alto Godoy ha necesitado sucesivos refuerzos y el sifón del Canal Civit no alcanzaba para más de 1000 l/s debió reforzarse el caudal de la aducción mediante un cruce adicional al puente de calle San Vicente. Puede observarse los RSU que se acumulan diariamente y la Municipalidad debe retirarlos a fin de no aumentar la contaminación local y del agua conducida para su potabilización.



Figura 340: Canal Civit llegando al Zanjón Frías



Figura 341: Compuertas Canal Civit aguas arriba del sifón que pasa por debajo del Zanjón Frías.



Figura 342: Cauce emisario de la cuenca 305



Figura 343: Cauce por el asentamiento *Las Diucas*



Figura 344: Zona periurbana aguas arriba del colector de *Las Diucas*



Figura 345: Zona de influencia del colector de *Las Diucas* que tendrá incidencia sobre el colector *Civit*.



Figura 346: punto de enlace del río seco, emisario de la cuenca 305 y el canal *Civit* a través de la calle *Vistalba*



Figura 347: río seco emisario de la cuenca 305 visto hacia aguas abajo. A la izquierda se aprecia la calle *Vistalba*.

Las etapas contribuirán a una solución integral del sector, tanto desde los aspectos sociales, como de contaminación y aportes hídricos a la red de evacuación matriz pluvioaluvional. Estos efectos disminuirán los aportes a las zonas bajas de Lavalle que tanto sufren las crecidas provenientes desde la Ciudad de Mendoza.

La concepción de disminuir los caudales aportados desde la ciudad debe ser una de las premisas básicas de la planificación territorial basada en los aspectos hidrológicos.

En la actualidad, la capacidad del Canal *Civit* ha debido ser aumentada a 1600 l/s para abastecer a la Planta Potabilizadora de Alto Godoy debido al crecimiento poblacional, aunque las redes de distribución no hayan sido redimensionadas y reforzadas para las demandas actuales.

Debido a las cotas dominantes de la planta potabilizadora la pendiente del cauce del canal *Civit* es muy baja desde la toma y su traza urbana a cielo abierto lo hace especialmente susceptible a que los RSU (Figura 349 y Figura 350) entorpezcan el escurrimiento y favorezcan el desarrollo vegetativo en sus márgenes sin revestir. El aspecto de aparente abandono contribuye a menospreciar su importancia, tanto es así que, en las cercanías del nudo Gorriti – General Perón – San Vicente Ferrer, exista una bajada donde la gente de la zona efectúa la limpieza habitual de sus *carretelas* y *caballos* (Figura 348 y Figura 349) con la consiguiente contaminación adicional del agua cruda que se conduce a la planta potabilizadora.



Figura 348: Canal Civit, bajada para limpiar carretelas y bañar sus caballos. Puede observarse una de las habituales carretelas en calle Vistalba.



Figura 349: Vista del espacio verde entre las dos calzadas de la Calle San Vicente Ferrer.



Figura 350: Vista del Sifón de cruce del Canal Civit bajo el nudo de calle Gorriti. Puede observarse la cantidad de RSU



Figura 351: Vista hacia aguas abajo del Canal Civit a la salida del sifón. El tramo revestido es de solamente unos pocos metros.

Vecino al predio entre las dos calzadas de la Calle San Vicente Ferrer, se encuentra el recientemente habilitado paseo marginal del Zanjón Frías, fruto de la erradicación de las villas allí asentadas, tal como por ejemplo *Talcomín*, *San Vicente* y otras (Figura 352 y Figura 353). Este espacio verde que actualmente se encuentra en proceso de ordenamiento y urbanización, pasará a integrarse al espacio verde que se constituirá con la liberación de la traza del Canal Civit para su utilización como colector aluvional.



Figura 352: Margen derecha del Zanjón Frías, despejado de las villas que la ocupaban



Figura 353: Acondicionamiento de la margen derecha recuperada, para convertirla en espacio verde.

### 2.2.7.5. COLECTOR INFANTA

Este colector escudo protege el Barrio Infanta Mercedes de San Martín y el resto de las urbanizaciones que se encuentran al este del mismo. El cauce es de sección mixta, es decir que la margen Este (que es la que debe soportar toda la presión de los escurrimientos provenientes del oeste) está constituida por un muro de hormigón sobre la margen izquierda y el resto, corresponde al suelo natural, con un desarrollo de 2900 metros. En los sectores del área de influencia de las calles que lo cruzan muros de hormigón de ambas márgenes han sido construidos como refuerzo y seguridad adicional. El cauce del colector escudo, en condiciones normales debería estar completamente seco. Esta situación se ve alterada por las frecuentes descargas de las acequias de riego y drenaje, favoreciendo el desarrollo de vegetación y descomposición de la gran cantidad de basura que es arrojada al cauce.

El cauce es mantenido con maquinaria pesada de la Dirección de Hidráulica, del total de material que se retira del cauce un gran porcentaje, de alrededor del 60% corresponde a residuos y escombros que se arrojan al mismo.



Figura 354: Puente carretero de cruce sobre el cauce. Puede apreciarse la gran cantidad de basura que es arrojada desde las banquetas de la calle.



Figura 355: Vista representativa del Colector Infanta, donde el muro principal se encuentra a la derecha de la fotografía, mirando hacia aguas arriba, es decir, hacia el oeste.



Figura 356: Desagüe de acequia que desemboca en el colector escudo, favoreciendo la contaminación existente proveniente de la basura y el desarrollo de vegetación.



Figura 357: Vista urbana del colector escudo, con muros a ambos lados del cauce, a fin de proveer de la mayor seguridad al puente del área de influencia.

### 2.2.7.6. COLECTOR BOULOGNE SUR MER

Este colector escudo intermedio, en el sector urbano, nace de la necesidad de proteger a la ciudad de Las Heras de los escurrimientos que generan en el área urbana que se desarrolla entre el colector Las Heras y la calle Boulogne sur Mer, pudiéndose apreciar su traza en la Figura 358.

El canal nace como tal en la Rotonda de calle Regalado Olgúin, se desarrolla hacia el norte hasta su desembocadura en el Colector Las Heras, con una longitud de 6000 metros.



Figura 358: Imagen satelital de Google Earth, donde puede apreciarse el tramo inicial del Colector Bulogne sur Mer y el inicial del recorrido sudoeste – nordeste del Colector General Las Heras. El triángulo virtual que se conforma con la Avenida Regalado Olgúin se encuentra en plena expansión urbana, sin medidas de mitigación de las crecidas que el área genera.

El primer tramo se encuentra revestido en hormigón armado. El sector siguiente, hasta calle Diamante, posee muy poca pendiente y era desembancado con frecuencia por la Dirección de Hidráulica debido a que, a pesar de ser colector pluvial, posee agua permanente, proveniente de muy diversos orígenes, lo cual provoca el constante crecimiento vegetativo de una importante diversidad de vegetación, como por ejemplo pastizales, cañaverales y totoras (Figura 359). El sector aguas abajo de calle Diamante posee una pendiente más elevada, de manera que el escurrimiento posee mayor velocidad y no favorece el crecimiento vegetativo tan intenso que sufre el sector de aguas arriba (Figura 360).

A fin de sanear esta situación, se procedió al revestimiento de un sector de 1200 metros, desde la sección existente, hasta 200 m aguas abajo de la calle Santa Rosa. La sección rectangular de hormigón armado posee un caudal de diseño de  $24 \text{ m}^3/\text{s}$ . La mejora del entorno resultó sustancial, ya que, no solamente se eliminó el fango y barro podrido del tramos aguas arriba de la Calle Diamante, sino que también ha mejorado la situación en aspectos de seguridad para los vecinos del conglomerado conocido como Barrio Municipal de Las Heras (Figura 361 y Figura 362).

Los mencionados sectores han sido objeto de intensos trabajos efectuados con equipos propios de la Dirección de Hidráulica, en innumerables ocasiones. Se destaca el desembanque que se efectuó con excavadora sobre neumáticos durante el mes de diciembre de 2006 en el sector aguas arriba de calle Diamante y el desembanque y refuncionalización del sector entre calle Diamante y calle Santa Rosa, durante los meses de marzo y abril, en especial al este del barrio SMATA.



Figura 359: Imagen de la sección sin revestir del Colector, aguas arriba de la calle Río Diamante, antes de ingresar al conglomerado urbano que se conoce como Barrio Municipal. El primer barrio es el SMATA. Puede verse inmediatamente que la pendiente del colector es prácticamente nula en este tramo.



Figura 360: Sección aguas abajo de calle Río Diamante, donde la pendiente del cauce es mayor. Vista hacia aguas abajo, luego de la tormenta del 09 de febrero de 2007.



Figura 361: Tramo revestido aguas arriba de calle Diamante



Figura 362: Tramo revestido aguas abajo de calle Diamante, colindante con el B° SMATA.

### 2.2.7.7. SISTEMA DE EVACUACION PLUVIAL DEL GRAN MENDOZA Y LA INFLUENCIA DE LOS RSU EN LOS SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN Y EVACUACIÓN PLUVIAL

El Área Metropolitana de Mendoza (AMM) ocupa una superficie urbana de 30.437 ha y posee una red de distribución de 7.500 kilómetros de acequias para la dotación y riego del arbolado y otros usos públicos.

El agua de riego que abastece el AMM proviene del río Mendoza (50 m<sup>3</sup>/s de caudal modular anual) y es captada en el Dique Cipolletti. Tal como se describió anteriormente, la canalización principal que allí nace es el Canal Caci que Guaymallén y abastece al AMM. El río tiene régimen nivo-glacial con un derrame anual de 1.540 hm<sup>3</sup> y se encuentra regulado parcialmente por el Dique Potrerillos (distante 45 km de la ciudad). El embalse posee una capacidad de 450 hm<sup>3</sup> que posibilita dar un cierto grado de garantía a las concesiones de riego inscritas y posibilita lograr una regulación estacional para la zona cultivada que cuenta con unas 81.000 ha, especialmente durante los meses de agosto a noviembre de cada ciclo hidrológico. El Departamento General de Irrigación administra el agua en la Provincia de Mendoza (Autoridad de Aplicación, AA) y distribuye las dotaciones junto a las organizaciones de usuarios para riego y arbolado público, agua cruda para las plantas potabilizadoras, y uso industrial, la que se realiza a través de un sistema derivado de cauces. El sistema de riego incorpora al AMM dentro de su influencia, por lo que los canales que provienen de los sectores agrícolas atraviesan el casco urbano y aguas abajo, dotan a las parcelas que se encuentran al norte y este, habiendo traspasado hacia las afueras de la ciudad, aguas abajo.

El AMM, que cuenta con 1.029.129 habitantes, es considerada *un gran consumidor o gran cliente* para la AA y recibe las dotaciones en sus distintos departamentos, distritos y secciones en múltiples puntos para el mantenimiento del arbolado público (*ciudad bosque*) y también a otros usos tales como limpieza de plazas y calles.

Debido a que la red de distribución consiste en canalizaciones a cielo abierto, la misma se encuentra sometida a los efectos de los caudales torrenciales originados por tormentas convectivas de alta intensidad (octubre – abril de cada ciclo hidrológico) y a la presión antrópica. Ello implica que las aguas pluviales tengan como destino el sistema de distribución de las dotaciones produciendo eventuales desbordes. Ello ocurre debido a que los caudales superan a las capacidades de proyecto, cuando se superponen las dotaciones del turno de riego con el escurrimiento de los excesos hídricos provenientes de las tormentas convectivas. A esta situación se agrega la

presencia de residuos sólidos urbanos (RSU) y todo tipo de elementos que la población, desaprensivamente, vierte a los cauces, sin distinguir la magnitud de los mismos además de la acumulación de residuos transportados por vientos cálidos y secos tipo fohën (conocido como Viento Zonda en la Región de Mendoza y San Juan). Este panorama indica que el sistema se encuentra bajo la acción permanente de agentes externos que inciden negativamente en su capacidad, calidad y en la gestión del recurso. Estos impedimentos producen múltiples inconvenientes sobre los usuarios quienes reciben las dotaciones fuera de término, junto con todo tipo de RSU y restos de la monda (hojas y ramas de arbolado). Los inconvenientes causados por los RSU sobre la operación y mantenimiento de las canalizaciones sumado a las pérdidas en términos económicos a causa de los desbordes en los cauces, hacen que la problemática de la basura y los residuos tengan un peso cada vez mayor y que, por lo tanto, las autoridades estén cada vez más preocupadas por la temática. Asimismo, los desbordes perjudican a las calles paralelas y a toda la infraestructura circundante.

En general, la red de acequias

Las acequias se materializan de diversas secciones transversales, siendo la más difundida la trapecial, de 80 cm de profundidad, 40 cm de ancho de fondo y 60 cm de ancho superficial, construidas en hormigón simple. También pueden las puede encontrar materializadas en tierra, con el consiguiente problema de mantenimiento y acumulación de RSU, depósito de sedimentos que, combinados con la escasa pendiente en algunos sectores, tornan la situación en límite al podrirse la masa que forman los sedimentos con el RSU y las hojas que caen o son arrojadas a la acequia.

En áreas donde las pendientes en sentido oeste – este son importantes, las acequias se convierten en cunetas y solamente cumplen con la función de conducir el agua de lluvia, por lo que su sección transversal se materializa solamente con un sector de círculo a fin de evacuar rápidamente el agua. Cuando las cunetas resultan insuficientes o se encuentran con usuales obstrucciones, la calle completa se transforma en conducción del agua.

Las acequias para el mantenimiento del arbolado público se construyen dejando un sector sin impermeabilizar en correspondencia con cada especie arbórea para facilitar la infiltración del agua para su riego.

Para el mantenimiento de las acequias es fundamental el mantenimiento del arbolado público y la técnica para la implantación de la especie en relación a la distancia del fuste del árbol con el propio cauce. Este hecho se debe a que el crecimiento vegetativo y la proximidad de las construcciones provocan que las especies tiendan a inclinarse hacia la cuneta y, a medida que el fuste se va engrosando con el crecimiento biológico, puede invadir, luego de 20 a 25 años de vida, la sección hidráulica de la acequia. Asimismo, las raíces, que están en la búsqueda de las fuentes de agua más próximas, pueden levantar veredas, invadir conductos de desagüe u otra conducción que deje escapar agua o efluentes. El cuidado de las especies arbóreas es muy básico y muchas veces realizado por personal poco entrenado para la poda. En cuanto al monitoreo de las enfermedades y plagas que los afectan, poco es lo que se hace en relación a esta temática.

A continuación pueden verse algunas imágenes con los problemas en las acequias para la dotación de riego para el arbolado público y su relación con las especies servidas.





Figura 363: Árbol implantado de manera correcta, a nivel del fondo de la acequia con el fuste alejado del cauce



Figura 364: Especie plantada a nivel de la vereda, con una apertura en el fondo de la acequia. Puede verse que la margen interna de la acequia comienza a ser afectada por el crecimiento radicular. Ello provocará un estrangulamiento de la acequia con el tiempo.



Figura 365: Acequia estrangulada por el crecimiento de la especie arbórea (Fresno) cuyo fuste presenta un importante desarrollo.



Figura 366: Morera híbrida de fuste importante, que ha comenzado a afectar el cauce de la acequia, estrangulando su sección transversal. Puede observarse que el estrangulamiento comienza a producirse a pesar que el árbol se encuentra su nivel de implante en coincidencia con la solera de la acequia.



Figura 367: Moreras implantadas muy lejos del cauce de la acequia, con una ventana para que la humedad esté más accesible para el sistema radicular. Puede observarse que en la próxima existe un punto bajo sin desagüe, donde se acumulan los sedimentos y RSU.



Figura 368: Morera implantada a nivel de la solera de la acequia. La influencia de las construcciones provoca que el árbol tienda a alejarse a través de la inclinación de su fuste obstruyendo parcialmente la sección de escurrimiento.



Figura 369: Sistema de captación de agua pluvial en la intersección de Avenida San Martín y Zanjón Frías. Puede observarse el cauce de la acequia que conserva una pequeña sección para conducir el agua de riego.



Figura 370: Reja Sistema de captación de agua pluvial en la intersección de Avenida San Martín y Zanjón Frías, ubicada perpendicular, integrada a un canal inferior que conduce el agua captada al Zanjón Frías.



Figura 371: Acequia revestida en piedra bola con el fondo sin revestir. El puente de la alcantarilla estrangula la sección hidráulica



Figura 372: Acequia revestida en piedra bola que ha perdido parcialmente su revestimiento con el paso de los años. El gran fuste del plátano obstruye parcialmente con su sistema radicular la sección hidráulica, en coincidencia con la entrada de un puente vehicular. Esta situación es muy común en todo el sistema.



Figura 373: Detalle de la obstrucción que causa el fuste de un plátano entre dos puentes vehiculares, en combinación con los RSU y las hojas, luego de la ocurrencia un episodio de viento Zonda.



Figura 374: El revestimiento de las acequias suele ser reemplazado por hormigón en sectores de piedra, dejando en el fondo un tramo para la absorción por parte del árbol, caso de un gran plátano, que comienza a obstruir la sección hidráulica y levantar la vereda.



Figura 375: Acequia revestida en piedra, de reciente realización, que recibe el abastecimiento de uno de los tantos pozos de agua subterránea que refuerzan la dotación del arbolado público.



Figura 376: Detalle de una recata donde se colocan compuertas para orientar las dotaciones.



Figura 377: Descarga del sistema colector pluvial de calle San Juan hacia el Zanjón Frías,



Figura 378: Acequia sin revestir. Ejemplo de la falta de infraestructura de conducción que favorece la acumulación de RSU. La pendiente de fondo no posee valores aceptables para un buen escurrimiento de las dotaciones y del agua pluvial urbana.



Figura 379: Detalle de una alcantarilla realizada con un caño de hormigón con la consiguiente reducción de la capacidad hidráulica. La falta de pendiente se evidencia por la sedimentación en la propia boca de la rudimentaria alcantarilla.



Figura 380: los Frecuentes desagües sobre el cauce de la infraestructura de conducción de crecidas pluvioaluvionales. La permanencia del agua favorece el desarrollo vegetativo y de la lama debido al agua clara.



Figura 381: Detalle de la solera del Zanjón Frías con el desarrollo de lama debido a la permanencia del agua proveniente de los desagües de acequias y de los canales de riego que lo atraviesan (Canales Civit, del Oeste y Jarillal).



Figura 382: Desagüe de acequia de arbolado público sobre el Zanjón Frías, proveniente de la red de Godoy Cruz.



Figura 383: Desagües clásicos de las acequias sobre la infraestructura de conducción, en este caso el Zanjón Frías, a la altura de la Casa de Gobierno.



Figura 384: La infraestructura de desagües mayores de la Ciudad de Mendoza suele presentar problemas sociales, tales como la instalación de personas sin hogar, representando un grave riesgo para su seguridad y la de los transeúntes. En la mayor parte de los casos, las autoridades se hacen presentes y proceden al desalojo correspondiente.

Existen ciertos sectores de la ciudad que poseen colectores construidos por los municipios en distintas oportunidades o por distintas circunstancias, los cuales se han ido convirtiendo en afluentes de las canalizaciones matrices descriptas en todos los apartados anteriores.

Pueden mencionarse los siguientes sistemas y colectores urbanos:

- Sistema de captación pluvial de la Plaza Godoy Cruz, que desagua en el Zanjón Maure.
- Colector Balcarce, que recoge los desagües pluviales del área que antiguamente ocupaba el Zanjón Maure, que desagua directamente al Canal Cacique Guaymallén.
- Colector Mosconi, paralelo a las vías del Ferrocarril y desagua en el Zanjón Maure
- Colectores en la zona del Ferrocarril, paralelos a la calle Segura de Godoy Cruz, que desaguan en el Zanjón Frías.
- Sistema de captación pluvial de la Plaza Pedro del Castillo de Ciudad, que desagua directamente en el Canal Cacique Guaymallén.
- Colector en la zona del Ferrocarril, paralelo a calle Perú de Ciudad, que desagua en el Zanjón de Los Ciruelos (Figura 277).
- Colector Moyano, que capta el agua de calle San Martín de Las Heras y se dirige hacia el norte.

A continuación pueden observarse fotografías con algunos detalles de los colectores pluviales urbanos construidos por los municipios, de tamaño mayor a las acequias clásicas.



Figura 385: Desembocadura de uno de los colectores pluviales del sistema de la plaza de Godoy Cruz en calle Colón.



Figura 386: Desembocadura de uno de los colectores pluviales del sistema de la plaza de Godoy Cruz en calle Antonio Tomba.



Figura 387: Aspecto característico de los colectores del Sistema de la plaza Godoy Cruz, son sección rectangular de 1m x 1m, en este caso, en Calle Antonio Tomba



Figura 388: Aspecto Típico del Colector de Calle Balcarce, de sección rectangular de 1,30 m x 1.20 m



Figura 389: Desembocadura del Colector de Calle Balcarce directamente en el Canal Cacique Guaymallén, por debajo de una propiedad privada.



Figura 390: Desembocadura de uno de los colectores Mosconi, en la zona de vías en Godoy Cruz, directamente el Zanjón Maure.



Figura 391: Sección típica del Colector Mosconi, en Godoy Cruz, en la zona de vías.



Figura 392: Alcantarilla típica del Colector paralelo a calle Segura en Godoy Cruz, en la zona de vías.



Figura 393: Desembocadura en el Zanjón Frías del Colector paralelo a calle Segura en Godoy Cruz, en la zona de vías.



Figura 394: Desembocadura directa del Sistema de desagües pluviales de la plaza Pedro del Castillo directamente en el Canal Cacique Guaymallén



Figura 395: Detalle del dissipador de energía de uno de los colectores del Sistema de Desagües de plaza Pedro del Castillo.



Figura 396: Estado del Canal Moyano paralelo a la Calle San Martín en Las Heras. (fotografía Diario Los Andes)



Figura 397: Canal Moyano aguas arriba de calle Santa Rita, límite norte del Parque Industrial Eje Norte de Las Heras, Etapa I.



Figura 398: Cruce del Canal Moyano con calle Santa Rita, límite norte del Parque Industrial Eje Norte de Las Heras, Etapa I



Figura 399: Estado del cauce del Canal Moyano aguas abajo, hacia el norte del Parque Industrial Eje Norte de Las Heras, Etapa I

Cuando el desarrollo urbano no ha sido acompañado por la planificación urbanística y de servicios, los desagües pluviales no tienen espacio para que puedan ser materializados, constituyéndose la propia calle como el único espacio posible para la evacuación. Es así que ciertas arterias se han convertido oficialmente en *calle-canal* y durante los días de tormenta casi no es posible circular, recomendándose no realizarlo durante 120 a 180 minutos que dura la descarga pluvioaluvional. Ejemplos de estas calles pueden mencionarse especialmente en la zona de Luján de Cuyo, en los distritos de Vistalba y Chacras de Coria tales como las calles Pueyrredón (Figura 106), Malvinas Argentinas (Figura 182 a Figura 185) y Anchorena.

Otros casos, en que la actividad agrícola no ha dejado espacio para los desagües de las tormentas las aguas de los excedentes pluviales y aluvionales también son enviados a las calles internas y de servicio. Con el tiempo y el fraccionamiento de las propiedades extensas, tales calles internas se transformaron en calles públicas, en general bajo jurisdicción de Vialidad Provincial y, menor caso, de la Municipalidad. Un caso emblemático lo constituía la *calle río seco Viamonte*, cuya jurisdicción estaba en poder de Vialidad Provincial, organismo que llegó a dar instrucciones de retiro y línea a las construcciones durante muchos años. Con el revestimiento del Río Seco Tejo – Viamonte – Liniers, finalizaron los problemas de desbordes y superposición de jurisdicciones, tal como se describiera en el apartado correspondiente. Otro caso testigo lo constituye la calle Almirante Brown de Vistalba, la cual recibe los desagües de un amplio sector, incluyendo la calle Guardia Vieja. La problemática de esta calle que se transforma en canal es que no está preparada para ello, por lo que los caudales arrastran grandes cantidades del material del estabilizado dejándola en condiciones muy precarias para su transitabilidad.





Figura 400: Desagüe de riego de Vistalba que *desemboca* directamente en calle Guardia Vieja.



Figura 401: Calle Guardia Vieja, totalmente inundada por los desagües de riego de Vistalba y que aporta sus caudales a la calle Almirante G. Brown y al Desagüe de calle Longone.



Figura 402: Calle Almirante G. Brown, luego de una descarga aluvional, la cual ha arrastrado el material estabilizado, dejando solamente las piedras más grandes.



Figura 403: Estado del desagüe e hijuela, ambos de riego, después de una tormenta convectiva. El desagüe corresponde al que se encuentra entre calle Longone y Medrano



Figura 404: Desagüe entre calle Longone y Medrano, conduciendo los habituales desagües de riego



Figura 405: Desagüe entre calle Longone y Medrano, el cual termina a 90° en una acequia de desagüe vial y pasa por una alcantarilla, ambas de mínimas dimensiones hacia la hijuela Chacras de Coria, que se encuentra al otro costado de calle Viamonte.



Figura 406: Desagüe entre calle Longone y Medrano, conduciendo las cola de los desagües de una crecida de verano



Figura 407: Aspecto de calle Viamonte, luego de una crecida aluvional de verano, donde puede observarse las marcas y tamaño de las ramas arrastradas. Todos estos caudales confluyen hacia la Calle Canal Pueyrredón.



Figura 408: Desagüe entre calle Longone y Medrano, conduciendo los primeros caudales de una crecida de verano, fotografía tomada desde calle Viamonte.

## 2.3- COLECTORES ESCUDO DE LA CIUDAD DE MENDOZA.

### 2.3.1- COLECTOR BLANCO ENCALADA

Las constantes tormentas y crecidas aluvionales que azoraban los distritos de Las Compuertas, Vistalba y Chacras de Coria en el Departamento de Luján de Cuyo, llevaron a la ejecución, durante el año 1996, del Colector Escudo Blanco Encalada, que tomó un área de 7000 hectáreas que pasaron a desaguar sus crecidas hacia el cauce del Río Mendoza. En la Figura 409 puede verse el desarrollo pedemontano del colector.

El cauce tiene una longitud de 3200 metros, excavado en el material natural del lugar, combinado con fuertes terraplenes en coincidencia con los cauces de la red hidrográfica natural. A fin de aumentar la seguridad hidrológica de la defensa, se construyeron muros de hormigón, enfrentando, sobre la margen izquierda (este) de la misma, a los cauces principales de la geografía del lugar.

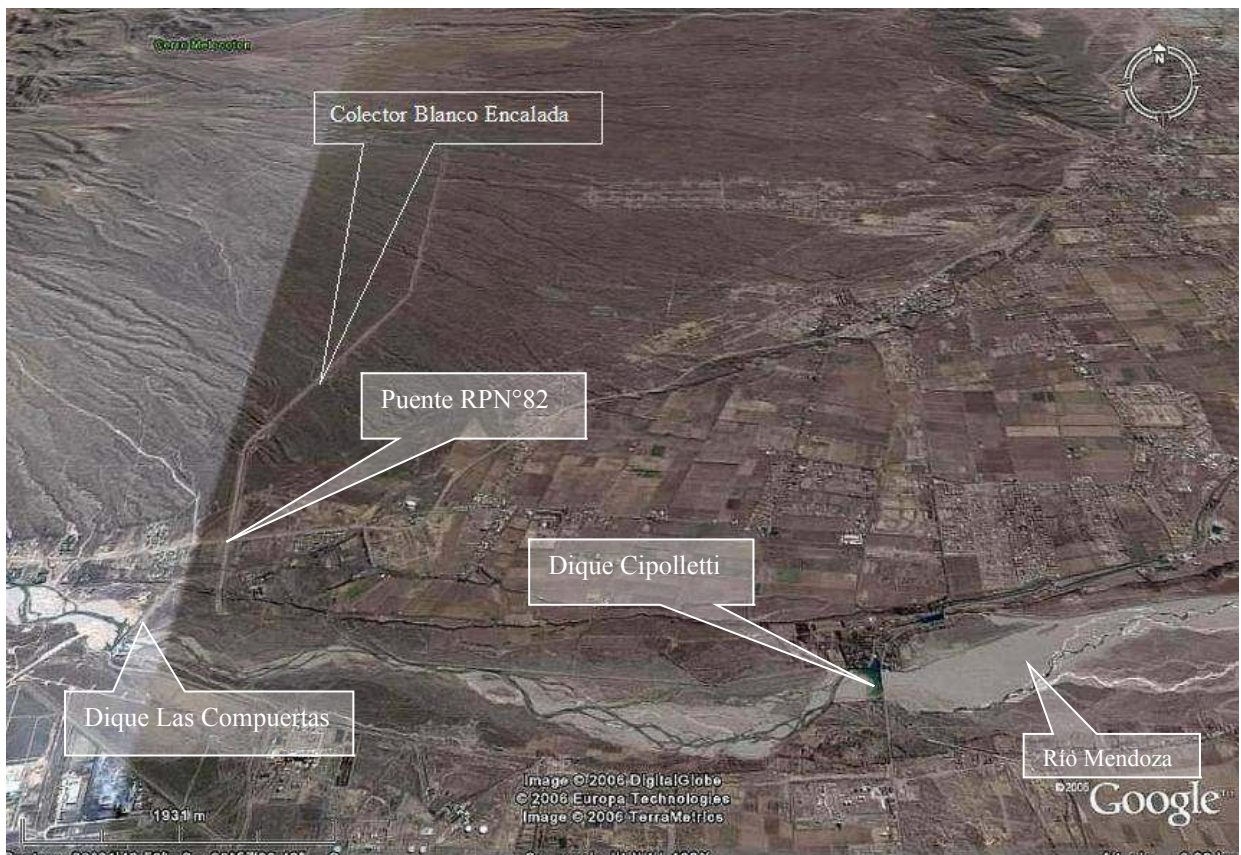


Figura 409: La imagen satelital muestra claramente el área protegida y la dirección predominante norte – sur hacia el desagüe en el Río Mendoza, entre los diques Compuertas al Oeste y Cipolletti al este.

Los últimos 400 metros el colector escudo, convertido en canal, presenta muros de sostenimiento en ambas márgenes y saltos estabilizadores para prevenir los efectos de la erosión regresiva en el tramo final de su desembocadura sobre el río Mendoza.

Actualmente se encuentra en estudio la prolongación hacia el norte de la traza del Colector Escudo, a fin de captar una mayor superficie de aportes pedemontanos.



Figura 410: Vista del Colector Blanco Encalada hacia aguas abajo, desde el inicio del revestimiento



Figura 411: Vista hacia aguas arriba del sector de márgenes revestida, vista desde el puente de la RP N°82



Figura 412: Vista hacia aguas abajo de las márgenes revestida, desde el Puente de la RP N°82



Figura 413: Vista del Puente de la RP N°82

Debido a que la pendiente es elevada, hubo que estabilizar el fondo a través de saltos materializados con estructura de hormigón armado. En correspondencia con el inicio de la sección de márgenes estabilizadas con muros de hormigón armado se encuentra el primer salto de hormigón (Figura 410). A fin de no interrumpir el trazado de la Ruta Provincial N°82 (que conduce a Cacheuta), se construyó un puente de tres vanos (Figura 413).



Figura 414: Vista hacia aguas arriba donde el colector no tiene las márgenes revestidas



Figura 415: Vista del salto estabilizador inicial, donde comienzan los muros marginales.

### 2.3.2- COLECTOR GENERAL LAS HERAS

Tal como se puntualizó en la descripción del Dique San Isidro, luego del aluvión de 1968, se construyó un colector escudo, que tomó los caudales del Arroyo El Challao y los derivó hacia el norte, hacia un campo de derrame conocido como “Campo Espejo”, con una capacidad de regulación de 0,65 hm<sup>3</sup>.

El Colector General Las Heras tiene distintos tramos en función de la topografía, las pendientes y su dirección. La traza puede apreciarse en la Figura 420.

El Azud San Isidro se conecta con el Colector Las Heras a través del Arroyo El Challao, el que posee un afloramiento de aguas termales aprovechadas por los campings y hosterías para el turismo y recreación.

Aguas abajo del puente cercano al campo de deportes de Marista, existen defensas construidas para estabilizar ambos márgenes, combinados con saltos para ofrecer seguridad a la erosión del mencionado complejo (Figura 419).

Se han ejecutado trabajos de protección y restauración de márgenes luego del aluvión de enero de 2007 entre el badén y el puente de Maristas, tal como puede verse en las siguientes figuras (Figura 416 a Figura 418).



Figura 416: Vista hacia aguas abajo del badén.



Figura 417: Vista del Badén de El Challao. La erosión aguas abajo ha progresado desde su reconstrucción en febrero de 2007.



Figura 418: Protección de margen izquierda, vista desde el puente de Maristas, hacia aguas arriba.



Figura 419: Muros de protección del Campo de Deportes de Maristas.

El primer tramo del Colector Las Heras, de dirección oeste – este, se encuentra excavado en el terreno natural y posee muros de hormigón de 3 metros de altura. Su pendiente es del 3%, similar a la de la topografía de ese sector del piedemonte, el cual recibe los aportes del Arroyo El Challao (Figura 421 y Figura 422). El Segundo tramo, de sección mixta, es decir, margen derecha protegida con un muro de hormigón y la margen izquierda en terreno natural, se torna en dirección sur – norte, con una pendiente que va disminuyendo hacia el 2% (Figura 425 y Figura 426). A fin de evitar los efectos de una marcada erosión regresiva por las altas pendientes, se realizó un salto en tres etapas sucesivas el cual marca un umbral fijo para el lecho del canal.

Aguas abajo del salto triple (Figura 429), el cauce se encuentra realizado de manera similar al tramo anterior, a fin de recibir los numerosos cursos de agua que bajan directamente desde las estribaciones de la precordillera (Figura 427 y Figura 428). Dicha situación se prolonga por 1800 metros aguas abajo, hasta el badén correspondiente a la Ruta Provincial N°13, en que el cauce se encuentra excavado en terreno natural, con un terraplén de refuerzo sobre la margen derecha. En algunos sectores, donde se produce el aporte de las principales quebradas provenientes de las ya lejanas montañas de la Precordillera, se ha reforzado la margen derecha con la misma tipología de muros que las secciones de aguas arriba. Se ubican asimismo, para lograr la conectividad entre ambas márgenes, obras localizadas de hormigón armado que materializan badenes a fin de conectarlas convenientemente, donde se ha construido un salto estabilizador para disminuir la pendiente y frenar la acción de la erosión regresiva. La desembocadura del Colector Boulogne sur Mer, es una obra de especial interés ya que se incorpora al cauce del Colector Escudo sobre la margen derecha, la más vulnerable, a través de un orificio y muy angulado para compensar las diferencias energéticas del cauce principal.



Figura 420: La imagen satelital muestra claramente el área protegida y los distintos tramos del Colector Escudo General Las Heras.

Al aproximarse al Campo de Derrame, llamado “Campo Espejo”, toma nuevamente la dirección este – oeste, luego de haber disminuido la pendiente a menos del 1%.

Como se ha puntualizado más arriba, el pantano regulador posee una capacidad de 0,65 hm<sup>3</sup> para la laminación de crecidas, cuyas salidas se dirigen hacia los campos de Lavalle.



Figura 421: Cauce del Colector Las Heras a la salida del Arroyo El Challao, en el inicio de la curva hacia el norte. Al fondo puede verse la Ciudad de Las Heras a una cota topográfica muy inferior a la del cauce.



Figura 422: Imagen del tramo del Colector Las Heras aguas arriba del triple salto. El colector se encuentra excavado, con la margen derecha compuesta por un muro de hormigón y terraplén de protección. La margen izquierda se encuentra en terreno natural, captando todos los aportes de la hidrografía natural de la Precordillera.



Figura 423: Tramo aguas arriba del triple salto, donde se restituyeron los muros dañados por los aluviones de enero de 2007.



Figura 424: Tramo aguas arriba del triple salto, vista hacia aguas arriba. El pie del muro, de 3 metros de altura ha sido recalzado.



Figura 425: Vista hacia aguas abajo del triple salto, en dirección norte.



Figura 426: Vista desde el badén de la Ruta Provincial N°13 hacia aguas arriba. Al fondo puede distinguirse el triple salto.



Figura 427: Vista del badén de la Ruta Provincial N°13. Puede verse el canal de alivio sobre la margen izquierda para desaguar hacia el bajo de la quebrada de Las Chilcas, que ofrece una capacidad adicional de retención y laminación previa a Campo Espejo



Figura 428: Panorama general del cauce en su tramo hacia el norte sin revestir, donde la margen derecha se encuentra conformada por un amplio terraplén.



Figura 429: Vista del Salto triple

### 2.3.2.1. Aluviones del 24 al 28 de enero de 2007

Tal como se describiera en el apartado correspondiente al “Dique San Isidro” las crecidas debidas al aluvión de fines de enero de 2007, causaron serios daños a las



defensas compuestas por el Sistema San Isidro – Colector Las Heras. Diversos trabajos tuvieron que desarrollarse, según los tramos ya que se afectó por la erosión en el primer tramo, aguas arriba del triple salto, y a partir de allí se produjo el embanque generalizado de los siguientes 2500 metros en una altura de 3 metros.

Efectos y acciones realizadas – estabilización.

Debido al efecto de la energía erosiva de las aguas, se produjo la erosión en el fondo, provocando un descenso del mismo, afectando el pie del muro de margen derecha. Dicha acción, debió ser remediada mediante el recalce del pie del muro, a través de trabajos similares a los de protección del muro del azud derivador San Isidro, antes descriptos en una longitud de 500 metros.

A efectos de provocar la estabilización del fondo del cauce del Colector Las Heras, combinando la acción del recalce de los muros de margen derecha para elevar la seguridad de las obras de desvío de las aguas, se han construido una serie de obstáculos transversales a modo de dientes estabilizadores de manera que fijen un umbral por debajo del cual se intente detener la acción erosiva de la energía de arrastre de la corriente aluvional.

Dichos dientes se construyeron con rocas de gran tamaño estabilizadas con hormigón en sus intersticios, de manera tal de disminuir la pendiente resultante del 3% al 2%. La acción erosiva sobre el fondo del cauce del colector Las Heras llegó hasta 100 metros aguas arriba del salto triple, el cual determina un punto fijo del fondo. Los elementos estabilizadores se distribuyeron cada 175 metros y con una altura aproximada de 2 metros.

Estas tareas también incluyeron la reconstrucción de un tramo de cuatro muros que cedieron a causa de dos factores. Por un lado la erosión llegó muy por debajo del nivel de desplante de los muros y por otro, la altura por encima de los mismos provocó una sobrecarga que contribuyó al vuelco de los mismos.

Efectos y acciones realizadas – desembanque.

Debido a la acción de los sucesivos aluviones, se produjo sedimentación en el Colector Las Heras en un tramo de 2500 m con un total global de 140.000 m<sup>3</sup> de material que debió removerse. La problemática que presentó el sector es que quedó prácticamente sin capacidad de conducción para las descargas pluvioaluvionales provenientes de la precordillera.

El principal inconveniente radicó en el badén de la ruta provincial N° 13, el cual ofrecía una posible vía de escape para los escurrimientos de una lluvia de importante magnitud en el piedemonte, correspondiente al sector norte del mismo. Para mitigar este peligro, se dispuso el envío de una topadora D7 de la Dirección para efectuar el taponamiento de la apertura que implicaba la existencia del badén sobre margen derecha, al mismo tiempo que se realizaba una apertura con una excavadora Daewoo 220C de 20 t para posibilitar una vía alternativa a los escurrimientos hacia una zona baja existente a 600 m aguas abajo sobre margen izquierda, la cual oficia normalmente de pulmón de retención y retarda a los escurrimientos.

Los trabajos consistieron en el retiro de todo el material sedimentado dentro del lecho del citado Colector hasta el fondo de tierra ubicado a tres metros por debajo del coronamiento del muro de margen derecha. Los trabajos se han ejecutado desde aguas abajo hacia aguas arriba, iniciando el desembanque a través de la margen izquierda, para dejar un sector a través del cual pudiera escurrir eventuales descargas aluvionales causadas por correspondientes tormentas. La ejecución de los trabajos fue diagramada en cuatro etapas simultáneas, de manera de restituir la capacidad de

conducción tan pronto como fuera posible objetivo logrado al cabo de cuatro semanas de trabajo.

El material proveniente del desembanque se trasladó hasta zonas ubicadas en la margen derecha, de manera de reforzar el colector escudo. En ningún caso este material fue colocado sobre la margen izquierda.

A su vez, el material acumulado fue acomodado a continuación del talud este de la margen derecha, dejando un camino de servicio de manera de facilitar su inspección, en correspondencia con el coronamiento del muro del cauce desembancado. Esta acción permitirá efectuar una inspección más expeditiva y directa del cauce, en su verdadera magnitud, en lugar de dejar un bordo por sobre el coronamiento de los muros, el que produciría la consiguiente sobrecarga.



Figura 430: Cuenca del Río Seco Casa de Piedra, en las alturas de la precordillera mendocina.



Figura 431: Vista desde la divisoria de cuenca entre el Río Seco Casa de Piedra y la Quebrada de Las Chilcas.



Figura 432: Visa aérea de la caída de los tres muros de sostenimiento por falta de nivel de sustentación en la fundación, causado por la erosión del pie de las estructuras.



Figura 433: Vista aérea del Colector Las Heras embancado a la altura del badén de la Ruta Provincial N°13.



Figura 434: Vista del salto triple, cuyo embanque tapó por completo el tercer vano y su cuenco amortiguador.



Figura 435: Vista desde el salto triple hacia aguas abajo. El colector se ve totalmente embancado en su tramo de 2500 metros.



Figura 436: Vista del tramo aguas abajo del salto triple, mirando hacia aguas arriba. El embanque fue casi del 100%.



Figura 437: Vista hacia aguas abajo del badén de la Ruta Provincial N°13. El cauce del Colector se encontraba totalmente embancado.



Figura 438: Descarga aluvional del día 28 de enero de 2007, vista desde lo que quedó del badén de la Ruta N°13 hacia aguas arriba.



Figura 439: Descarga aluvional del día 28 de enero de 2007, vista desde lo que quedó del badén de la Ruta N°13 hacia aguas abajo. Puede verificarse que el trabajo realizado en dos días sobre la margen izquierda cumplió con el cometido de aliviar las descargas hacia el bajo de la Quebrada de Las Chilcas..



Figura 440: Falla de tres muros a causa de la erosión sobre el pie que los descalzó completamente.



Figura 441: Detalle del descalzamiento del pie de los muros. La carga estática del terraplén superior contribuyó a la falla de los muros de la imagen anterior.



Figura 442: Vista completa del efecto de descalce y falla de los muros (al fondo)



Figura 443: Etapa de desembanque del tramo correspondiente al badén de la Ruta Provincial N°13.



Figura 444: Etapa de desembanque del salto triple.

## 2.4- RESTAURACION HIDROLOGICA DE LOS TORRENTES DE LA FORMACION MOGOTES DEL OESTE DE GODOY CRUZ

Parte de la cuenca de influencia sobre el cauce del Zanjón Frías se desarrolla en el área de la formación mogotes, manifestada por una serie de cerros de poca altitud,

cuyas cuencas desembocan aguas abajo de los diques de laminación en antiguos cauces de menor magnitud que los formados por los zanjones descriptos, pero que inciden directamente contra la zona urbanizada del oeste de Godoy Cruz. Este sector ha ido creciendo en forma desordenada efecto que se combina con las descargas aluvionales dando como resultado que la cuenca aguas abajo sufra efectos cada vez más perjudiciales en cuanto a frecuencia y magnitud de las crecidas. Graves han sido los riesgos corridos, grandes y arduas, las gestiones para poder paliar la situación creada a lo largo de más de veinte años. La obstinación de intendentes, vacíos legales, falta de coordinación entre diversas reparticiones, intereses de todo tipo coadyuvieron para tornar en grave la mencionada descripción.

Se plantearon distintas alternativas para intentar dar algún tipo de solución al riesgo aluvional que la ciudad corría por crecidas generadas aguas abajo de las cuencas Frías y Maure, siendo seleccionada la variante identificada como restauración hidrológica de torrentes dentro de las propias cuencas generadoras de las crecidas. Dicha solución no era novedosa. Se basó en experiencias llevadas a cabo por un programa desarrollado por el CRICYTH durante el año 1992 y un posterior estudio solicitado por la Municipalidad de Godoy Cruz, fueron los principales antecedentes de las obras ejecutadas recientemente.

En total se trata de unas 360 hectáreas habitadas en algunos sectores por puestos y, en otros casos, por villas inestables internadas en la propia cuenca y sobre las márgenes de los emisarios existentes. A continuación se muestra una tabla con la superficie y estado de las obras y proyectos

Cuencas 302 y 203	58 hectáreas	Obra ejecutada
Cuencas 308 y 309	100 hectáreas	Proyecto ejecutivo incluido en el presupuesto provincial.
Cuencas 306 y 307	60 hectáreas	Anteproyecto
Cuencas 301 y 305	140 hectáreas	Anteproyecto
TOTAL	358 hectáreas	

Cada una de estas cuencas tiene influencia sobre distintos barrios del oeste, construidos en general por el Instituto Provincial de la Vivienda, a través de los años.

Las obras ejecutadas en la primera etapa, durante el año 2007, abarcó 58 ha y tuvo la particularidad, al igual que lo tiene el resto del área, que los terrenos son de propiedad privada, por lo que para ejecutar la obra pública<sup>29</sup> es necesario que los terrenos sean de propiedad del estado o se encuentren bajo algún régimen de derecho público, situación que fue salvada por la Municipalidad de Godoy Cruz.

Como concepto general se propone retardar y retener parte de los escurrimientos de las aguas mediante el diseño y realización de pequeñas obras hidráulicas consistentes en terraplenes transversales a los cauces de agua que logren su retención y regulación, distribuyendo estas obras de manera de lograr dividir en subcuencas de pequeñas áreas, constituyendo cada una de ellas el área de aporte de la obra respectiva. De esta manera podrá evaluarse la relación precipitación – escorrentía que resulta para cada una.

Esta metodología propuesta nos brinda las siguientes ventajas:

- Disminución de la escorrentía superficial

<sup>29</sup> De acuerdo al Artículo N°4 de la Ley de Obras Públicas N°4416 de la Provincia de Mendoza

- Hidrogramas más aplanados.

Se destaca que combinando estas técnicas con las de reforestación, se logra retardar el flujo, incrementar la infiltración y la evapotranspiración. Pero con el tiempo, la naturaleza tiende a superar estas retenciones, por lo que se requiere un monitoreo y mantenimiento permanente como modo de prolongar la vida útil de las obras y al mismo tiempo mantener el grado de riesgo hidrológico en niveles aceptables.

Cada una de las obras consiste, en general, en un terraplén del mismo material aluvional compactado, con una altura de 3 metros y un ancho de coronamiento de 4 metros, dejando un talud aguas arriba de 1:2 y un talud aguas abajo de 1:2,5. La longitud de los terraplenes varía entre los 10 m y los 25 m. Las retenciones ubicadas en la parte inferior de las subcuencas tienen una longitud de terraplén mayor porque el ancho de fondo es mayor y a su vez presenta una menor pendiente de fondo, por lo que los volúmenes retenidos son mayores. La sección tipo trapezoidal asegura la estabilidad y se adopta una cota de coronamiento constante, a excepción de las zonas de vertedero, que presentan una diferencia de 0,50 m del umbral respecto al coronamiento.

Estos vertederos de 0,50 m de altura y ancho libre entre 4 y 6 metros, pueden erogar los caudales excedentes dejando siempre una revancha suficiente y logrando atenuar el hidrograma de crecida. Se encuentran revestidos en su totalidad por colchonetas y laterales de gaviones, con una interfase entre terraplén y malla constituida por un filtro sintético (geotextil) que evita la pérdida y migración de partículas finas por arrastre y, al mismo tiempo se evita o minimizan los efectos erosivos de la lámina que vierte. Este tipo de protección con sus anclajes constituidos por gaviones enterrados en su altura se pueden adaptar a los asentamientos y soportar elevadas deformaciones sin sufrir destrucción total, lo que permite realizar las correspondientes reparaciones. Dada la facilidad de accesos desde las zonas habitadas a las primeras obras, se recubren las estructuras de control con hormigón colado entre las mallas y su relleno granular a fin de preservarlas del vandalismo.

La mitigación lograda en la primera etapa, se encuentra en constante evaluación de cada una de las obras de restauración, de manera de contar con datos y monitoreo acerca de las tormentas, la intensidad y los niveles alcanzados en cada una de las retenciones, para relacionarlos con el aporte de sedimentos de las cuencas intermedias en las que se subdividió cada sector.

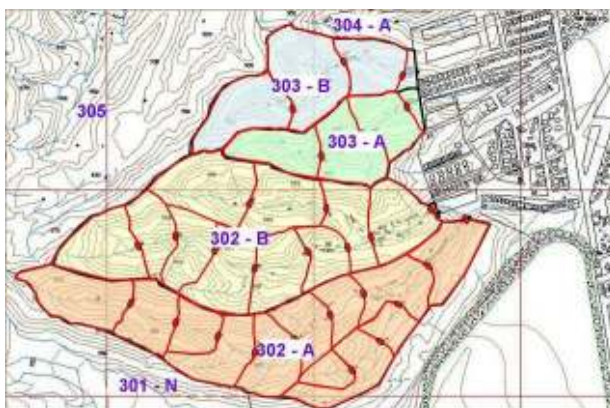


Figura 445: Distribución de las obras y subdivisión de las cuencas



Figura 446: Superposición de imagen satelital con la planimetría

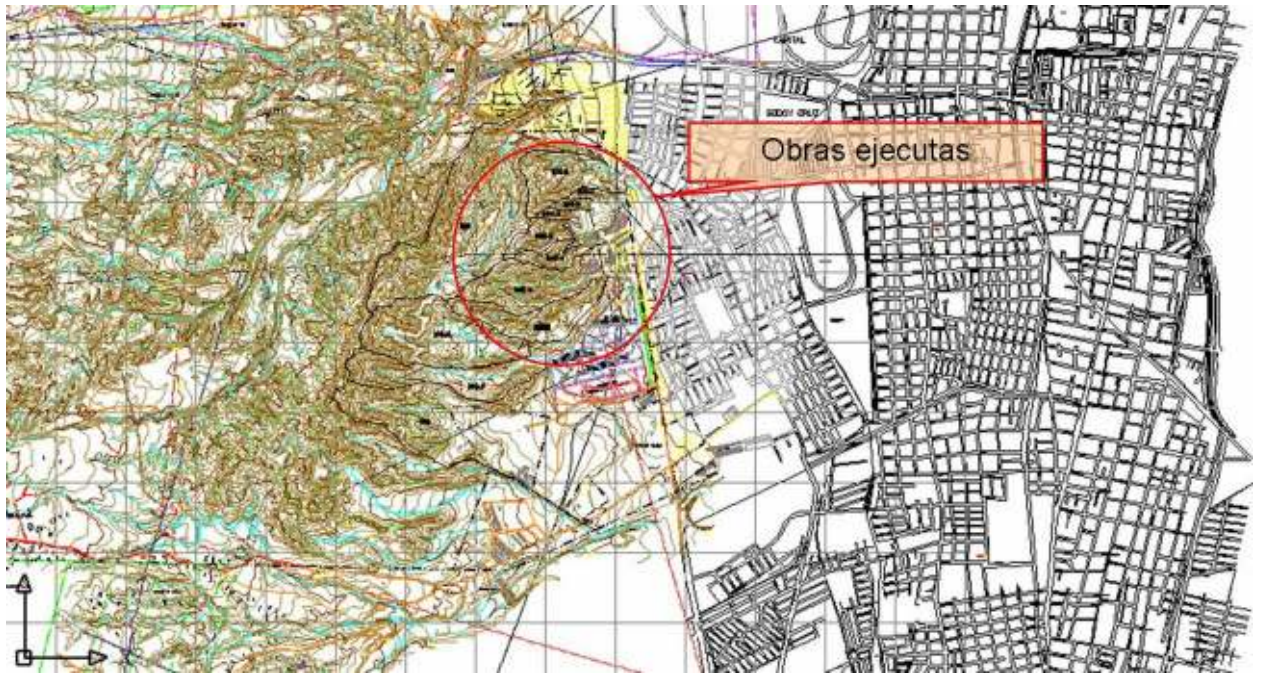


Figura 447: Ubicación general de las cuencas del oeste de Godoy Cruz



Figura 448: Fotografía aérea catastral.



Figura 449: Imagen desde la divisoria de cuencas, los barrios del oeste de Godoy Cruz y la ciudad de Mendoza.



Figura 450: Vista desde una de las cuencas y la Ciudad de Mendoza.



Figura 451: Existencia de asentamientos inestables en las cuencas, durante el proceso de erradicación.



Figura 452: Imágenes de una retención típica durante el período de construcción, donde puede observarse el geotextil bajo el vertedero, su estructura de alambre y piedra y la rápida de salida.



Figura 453: Hormigonado de la solera de la rápida del aliviadero



Figura 454: Obra en fase terminal



Figura 455: Erradicación de basurales y asentamientos



Figura 456: Vista desde la penúltima retención hacia los barrios protegidos y uno de los últimos asentamientos por erradicar.



### **3- SISTEMA DE ALERTA HIDROLOGICA Y RADAR METEOROLOGICO DE LA PROVINCIA DE MENDOZA.**

La Ciudad de Mendoza posee una fenomenología aluvional en constante desarrollo durante la temporada estival, que exige ese mismo tiempo de dedicación a fin de observar y evaluar la situación ante la ocurrencia de un episodio convectivo.

Durante el período estival se organiza la campaña de alerta hidrológica para las cuencas del piedemonte mencionado del que participa personal del Centro Regional Andino (CRA) del Instituto Nacional del Agua (INA), de la Dirección de Hidráulica, del Servicio Meteorológico Nacional, de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas del Ministerio de Producción, Tecnología e Innovación<sup>30</sup>, de Defensa Civil de la Provincia, del Departamento General de Irrigación, entre otros. La Dirección de Hidráulica del Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Transporte<sup>31</sup>, a partir del 1º de noviembre de cada año y, hasta el mes de abril del año siguiente, establece un sistema de guardias rotativas, en las que un profesional de esa repartición se mantiene en guardia pasiva de 24 horas los siete días de la semana, con comunicación directa, movibilidades y maquinaria a disposición, en estado de alerta pasiva, para una respuesta inmediata ante un evento aluvional o una crecida nival en cualquier río o arroyo de todo el territorio provincial.

Todos los días se tiene disponible el pronóstico del tiempo, proveniente, tanto del Servicio Meteorológico Nacional, como de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas<sup>32</sup> de la provincia. Dichos pronósticos se apoyan en radiosondeos matutinos que indican la situación de las capas superiores de la atmósfera. De acuerdo a las temperaturas, humedades, circulación vertical, se pueden establecer parámetros que indican situaciones de inestabilidad para el transcurso de la jornada.

Los especialistas de la Dirección de Hidráulica que se encuentran en guardia pasiva las 24 horas, con el pronóstico obtenido y los datos solicitados de manera telefónica a primera hora a la mencionada Dirección, pueden establecer la situación para el resto de la jornada, complementado con el punto de rocío, para interpretar las probabilidades de desarrollos convectivos para la jornada.

El Sistema de Alerta está basado en el efecto combinado de información en tiempo real de la red de pluviómetros del INA, instalados estratégicamente en el piedemonte del Gran Mendoza, con los datos del sistema de radar meteorológico más arriba mencionado. Dicho sistema está compuesto por tres radares, en San Martín, en Cruz Negra (Tunuyán) y en La Llave (General Alvear). La composición digital de los datos de los tres radares permite obtener una visión de todo el territorio provincial. El alcance efectivo de cada radar es de 300 kilómetros y la posición de los núcleos de tormenta, son referenciados con un sistema de coordenadas polares (distancia y ángulo), con origen en el radar San Martín. Asimismo, debido al constante esfuerzo y desarrollo del personal de la Dirección de Agricultura y Contingencias Climáticas, los radares han ido incorporando nuevas tecnologías, tales como la asistencia del efecto Doppler, que permite estimar las velocidades del viento, los vectores de desplazamiento de los

---

<sup>30</sup> Antiguo Ministerio de Economía de la Provincia de Mendoza.

<sup>31</sup> Antiguo Ministerio de Ambiente y Obras Públicas.

<sup>32</sup> La Misión de esta Dirección es la de generar información meteorológica de uso agrícola para el registro y localización de cultivos, la determinación y certificación de daños sufridos, el desarrollo y aplicación de sistemas de prevención de contingencias climáticas, con la finalidad de disminuir los efectos socioeconómicos en zonas cultivadas de la provincia.

núcleos y cortes verticales de las nubes. Dichos datos son evaluados y utilizados para actualizar la situación atmosférica y emitir los partes al INA y a la lucha antigranizo.

La siguiente figura ilustra la coordinación de las reparticiones involucradas en la operación del Sistema de Alerta para el Gran Mendoza.

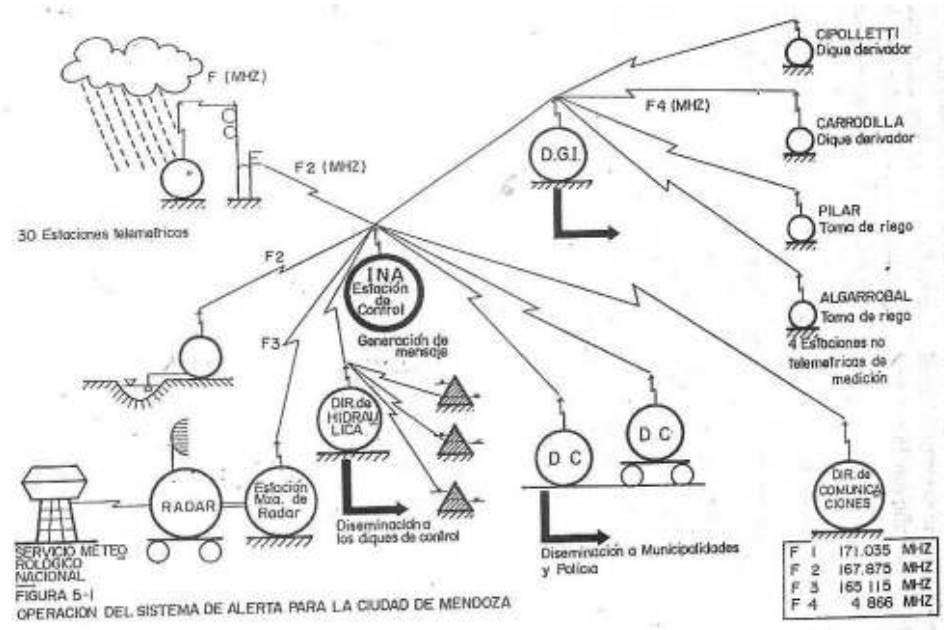


Figura 457: Esquema general de la operación del Sistema Hidrometeorológico en Tiempo Real para la Ciudad de Mendoza

A continuación puede verse la distribución de las estaciones pluviométricas automáticas, las cuales registran las precipitaciones con la precisión de un milímetro<sup>33</sup>, que, dividiendo esa medición por el tiempo que tardó en registrar ese milímetro se obtiene la intensidad de la precipitación.

Los sectores A, B y C representan áreas a distintas distancias de la zona urbana, relacionada con el tiempo de respuesta de cada sector aún, cuando la tormenta se ubique en la misma cuenca.

Al producirse la precipitación sobre las cuencas que poseen los sensores automáticos, éstos comienzan la transmisión de los valores acumulados en milímetros, conjuntamente con la identificación de la estación. Estos datos se combinan con la hora que, automáticamente graba el sistema de computación que coordina temporalmente toda la red. Para cada una de las estaciones, se puede definir un nivel de alerta en términos de intensidad (mm/minuto) y duración de la tormenta (minutos) en relación con las posibilidades de escurrimiento de la cuenca afectada y su grado de control y peligrosidad.

<sup>33</sup> El milímetro de lluvia es la capacidad del cangilón de los pluviómetros de la Red del INA

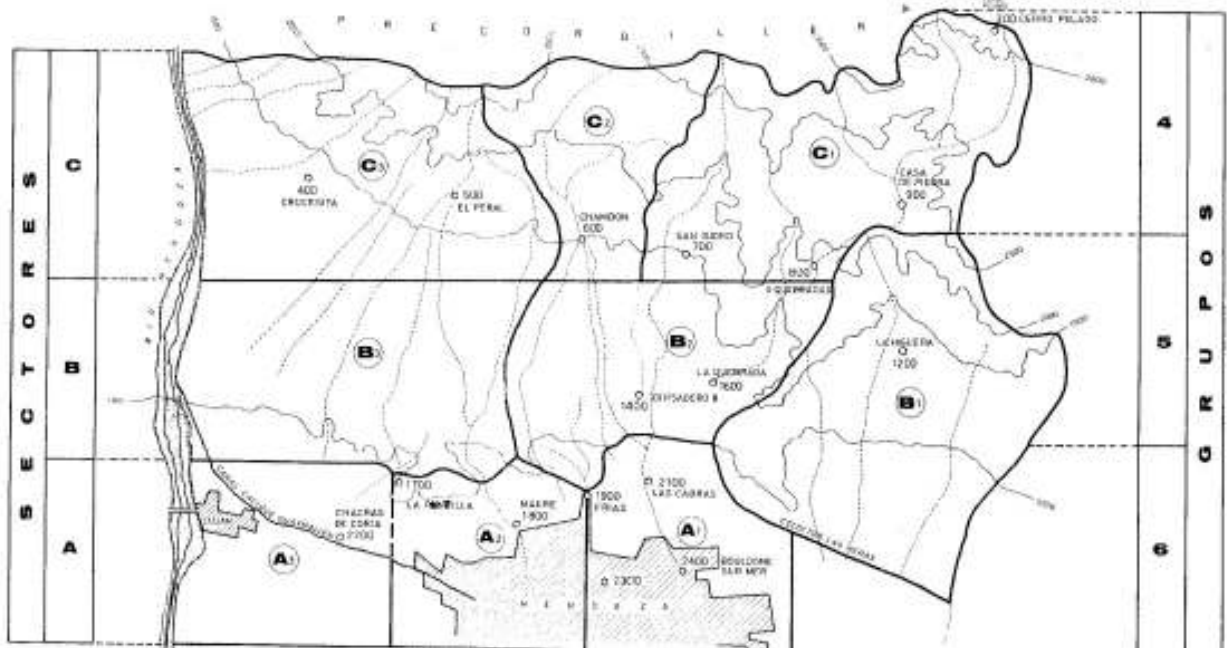


Figura 458: Ubicación de las estaciones de la Red Telemétrica del Gran Mendoza.

**ESTACIONES DE LA RED TELEMETRICA**

ESTACION N°	φ	λ	COTA	NOMBRE
100	32°57'12"	68°58'12"	1250	La Picada
200	32°51'	69°05'	2700	Cerro Pajarito
300	32°45'	69°06'	3100	Cerro Pelado
400	33°00'	69°02'	1410	La Crucésita
500	32°57'	69°01'	1750	El Peral
600	32°54'	68°59'	1470	El Chambón
700	32°52'	69°	1500	San Isidro
800	32°49'46"	68°59'20"	1900	Las Tres Quebradas
900	32°47'	69°01'	2150	Casa de Piedra
1000	32°56'	68°59'	1233	Punta del Agua
1100	32°52'53"	68°58'	1365	Divisadero Largo I
1200	32°48'	68°56'	1350	El Pantanillo
1300	32°54'	68°56'	1252	Papagallos
1400	32°53'23"	68°56'21"	1115	Divisadero Largo II
1500	32°52'56"	68°57'19"	1240	Divisadero Largo III
1600	32°51'41"	68°56'48"	1250	La Quebrada
1700	32°58'	68°55'	1074	Aeroparque La Puntilla
1800	32°55'22"	68°52'15"	860	Dique Maure
1900	32°54'10"	68°53'51"	900	Dique Frías
2000	32°53'	68°54'22"	940	Divisadero Largo IV
2100	32°53'18"	68°54'12"	1050	Cuencas Las Cabras
2200	33°00'32"	68°52'24"	920	Chacras de Coria
2300	32°54'10"	68°51'15"	775	INA-CRA
2400	32°51'55"	68°51'40"	770	Boulogne Sur Mer
2800	33°03'10"	68°56'20"	997	Dique Cipolletti

Figura 459: Listado con las estaciones de la Red Telemétrica con la posición, nomenclatura y el nombre propio de cada una.

Cada una de las zonas del mapa de la red telemétrica se halla dividida en tres subzonas, que permite una clara localización de las probables áreas afectadas por los escurrimientos, además del tiempo disponible para el aviso.

A continuación se transcribe la tabla con los criterios y niveles de alarma, con criterios de mínima, basado en los sectores y condiciones de humedad del suelo. Se considerará suelo seco cuando no ha llovido en las 48 horas anteriores y, suelo

húmedo, cuando se ha registrado la ocurrencia de lluvia dentro de las 48 horas anteriores.

Sector	Condición	Intensidad de lluvia	Alerta	Grupo de Estaciones
A	Seco	10 mm / 10-30 minutos, luego	Atención	6
		12 mm / 10-30 minutos	Alerta	
	Húmedo	08 mm / 10-30 minutos, luego	Atención	
		08 mm / 10-30 minutos	Alerta	
B	Seco	10 mm / 10-30 minutos, luego	Atención	5
		15 mm / 30-60 minutos	Alerta	
	Húmedo	08 mm / 10-30 minutos, luego	Atención	
		10 mm / 30-60 minutos	Alerta	
B	Seco	20 mm / 10-30 minutos, luego	Atención	4
		25 mm / 30-60 minutos	Alerta	
	Húmedo	15 mm / 10-30 minutos, luego	Atención	
		20 mm / 30-60 minutos	Alerta	

Si por ejemplo se produce una precipitación en alguna de las estaciones 100, 1000, 1700, pertenecientes al grupo 5 y que afectan al subsector B3, puede generar escurrimientos que, en unos 15 a 20 minutos, afecten a las zonas de Chacras de Coria y Vistalba y los canales Sosa y Tejo-Viamonte-Liniers que descargan en el Canal Caciue Guaymallén.

Este sistema de alerta hidrológico integrado por una red terrestre, un sistema de radares meteorológicos, una red de comunicación, un plan de acción coordinado compuesto por varios organismos, es única en el país y reconocida a nivel mundial (Fernández P., 1992).

Durante los años 2007 y 2008, el INA, conjuntamente con el Ministerio de Infraestructura, Vivienda y Transporte, ha realizado la actualización de las tormentas de proyecto utilizando los registros de las lluvias de los últimos 18 años, con lo que puede verse que los registros de tormentas, no solamente se han utilizado para la red de alerta, sino también con fines científicos tecnológicos que redundarán en la actualización de las técnicas de diseño, ajustándose cada vez más al entorno.

#### **4- SISTEMA HIDRONIVOMETEOROLOGICO DEL DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACION**

La Autoridad de Aplicación en materia del Recurso Superficial es el Departamento General de Irrigación, quien integra la red de alerta hidrológica, tal como se puntualizó anteriormente.

Este organismo, posee una red de automatizada de teledetección que se ubica en las cuencas imbríferas de los ríos de la Provincia de Mendoza, como así también en determinadas secciones de aforo de caudales. Dicha red, se complementa con el alerta hidrológica, de manera tal de poder emitir, además de las señales de atención y alerta, las correspondientes recomendaciones sobre los cauces de los ríos, relacionando los

datos más arriba mencionados, con las imágenes de radar y los datos que Defensa Civil emite, tanto radialmente, como de manera telefónica.

## **5- CONCLUSIONES**

La situación de la Ciudad de Mendoza es de complejo tratamiento por varios motivos, entre los que se encuentran los climáticos, territoriales, institucionales, políticos y, en determinadas ocasiones hasta los privados.

Ha podido comprobarse que la interacción de los eventos climáticos (granizo, piedra y viento Zonda) se combinan o influyen individualmente sobre las redes de escurrimiento del Gran Mendoza, por lo que es de fundamental importancia la vigilancia y monitoreo de los cauces, en especial luego de los eventos meteorológicos mencionados, acompañado de los recursos y programación de asignación de tareas y profesionales a cada sector.

El problema de los RSU en los cauces es de muy complejo tratamiento en el cual deben intervenir todos los actores de la sociedad, desde la escuela primaria, donde los niños aprenden conceptos básicos de urbanidad desde el jardín de infantes, hasta las instituciones mayores de la provincia, es decir la Dirección de Hidráulica, las Secretarías de Medio Ambiente de cada Municipalidad, el Departamento General de Irrigación y la Secretaría de Medio Ambiente de la Provincia de Mendoza.

A fin de mitigar las crecidas que se producen habitualmente pueden combinarse una serie de medidas, tanto estructurales (obras y acciones de mantenimiento) como no estructurales (acciones de vigilancia, monitoreo, coordinación entre instituciones, entre otras). Algunas de las medidas que surgen del análisis del presente trabajo son las que se recomiendan a continuación:

### **5.1- MEDIDAS ESTRUCTURALES:**

- Revisión de las salidas de descarga de las torretas del Dique Maure.
- Conversión del Zanjón de Los Ciruelos a sección rectangular aguas abajo de Calle San Martín ya sea mediante una obra completa o mediante tramos de doscientos a trescientos metros, de acuerdo a las disponibilidades presupuestarias.
- Readequación del Canal Jarillal y su desembocadura en el Zanjón Maure.
- Reconversión del Canal Civit de canalización a cielo abierto a entubamiento a fin de disminuir la vulnerabilidad del sistema de potabilización de la ciudad de Mendoza.
- Concreción de las obras complementarias de captación y conducción del sistema de laminación de crecidas del Barrio *La Estanzuela* del oeste de Godoy Cruz.
- Restitución de las Medidas de Mitigación de Crecidas y de Control contra la Erosión en el Azud San Isidro, departamento de Las Heras, luego de las obras de investigación de criminalística ordenadas a la Provincia por el juzgado en el año 2010.
- Aumento de la capacidad de almacenamiento de los vasos de los diques de laminación de crecidas a través de:
  - Expropiación de los rasgos de terreno pertenecientes a privados, correspondientes a los vasos.
  - Licitación de la extracción del material del vaso y laderas adyacentes.

- Concreción de la restauración de torrentes de las cuencas aluvionales del oeste de Godoy Cruz, a través de sucesivas etapas que incluyan las cuencas 301N y 301S con sus desagües al Zanjón Maure (hacia el sur), las cuencas 307 y 308 hacia el mismo Maure, y la cuenca 305 en su enlace con el refuncionalizado Colector Civit.
- Reconversión del Canal Civit entre calle Gorriti y el Zanjón Frías como colector aluvional, recibiendo, a través de la calle Vistalba las descargas del río seco del barrio Las Diucas de la cuenca 305.
- Concreción del Sistema de Laminación de Crecidas llamado Chacras de Coria.
- Estudio de medidas de mitigación aguas abajo de la Ciudad de Mendoza, luego del Dique Algarrobal, a fin de mitigar los efectos de las crecidas del Canal Cacique Guaymallén sobre las zonas más bajas y alejadas del Oasis Norte del Río Mendoza en el departamento de Lavalle.
- Monitoreo y mantenimiento, mediante el correspondiente desembanque de las obras de retención del complejo de trampas de agua del Sistema de Restauración Hidrológica de Torrentes de Godoy Cruz para conservar su efectividad y protección proyectadas.

#### **5.2- MEDIDAS NO ESTRUCTURALES:**

- Control de la ocupación y usurpación de los terrenos aledaños a las conducciones de evacuación aluvional, como por ejemplo, el caso de la rápida del aliviadero del Dique Maure. Este control disminuirá la cantidad de RSU sobre los cauces aluvionales, disminuyendo la presión que los mismos ejercen sobre la zona cultivada del área del Departamento de Lavalle.
- Ampliación de la capacidad de los vasos de laminación de crecidas a través de favorecer la extracción de áridos y material de embanque y de las laderas de los cerros circundantes, estableciendo una preferencia por estos materiales en lugar de los extraídos de los ríos secos de la provincia que no estén certificados por una autoridad competente.
- Establecimiento de zonas de restricción de uso para su empleo como áreas de seguridad hidrológica, de manera de constituir, por un lado un pulmón adicional a los vasos de laminación ya existentes, tal el caso de las ripieras de Godoy Cruz, al sur del Zanjón Maure y por otro, establecer futuros sectores para la restauración hidrológica de torrentes, como por ejemplo, la zona de la Guanaca de Chacras de Coria.
- Combinar las técnicas de restauración hidrológicas de torrentes (hidrotecnias) con las obras de laminación de crecidas, sin renunciar a unas u otras, rescatando las ventajas de ambos tipos de obras.
- Control para que las medidas de mitigación de crecidas de los emprendimientos inmobiliarios del oeste del Gran Mendoza sean proyectadas correctamente desde su concepción y concreción por parte de las Autoridades de Aplicación en sus distintas etapas de ejecución.
- Control y blanqueo de todas las construcciones existentes de los sectores de San Isidro y de Blanco Encalada (conocido como loteos de Pérez Ghilou) en cuanto a los aspectos de los desagües pluviales, medidas de mitigación de crecidas y demás temas relacionados con los servicios y urbanización.
- Establecer un sector para la restauración hidrológica de torrentes en el límite de Chacras de Coria y Las Heras, en el lugar conocido como *La Guanaca* de

manera de controlar los aportes pluviales y de sedimentos a través de la ruta Panamericana hacia Chacras de Coria que provienen desde la cerrillada totalmente antropizada.

- Relevar y monitorear todas las obras de mitigación de crecidas al final de la temporada estival, a fin de prever el plan de obras de mantenimiento durante la temporada invernal.
- Monitorear todas las obras de mitigación de crecidas luego de cada tormenta convectivas para prever las correcciones y efectuar el mantenimiento que sea necesario para conservar su grado de protección hidrológica a la población.
- Prever en el presupuesto de cada ejercicio los recursos para poder llevar a cabo las obras de mitigación y efectuar su correcto mantenimiento anual.

Como se viera en la descripción de las distintas obras, si bien existe una determinada infraestructura de mitigación de las crecidas compuesta por diques, colectores escudo, colectores matrices y algunos canales menores, es necesario que se tomen medidas, no solamente estructurales (obras), sino también medidas del tipo no estructurales orientadas a evitar la concentración de caudales, aceleración del tiempo de respuesta de las cuencas y aumento de la frecuencia y magnitud de las crecidas, con las consecuentes pérdidas de bienes, daños a las propiedades, daños a la infraestructura, pérdida de producción e industrias, daños a los ecosistemas de cuencas inferiores por acumulación de basura y desperdicios, entre otros efectos.

Las medidas no estructurales que pueden encararse desde el punto de vista de las políticas públicas, deberá basarse en la diagramación del crecimiento urbano ordenado a no incrementar los caudales de crecidas, sino más bien a disminuir los desagües originados.

Desde el punto de vista privado, se deberá tomar conciencia que es necesario hacer hincapié en los desagües pluviales y las medidas de mitigación de crecidas de todo emprendimiento urbano, finca, plantación, fábrica o cualquier otro desarrollo humano que signifique la alteración de las condiciones hidrográficas e hidrológicas. Las obras o diseños que impliquen tales medidas deben incluirse en los costos básicos de inversión, los cuales redundarán luego en beneficio propio y en el resto de la sociedad. En primer lugar, en beneficio propio, ya que la concientización y cumplimiento general de las normas sobre ocupación de la tierra, implicará menores obras puntuales de mitigación en relación al resto de la cuenca aguas arriba y, en segundo lugar, el resto de la población aguas abajo, no sufrirá las consecuencias de la mayor concentración de caudales y disminución del tiempo de respuesta a causa de las alteraciones de aguas arriba.

La diagramación general del uso del suelo deberá complementarse con la coordinación entre las distintas municipalidades que integran el Gran Mendoza, de manera que los conceptos básicos sean uniformes en relación al tratamiento de los desagües pluviales urbanos y las medidas de mitigación de crecidas, tanto con respecto a proyectos privados como a los programas de vivienda que encara el Estado, ya sea Municipal, Provincial o Nacional.

A lo largo de este trabajo ha podido contemplarse, a través de varias imágenes y fotografías la problemática que implica la basura en los cauces durante las crecidas y la gran cantidad de recursos que debe invertir el Estado Provincial en extraerla de allí, en lugar de destinar esas partidas para la construcción de otras obras necesarias para el Sistema de Mitigación de Crecidas, no solamente en el Gran Mendoza, sino en todo el territorio provincial.

El análisis de la composición de la basura extraída de los cauces lleva a varias conclusiones. Por una parte se hace necesaria la limitación de los envases de plástico descartables, ya sea a través de limitar su producción, la mutación a envases retornables o la obligatoriedad de la recuperación de los mismos envases por parte de sus productores. Por otro lado debe controlarse la clasificación y el procesamiento de la basura que realizan privados en las cercanías de los cauces, a fin de limitar el uso de esos terrenos como el destino final del descarte de la clasificación. Por último, la educación ambiental de toda la población, comenzando por la familia y la escuela primaria es de fundamental importancia para la construcción de una sociedad sustentable, basada en la responsabilidad, el sacrificio y el trabajo que implica el cuidado del ambiente a través del control de la generación y disposición primaria de los residuos domiciliarios. Lo que cada integrante de la familia en su casa, lo hará en el lugar donde le toque desarrollar su vida cotidiana, es decir en la escuela, en el trabajo, en la calle, en los momentos de esparcimiento y recreación.

Las obras de Desagües Pluviales y de Mitigación de Crecidas son elementos básicos que deben estar incluidos indefectiblemente en todo plan anual de obras públicas, ya que de ello depende en gran medida, la seguridad y bienestar de la población. La inversión pública y privada en este tipo de medidas no puede dejarse de lado ni menospreciar su necesidad, por más que se las vea generalmente vacías o sin uso. Resulta muy difícil establecer o valorar los daños que una obra evita que se produzcan pero, en cambio, al momento de evaluar los producidos por una crecida aluvional, el costo de las obras que no fueron realizadas, o las medidas que no se tomaron a tiempo, resultan ínfimas frente a los trabajos paliativos que deben ejecutarse y a los problemas causados.

## 6- BIBLIOGRAFIA

- 1- Vitali Galileo (1940) "Hidrología Mendocina Contribución a su conocimiento", edición propia, talleres Gildo D'Accurzio, 27-12-1940
- 2- Vitali Galileo (2005) "Hidrología Mendocina, Contribución a su conocimiento", reedición del Departamento General de Irrigación, Zeta Editores.
- 3- DIGID – Dirección General de Investigaciones y Desarrollo (1973), "Estudio de Cuencas Aluvionales en las Provincias de Mendoza y San Juan", Subsecretaría de Recursos Hídricos, Ministerio de Obras y Servicios Públicos de La Nación.
- 4- Magistocchi L, Salomón M, Infante P y Guisasola L, Impacto Ambiental y Contaminación Hídrica Zona Metropolitana del Gran Mendoza – Provincia de Mendoza – República Argentina, 3º Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Brasil, 2010.
- 5- Sistemas Hidrometeorológicos en tiempo real, INA – CRA.
- 6- Protección de Márgenes Canal Cacique Guaymallén – Calle Rivadavia – Departamento de Godoy Cruz, Expediente N°802-D-2004-30.008.
- 7- Revestimiento Hijuera Chacras de Coria I Etapa (desde calle Lago Hermoso hasta canal Jarillal), Departamento de Godoy Cruz, Expediente N°030-D-2005-30.008.
- 8- Trabajos de mantenimiento del Colector Blanco Encalada, Departamento de Las Heras, Expediente N°616-D-2004-30.008.
- 9- Revestimiento Hijuera Chacras de Coria II Etapa (desde fin revestimiento Palmares hasta calle Lago Hermoso), Departamento de Godoy Cruz, Expediente N°042-D-2005-30.008.
- 10- Revestimiento Soleras del Zanjón Maure entre Corredor del Oeste y Calle Antonio Tomba, Departamento de Godoy Cruz – I Etapa, Expediente N°173-D-2003-30.008.



- 11- Revestimiento Soleras del Zanjón Maure entre Corredor del Oeste y Calle Antonio Tomba, Departamento de Godoy Cruz – II Etapa, Expediente N°803-D-2004-30.008.
- 12- Revestimiento Soleras del Zanjón Maure entre Corredor del Oeste y Calle Antonio Tomba, Departamento de Godoy Cruz – III Etapa, Expediente N°337-D-2005-30.008.
- 13- Revestimiento Soleras del Zanjón Maure entre Corredor del Oeste y Calle Antonio Tomba, Departamento de Godoy Cruz – IV Etapa, Expediente N°1415-D-2006-30.008.
- 14- Revestimiento Soleras del Zanjón Maure entre Corredor del Oeste y Calle Antonio Tomba, Departamento de Godoy Cruz – V Etapa, Expediente N°384-D-2007-30.008.
- 15- Reconstrucción de muros del Río Seco Liniers, Departamento Luján de Cuyo, Expediente N°259-D-2005-30.008.
- 16- Limpieza del Colector Los Cerrillos, Departamento de Godoy Cruz, Expediente N°118-D-2006-30.008.
- 17- Restauración Hidrológica de las Cuencas 302 y 303 Departamento de Godoy Cruz, Licitación de Obra Pública, Expediente N°859-D-05-30.091.
- 18- Estabilización de Muros del Canal Cacique Guaymallén Zona del Barrio UJEMVI, Departamento de Las Heras, Expediente N°441-D-07-30.008.
- 19- Revestimiento soleras del Canal Cacique Guaymallén, entre el Puente del Ferrocarril y Azud Tajamar, Expediente N°433-D-07-30.008.
- 20- Restauración Hidrológica de las Cuencas 302 y 303 Departamento de Godoy Cruz, Ratificación Convenio, Expediente N°5083-S-07-30.091
- 21- Reconstrucción Obras de Defensa Aluvional del Gran Mendoza, Ratificación Convenio, Expediente N°5191-M-07-30.091
- 22- Limpieza Campo Espejo, Departamento de Las Heras, Expediente N°437-D-2007-30.008.
- 23- Revestimiento Río Seco Viamonte, entre calles Matheu y Ugarte - I Etapa, Departamento de Luján de Cuyo, Expediente N°123-D-1993-30.008.
- 24- Revestimiento Río Seco Viamonte, entre calle Ugarte y el Río Seco Liniers - II Etapa, Departamento de Luján de Cuyo, Expediente N°1038-D-04-30.008.
- 25- Revestimiento Río Seco Viamonte, entre calles Orsini y Besares - III Etapa, Departamento de Luján de Cuyo, Expediente N°946-D-06-30.008.
- 26- Revestimiento Río Seco Viamonte, entre calle Besares y Ruta Panamericana - IV Etapa, Departamento de Luján de Cuyo, Expediente N°945-D-06-30.008.
- 27- Revestimiento Calle Malvinas, Cuadro Comparativo N°2 de la obra Revestimiento Río Seco Viamonte, entre calles Matheu y Ugarte, Expediente N°44-D-04-30.008.
- 28- Obras para Restaurar las Defensas Aluvionales de la Ciudad de Mendoza, Expediente N° N°880-D-07-30008
- 29- Decreto N°118/07, Declaración de Emergencia Hídrica y Aluvional en el Territorio de la Provincia de Mendoza
- 30- Decreto N°292/05, Declaración de Emergencia Hídrica y Aluvional en el Territorio de la Provincia de Mendoza.
- 31- Plan de Defensa Aluvional originado por el Decreto Provincial 292/05 de emergencia Hídrica y Aluvional de la Provincia de Mendoza: Nota N°682-D-05-30.008.
- 32- Plan de Obras a Mediano y Largo Plazo para la Mitigación de Crecidas Aluvionales de la Dirección de Hidráulica: Nota N°202-D-07-30.008.
- 33- Proyecto de Ley de Expropiaciones específicamente orientado a las obras de defensa aluvional y mitigación de crecidas: Expediente N°1969-D-05-30091.

- 34- Proyecto de ley para la intervención de la Dirección de Hidráulica en todo emprendimiento que provoque una alteración en las concisiones hidrográficas e hidrológicas preexistentes, Expediente N°801-D-06-30008.
- 35- Proyecto de reglamento para los cálculos pluvio-aluvionales, Expediente N°1007-D-06-30008.
- 36- Plan de relevamiento de piedemonte, Expedientes N° 415; 416 y 417-D-07-30008.
- 37- Proyecto Chacras de Coria, Expediente N°S01: 0058148/2009 de la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación, Ministerio de Planificación Federal.
- 38- Proyecto Trasvase Cuenca Papagallos – Frías: Expediente N°865-D-09-30008.
- 39- Proyecto Ampliación Colector Blanco Encalada: Expediente N°866-D-09-30008.
- 40- Departamento General de Irrigación (1999) Plan Hídrico para la provincia de Mendoza. Bases y Propuestas para el Consenso de una Política de Estado. Gobierno de Mendoza. Argentina.
- 41- FAO (2004). Plan Director de la Cuenca del Río Mendoza. Gobierno de Mendoza. Departamento General de Irrigación.
- 42- Morábito, J., S. Salatino, R. Medina, M. Zimmermman, M. Filippini, A. Bermejillo, N. Nacif., S., Campos, C. Dediol, D., Genovese, P. Pizzuolo & L. Mastrantonio (2004). Evaluación de la calidad del agua en el área regadía del Río Mendoza. Argentina. INA-SECyT UNCuyo. Argentina
- 43- Salomón, M., R. Thomé, J. López, H. Albrieu y S. Ruiz Freites (2005). “Problemática de las áreas bajo riego y organizaciones de usuarios marginales a la Aglomeración del Gran Mendoza”. En: XX Congreso Nacional del Agua. 2.3.24:17. Mendoza. Argentina.
- 44- Salomón, M. Abraham, E., Sánchez, C., Rosell, M., Thomé, R., López, J, y H. Albrieu (2008). “Análisis de los impactos ambientales generados por las presas sobre los Sistemas de Riego. Cuenca del Rio Mendoza”. Workshop Internacional CYTED. PROCISUR. EPAGRI. Brasil.
- 45- Salomón, M. (2008). Mendoza, la ciudad más limpia del país porque sus cauces son colectores de residuos. En: Defensoría del agua y los derechos humanos. Informe 2006 - 2008. Ed. Eduardo Adrian Sosa – 1° ed.- Mendoza: Oikos Red Ambiental. 2008, ISBN 978-987-23783-1-8. Caso 5, pág. 105-109. Mendoza. Argentina.

