

Aprovechamiento de un sistema lagunar regulador de excesos pluviales en áreas densamente pobladas

Carlos Depettris¹, Hugo Rohrmann¹, Luis Martínez¹, Alejandro Ruberto¹, Marcelo Gómez¹

¹ Grupo de investigación del Departamento de Hidráulica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Av. Las Heras 727. (H3500COI) Resistencia, Chaco, Argentina

Correo-e: cdepettris@ing.unne.edu.ar

RESUMEN

El diseño hidráulico de la estación de bombeo del sistema de las lagunas Argüello, Navarro y Prosperidad, se realizó dentro de un conjunto de obras inserto en el sistema de defensas del Área Metropolitana del Gran Resistencia, de modo tal que las mismas tengan capacidad de respuesta eficiente ante los excesos de eventos pluviales intensos.

El análisis realizado tuvo en cuenta las Resoluciones N° 1111/98 y 303/09 de la Administración Provincial del Agua del Chaco, que fijan cota de línea de ribera y línea de restricción severa de lagunas comprendidas en el Área Metropolitana.

El objeto de la estación de bombeo es trasvasar caudales de excesos de lluvia en la cuenca Prosperidad, cuya área de aporte es de 660 hectáreas, que se almacenan temporalmente en el sector interno o área defendida para situaciones en las que el río Negro se encuentra con cotas superiores a las de las lagunas. En esas circunstancias la descarga del bombeo se realiza sobre el lado externo de la laguna, la cual está conectada al río Negro y su planicie inundable. Las líneas de riesgo hídrico y las características hidrológicas y morfológicas del cuerpo lagunar asociadas con la trama urbana fijan las condiciones de borde para el diseño del sistema en su conjunto.

Palabras clave: sistema lagunar, línea de ribera, llanura.

ABSTRACT

The hydraulic design of the pump station of the system of the Argüello, Navarro and Prosperidad lagoons, it has been done within the conjunction of insert works on the fender system of the Metropolitan Area of the Gran Resistencia, so that the same can have the capability on efficiently answering in the face of the overage of intensive pluvial events.

The analysis took account of the Resolutions N° 1111/98 and 303/09 of the Administración Provincial del Agua del Chaco, which sets Ribera Line elevation and severe restriction line of the ranging lagoons in the Metropolitan Area, being the valid legal tools to determined dominance and the conditions of the design of pump stations.

The object of the pump station is to transfer flow rates in excessive rains at the Prosperidad basin, which area of input is 660 hectares that are saved temporary at the internal section or determined area for situation in which the river Negro have higher elevations than the ones of the lagoons. In this circumstance the discharge of pumping is done by the external side of the lagoon, the one is connected to the river Negro and its floodplain. The lines of water risk and the hydrological and morphological characteristics of the lagoon corps associated to the urban plot set the boundary conditions for the design of the system.

Keywords: lagoon system, ribera line, plain.

1 INTRODUCCIÓN

El objeto del trabajo ha consistido en analizar sobre el planteo de un diseño avanzado de los elementos componentes de la Estación de Bombeo del sistema identificado como Laguna Prosperidad (ver Fig. 1), de qué modo el conjunto puede responder eficientemente ante las demandas de la infraestructura interna de desagües pluviales, dentro del esquema oportunamente definido para las obras del sistema de defensas del Área Metropolitana del Gran Resistencia.

El funcionamiento del denominado recinto del Río Negro en situaciones de excedentes hídricos de distinta magnitud y tiempos de recurrencia tiene pautas de operación determinadas para los diferentes escenarios posibles. Dichas pautas han sido establecidas por la autoridad de aplicación del Código de Aguas de la Provincia del Chaco, que es la Administración Provincial del Agua (APA), y esta cuestión resulta un elemento determinante al momento de considerar el dimensionamiento hidráulico de la estación de bombeo correspondiente a la Laguna Prosperidad.

Las Resoluciones Nº 1111/98, 303/09 y 1050/09 de la APA fijan la cota de línea de ribera y la línea de restricción severa de las lagunas comprendidas en el Área Metropolitana, y son los instrumentos legalmente vigentes para la determinación del dominio, a su vez con incidencia directa en las condiciones de borde del diseño hidráulico de las estaciones de bombeo.

Para comprobar la eficiencia del sistema cuenca urbana-laguna resulta necesario desarrollar la simulación hidrológica de las siete subcuencas que conforman el área de aporte a Laguna Prosperidad para un tiempo de recurrencia de 10 años, ya que el mismo representa el nivel de riesgo compatible con los valores que a futuro serán utilizados para el diseño de los desagües pluviales que aún faltan proyectar.

También es requerida la modelación hidráulica del tránsito de la crecida de diseño a través del Sistema Laguna Prosperidad incluyendo el paso por la laguna Argüello y el conducto principal propuesto que vincula ambos cuerpos de agua, utilizando el modelo matemático EPA-SWMM, lo que conduce a verificar el dimensionamiento hidráulico de las obras señaladas, objetivado hacia la garantía de no superación de las cotas máximas admisibles en los cuerpos lagunares, de modo de no afectar a las propiedades más cercanas.

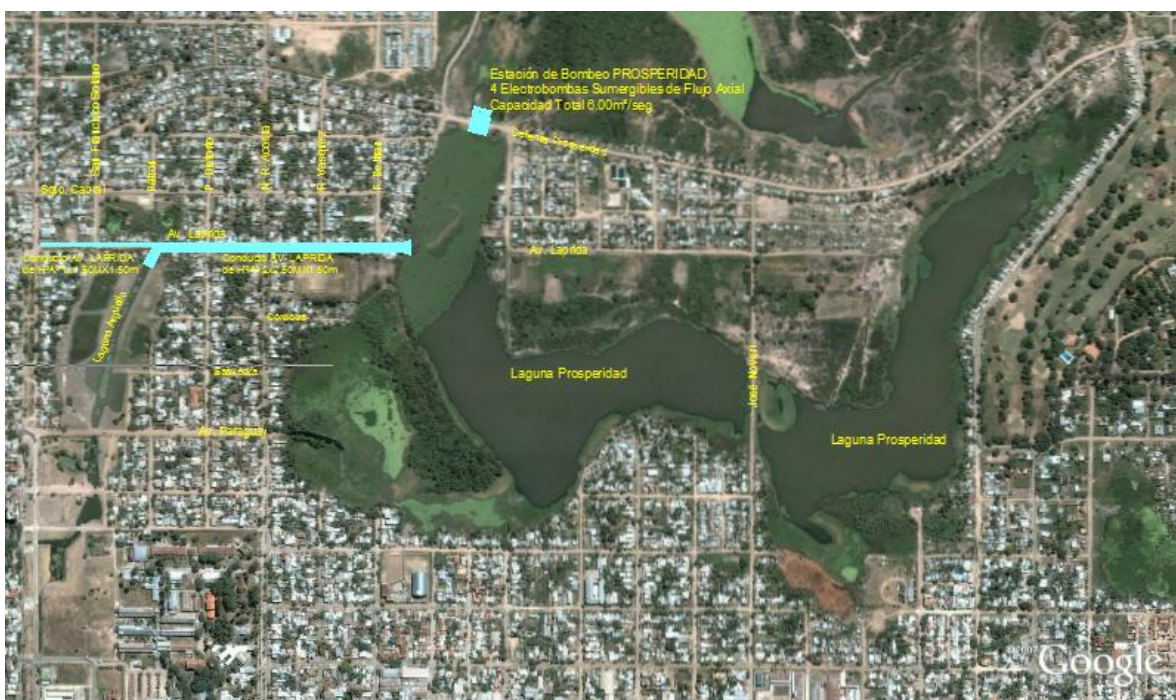


Figura 1 – Ubicación de la Laguna Prosperidad en la trama urbana de Resistencia.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

El sistema hídrico de la cuenca de Laguna Prosperidad evacua los excedentes del sector céntrico de Resistencia, delimitado en líneas generales por las avenidas Sarmiento y Alberdi, el FF.CC. General Belgrano, la avenida Viuda de Ross y el terraplén de defensa del río Negro. Involucra los sistemas lagunares llamados Argüello, Navarro y Prosperidad. En la Fig. 2 se muestra la ubicación dentro del ejido urbano de Resistencia.

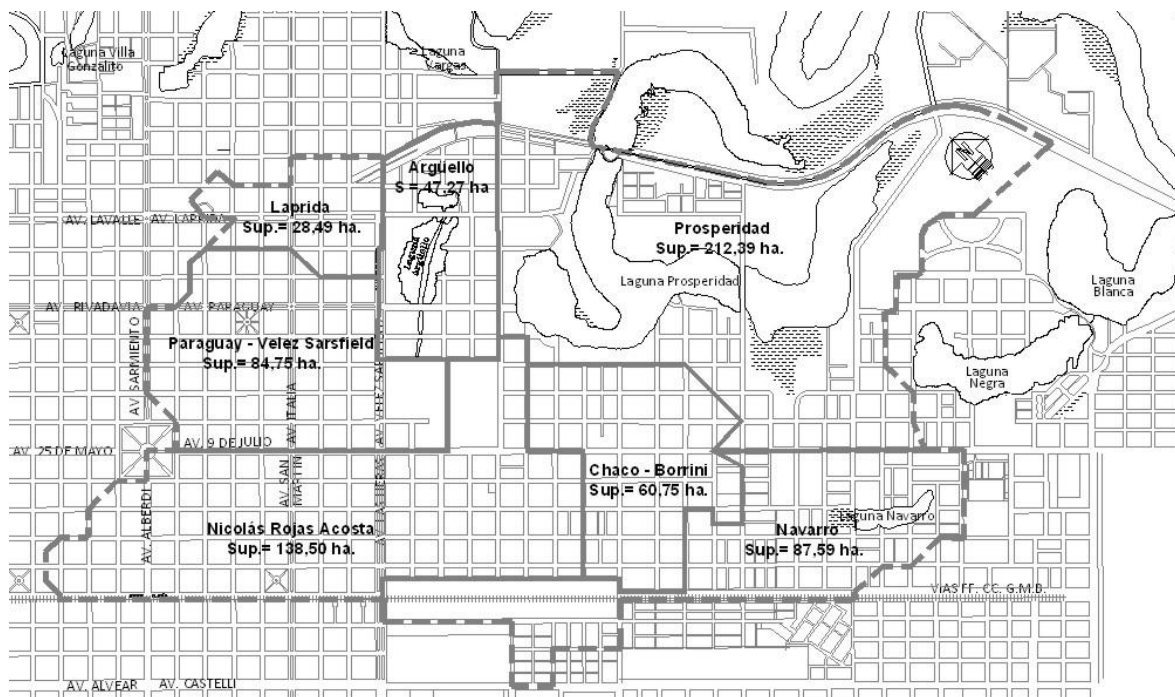


Figura 2 – Ubicación de la Cuenca de Laguna Prosperidad y Subcuencas integrantes.

La laguna de Villa Prosperidad o Los Lirios, recibe los aportes de siete subcuencas, las que se denominan: Avenida Laprida que descarga en la laguna Argüello. De la misma forma lo hace la subcuenca de Paraguay – Vélez Sarsfield. Ambas descargan en la subcuenca de la laguna Argüello que está conectada por un canal a cielo abierto de tierra hasta la laguna Prosperidad. La cuenca más alargada que posee este sistema es la del conducto de la calle Nicolás Rojas Acosta, con su cabecera ubicada en las calles Santiago del Estero y Necochea. La quinta subcuenca de aporte a la laguna es la que descarga por el conducto de las avenidas Chaco – Borrini, otra es la subcuenca de la laguna Navarro que desagua por el conducto de la avenida Viuda de Ross (calle 16) al cuerpo receptor de Prosperidad, que conforma también su propia subcuenca de aporte. En la Tabla 1 se muestran las superficies de aporte correspondientes a cada subcuenca.

Tabla 1 - Superficie de Subcuencas del Sistema Prosperidad

Sistema Hídrico	Subcuencas	Superficie de Aporte (has)
Prosperidad	Laprida	28.49
	Paraguay – Vélez Sarsfield	84.75
	Laguna Argüello	47.27
	Nicolás Rojas Acosta	138.50
	Chaco – Borrini	60.75
	Laguna Navarro	87.59
	Laguna Prosperidad	212.39
	Superficie Total	659.74

2.1 Modelación hidrológica del sistema

Para la modelación hidrológica del sistema Prosperidad se utilizó el modelo de transformación lluvia – caudal ARHYMO (Maza, et al., 1994), que se considera adecuado para tratar de estimar los caudales máximos y los volúmenes de aporte en áreas urbanas de baja energía de relieve como las que se está trabajando en la cuenca Prosperidad. Su aplicación está basada en resultados de otros estudios del AMGR, donde los datos disponibles permitieron calibrar y validar su uso con aceptable precisión, dando validez y garantía para el diseño hidráulico de las distintas obras comprendidas en el proyecto.

La aplicación del modelo AR-HYMO requiere, además del conocimiento de las áreas de aporte y sus características topográficas, la determinación de: a) La aplicación de datos de intensidad de precipitación acordes a estudios de cuencas urbanas. b) la definición de uso del suelo actual y futuro, y la diferenciación de sectores permeables e impermeables. c) la estimación del tiempo de concentración que dará las condiciones críticas de generación de caudales de acuerdo a la tormenta de diseño.

Curvas de Intensidad - Duración - Recurrencia para el AMGR

La definición de la tormenta de diseño estuvo basada en el análisis estadístico de los registros pluviográficos correspondientes a las estaciones Colonia Benítez – INTA y Campus - UNNE, ya que la consistencia y cobertura espacial de las mismas garantiza la representatividad adecuada para la cuenca de la laguna Prosperidad.

Se adoptaron las curvas de Intensidad – Duración – Recurrencia aprobadas por la Autoridad Hídrica Provincial (APA, Resolución N° 097/01), que define los parámetros para la tormenta de diseño de desagües pluviales urbanos para el AMGR, en base a un trabajo elaborado por el Grupo de Investigación del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UNNE.

Los datos maximizados de intensidad de precipitación fueron ajustados para cada recurrencia con el Programa AFMULTI (Paoli et al., 1991), determinando la distribución teórica de mejor ajuste a las series conformadas, resultando las distribuciones GEV y Gumbel las finalmente utilizadas.

Impermeabilidad actual y futura

La determinación de los porcentajes de áreas permeables e impermeables fue realizada a través de la clasificación de imágenes “Landsat TM5” en las siete bandas.

Se contó además con fotografías aéreas del área metropolitana de Resistencia, sin restituir y en una escala aproximada de 1:5000, que sirvieron para identificar “áreas de entrenamiento” para la clasificación de las imágenes satelitales.

La determinación de la impermeabilidad futura con el horizonte de tiempo en coincidencia con la vida útil de diseño de las obras – 50 años – presenta dificultades para seleccionar un criterio metodológico determinado. Por lo tanto se intenta una aproximación lo más racional posible, conociendo la evolución del uso del suelo en los años recientes a partir del análisis de imágenes satelitales y fotografías aéreas mencionadas.

Considerando que se puede estimar, en base a los datos de las tres últimas décadas una incorporación promedio de aproximadamente 116 hectáreas anuales al uso urbano (Scornik, 1998), y realizando esa proyección como un promedio estable a futuro sobre el horizonte señalado – 50 años – resulta un valor de 5800 hectáreas como incremento de la urbanización. Las áreas urbanas actuales no incrementarán significativamente el área considerada como urbanizada, sino que tendrán mayor densidad poblacional sobre prácticamente la misma superficie urbana. Esto se apoya también en la implementación de la normativa de la Ordenanza Municipal de Resistencia N° 5403, de contemplar el no incremento de las áreas impermeables más allá de sus valores actuales, los cuales son elevados.

Con respecto a la impermeabilidad en las subcuencas urbanas, el modelo incorpora el parámetro XIMP, que es el área impermeable directamente conectada al sistema de escurrimiento en proporción al área total, y TIMP es el área impermeable total en proporción al área total de la subcuenca, teniendo en cuenta que se tomó a XIMP como un 70 % de TIMP.

Estimación del tiempo de concentración

Se asume en términos prácticos igual al tiempo de retardo, definido por lo tanto como el tiempo que media entre el baricentro del hietograma de precipitación efectiva y el baricentro del hidrograma unitario. Se ha calculado con un valor para cada subcuenca en base a las ecuaciones que ofrece el modelo AR-HYMO, considerando que los valores topográficos utilizados están obtenidos a partir de los cruces de calles y teniendo en cuenta los retardos producidos por el escurrimiento desde los centros de manzanas, ajustados con valores de tiempo de concentración verificados en tormentas reales, y comparados en base a los resultados obtenidos por diferentes estudios y trabajos realizados, especialmente en zonas urbanas de baja y media pendiente de escurrimiento e impermeabilización alta.

Se asimila como la constante de almacenamiento de un embalse lineal simple para el plano de escurrimiento impermeable (KI) y para el plano permeable (KP), que permiten regular la respuesta entre la lluvia efectiva y el escurrimiento directo, que fueron iterados a partir de valores iniciales proporcionados por la bibliografía específica y la experiencia de estudios anteriores. A su vez estas determinaciones de impermeabilidad y los usos asociados permitieron obtener los valores de número de curva CN, que fue la metodología utilizada para calcular la precipitación efectiva en cada uno de los eventos.

2.2 Modelación hidráulica del sistema

La modelación hidráulica del tránsito de la crecida de diseño a través del Sistema Laguna Prosperidad, incluyendo el paso por laguna Argüello y el conducto propuesto, se ha realizado utilizando el modelo matemático EPA-SWMM (GMMF-UPV, 2005), lo que permitió definir el dimensionamiento hidráulico de las obras requeridas, y garantizar la no superación de las cotas máximas admisibles para ambos cuerpos lagunares, sin afectar a las propiedades más cercanas.

Se ha trabajado la modelación bajo las siguientes pautas y aspectos metodológicos:

a) Determinación de una Topología simple del sistema respetando el funcionamiento actual y futuro del sistema, que puede observarse en la Fig. 3.

b) Los hidrogramas de entrada al sistema hidráulico son los generados en la modelación hidrológica a través del Modelo AR – HYMO.

c) Estos hidrogramas, transitan en el sistema hidráulico por conductos de dimensiones que satisfacen las condiciones para una Tormenta de TR 10 años sin inconvenientes, es decir, que no se toma en cuenta la condición actual del sistema Menor de drenaje que posee la cuenca. Con esta consideración, se pretende poner al sistema en condiciones óptimas y a la vez extremas del funcionamiento según diseño, situación ésta, que puede ocurrir durante la vida útil del sistema de Bombeo que se ha estudiado a nivel de Anteproyecto.

d) Las tres lagunas del sistema, Navarro, Argüello y Prosperidad trabajan entre los límites impuestos por la condición de mínima altura o condición inicial es decir cotas 47.64m, 47.54m y 46.31m respectivamente, acordes con los valores medios registrados durante el período 1998 – 2001, según el plano comparativo IGN y valores máximos establecidos en la normativa de la Autoridad de Aplicación (APA), según puede observarse en la Tabla 2.

e) Para el cuenco de la laguna Argüello, se dispuso de una topografía actualizada permitiendo trazar una nueva curva de cota-superficie-volumen en el cuerpo lagunar, habida cuenta de las modificaciones ocurridas en los últimos años, realizadas con el objeto de mejorar su capacidad de almacenamiento temporario.

Tabla 2 – Cotas de Línea de Ribera y Restricción Severa para el Sistema Prosperidad.

Laguna	Resolución APA N° 1050/09			
	Línea de Ribera		Restricción Severa	
	MOP	IGN	MOP	IGN
Argüello	48,60	48,04	48,94	48,38
Navarro	48,80	48,24	49,07	48,51
Prosperidad	47,34	46,78	47,52	46,96

f) La combinación de los hidrogramas de ingreso a las lagunas y las condiciones de borde, mínimas y máximas de cada una de ellas así como la evolución del almacenamiento, permitieron definir las dimensiones necesarias de los conductos que deben vincularlas a fin de cumplir con éstas.

Las pautas enunciadas dan las condiciones de borde para establecer las dimensiones necesarias de los conductos de vinculación de las lagunas Navarro y Argüello con la de Prosperidad y en ésta última, estas mismas pautas, permiten determinar la capacidad de bombeo requerida para cumplir con las reglas de funcionamiento del sistema.

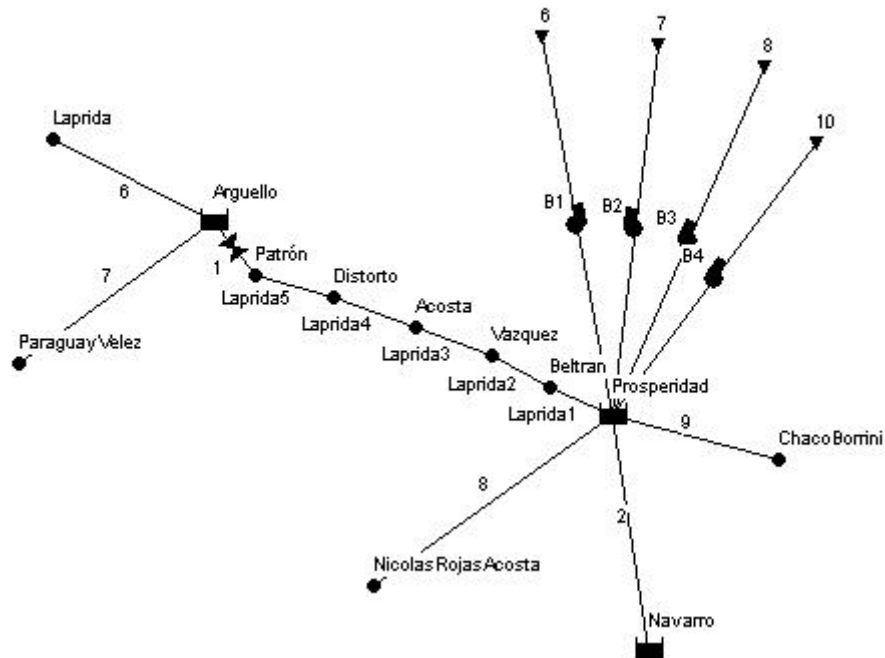


Figura 3 – Esquema topológico del Sistema Prosperidad.

Como una primera aproximación, el dimensionamiento hidráulico de los conductos se ha obtenido de acuerdo a las leyes de la hidráulica general que rigen el escurrimiento a gravedad, partiendo de los caudales generados por la tormenta de diseño en las distintas subcuencas en estudio, que ingresan a los sumideros y de éste al conducto correspondiente, pasando por los conductos de vinculación, que son las piezas que unen los sumideros con los conductos ya sean secundarios o primarios llegando finalmente a las lagunas.

El valor de caudal surge de las corridas realizadas del modelo, tomado la descarga máxima del tramo analizado, mientras que la pendiente queda definida por las condiciones naturales que impone la topografía, por lo que la incógnita es el área del conducto. Se ha fijado la altura o tirante hidráulico en un valor mínimo no inferior a 1.40 metros, y se considerará 0.10 metros de revancha para garantizar el flujo a gravedad.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La revisión del grado de impermeabilidad actual y futura de cada subcuenca, y la adopción del número de curva CN, fueron los factores de importancia para mejorar la estimación de caudales máximos y volúmenes de aporte, con incidencia directa en la capacidad de evacuación de la obra de control de la laguna receptora Prosperidad. En los valores de impermeabilidad futura se tuvo en cuenta los límites que imponen las restricciones municipales vigentes (Resolución N°5403/01 Consejo Municipal), entendiéndose que el servicio de desagües pluviales será efectivo con el trabajo conjunto de obras estructurales y medidas no estructurales.

Los resultados de la evaluación se observan en la Tabla 3 donde se resumen los valores de caudales máximos y volúmenes aportados por cada subcuenca a cada cuerpo lagunar existente en el sistema hídrico de la laguna Prosperidad.

Estos son los valores tenidos en cuenta para realizar la propagación del escurrimiento y diseño hidráulico de la obra de control de la laguna Prosperidad. En la Fig. 4 se presentan las curvas de nivel y la línea de afectación del evento TR 10 años.

Tabla 3 – Caudales máximos y volúmenes generados por cada subcuenca.

Subcuenca	Caudal Máximo (m³/seg)	Volumen (hm³)
Laprida	3.087	0.028
Paraguay – Vélez Sarsfield	7.837	0.089
Argüello	3.983	0.038
Nicolás Rojas Acosta	8.200	0.146
Chaco – Borrini	5.549	0.060
Laguna Navarro	9.153	0.086
Laguna Prosperidad	19.585	0.207

La descarga de la laguna Argüello hacia Prosperidad exige la construcción de un canal o conducto que permita la evacuación de los excesos. Se ha optado por un conducto cuya traza se definió por la avenida Laprida entre la laguna Prosperidad y la laguna Argüello aproximadamente hasta la calle Patrón, es decir unos 530m, como se muestra en la Fig. 1.

Bajo estas condiciones se ha realizado con SWMM la modelación dinámica del Sistema Prosperidad pudiendo observarse que el conducto de avenida Laprida para las dimensiones propuestas de dos vanos de 1.50m de alto y 2.50m de ancho genera un perfil hidráulico adecuado con condición de máxima exigencia en el conducto a las 4 horas 20 minutos de iniciado el evento, según se muestra en la Fig. 5.

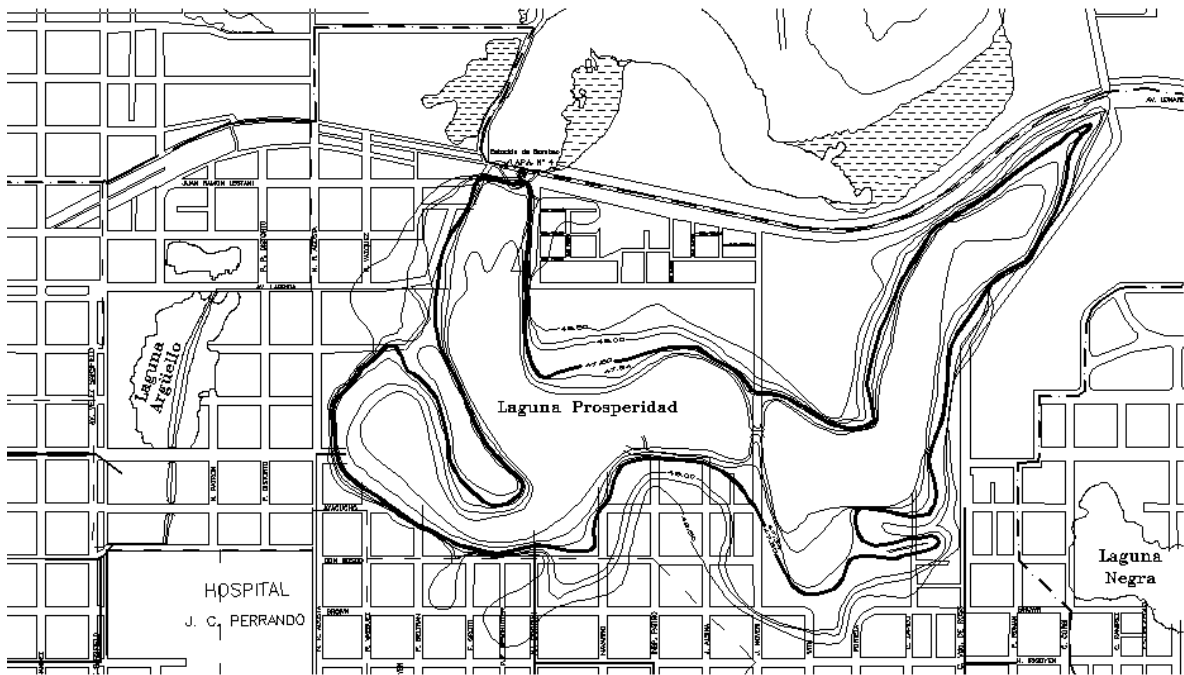


Figura 4 – Curvas de nivel y línea de afectación para TR = 10 años en Lag. Prosperidad.

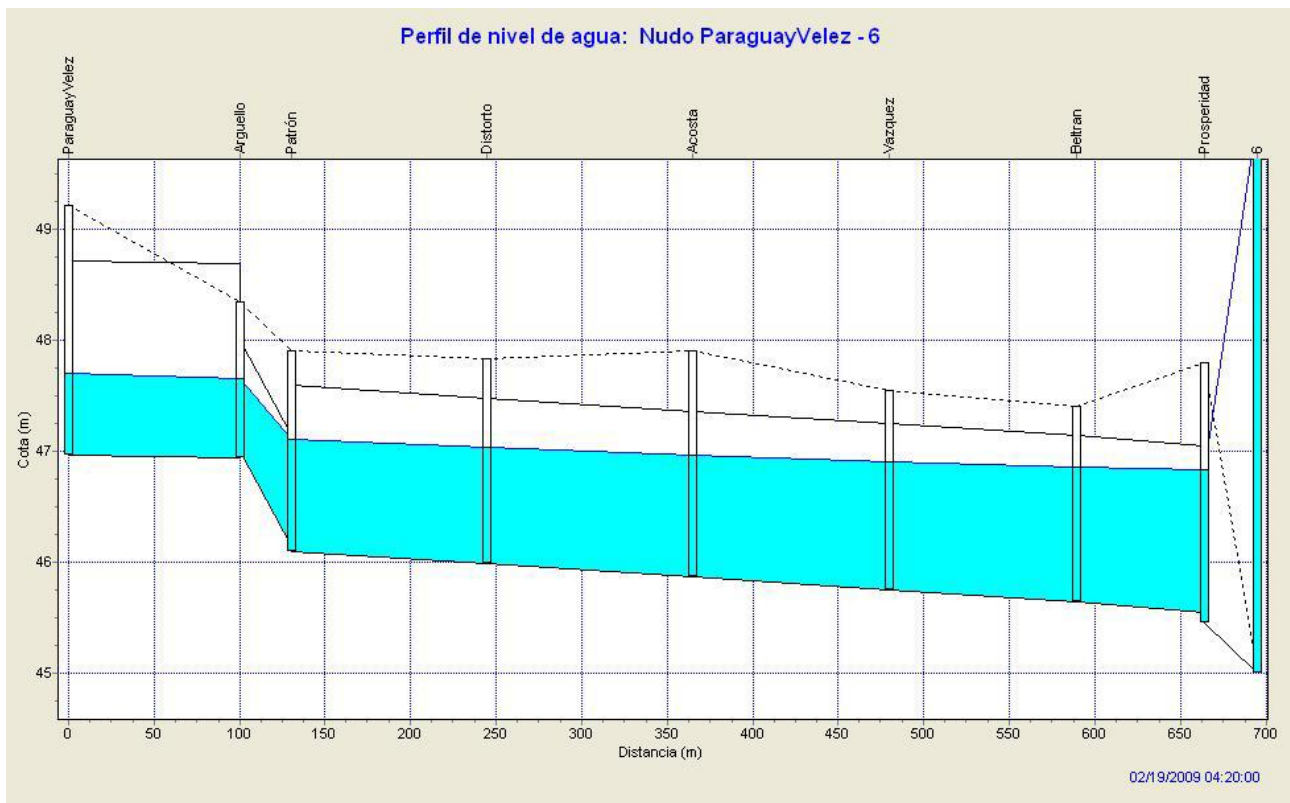


Figura 5 – Perfil hidráulico del conducto de Avenida Laprida.

En cualquiera de las situaciones de diseño, el conducto es capaz de captar el agua superficial que aportan las cuencas urbanas del entorno con descarga en él, sin mayores problemas ya que los pavimentos de la avenida, inclusive en la esquina con la menor cota de la avenida en el tramo (47.90m IGN) no se ven afectados por esta situación.

Para determinar la capacidad de bombeo en la Laguna Prosperidad se trabajó con los hidrogramas de la cuenca integrada por sus siete subcuencas y generados por una tormenta con

un tiempo de recurrencia de 10 años, conformando la evolución de los mismos con el programa SWMM 5.0. Los límites de operación de la estación de bombeo están directamente relacionados con las alturas mínimas y máximas permitidas del lado interno de la laguna, la primera se corresponde con la cota mínima para la laguna Prosperidad, valor este de 46.31m IGN y la segunda condición es la altura máxima que alcanzaría la laguna para el evento de diseño, que es de 46.96m IGN.

Con estas cotas se pudo establecer el rango de alturas de operación de las maquinas, variando entre un mínimo de 3.04m y un máximo de 3.69m, es decir un rango de variación de 0.65m. Haciendo variar el caudal se modelaron distintas curvas teóricas de bombas que permitieran arranques escalonados en el modelo manteniendo las condiciones de borde antes descritas. La modelación dinámica de los hidrogramas ingresados al sistema Prosperidad incluidas sus propagaciones en lagunas y conductos ha permitido determinar una capacidad necesaria para la Estación de Bombeo de 6.00m³/seg como caudal de pico de evacuación para mantener los entornos de alturas mencionadas.

Consideraciones asociadas con la Línea de Ribera

La Resolución 1111/98 de la Administración Provincial del Agua fija la cota de línea de ribera de las lagunas comprendidas en el Área Metropolitana y es el instrumento legalmente vigente para la determinación del dominio. Sin embargo, un estudio encomendado posteriormente por la APA (AFIN, 2001) determinó la necesidad de actualizar la línea de ribera asignada a la Laguna Prosperidad, de modo de colocar en términos más reales para el funcionamiento presente el valor de la misma, teniendo en cuenta las características propias de la cuenca de aporte: la interrupción del escurrimiento al construirse el terraplén de defensa lateral del río Negro en 1982, y la necesidad de reducir los conflictos relacionados con la situación dominial.

En el caso específico de la cuenca de la laguna Prosperidad, los cuerpos lagunares existentes son tres: Argüello, Navarro y Prosperidad. El trabajo citado manifiesta que el análisis de tendencia en la relación línea de ribera según normativa versus Niveles reales actuales, muestra que la laguna Prosperidad tiene tendencia negativa, la laguna Argüello presenta una situación normal y la laguna Navarro tiene tendencia positiva. El primer caso (Laguna Prosperidad) significa que hay riesgo de invasión del área de dominio público con las consecuentes irregularidades dominiales; el 2º caso da para la laguna Argüello una situación que podría considerarse "neutra" y el caso de la laguna Navarro juega a favor al tener un nivel actual superior a la cota fijada por la Resolución N° 1111/98, con lo cual la eventual invasión está controlada.

4 CONCLUSIONES

El funcionamiento hidrológico de las lagunas y su relación con las obras de control del escurrimiento que reciben y deben volcar hacia el río Negro, parte de la base de conocer los valores de altura de agua en que oscila cada laguna a lo largo de los distintos ciclos hidrológicos. Esa circunstancia y la ubicación de los umbrales de las viviendas más cercanas al espejo de agua definen las reglas de operación de las obras de control, que deben variar su altura entre un valor normal o mínimo y el máximo permitido sin generar efectos negativos.

El funcionamiento del río Negro ha sido estudiado en los últimos 20 años para conducir los caudales asociados a la línea de ribera fluvial, vía de evacuación de crecidas y zona de riesgo hídrico, tomando como límite el terraplén lateral de defensa contra las crecidas del río. Las lagunas como Prosperidad quedan del lado defendido dentro de la trama urbana, y por lo tanto no incluidas en el área de inundación del río Negro, lo que significó que las crecidas de referencia citadas y sus caudales no consideraron la participación de la superficie y capacidad de almacenamiento de las lagunas. Esto condujo a resignificar la importancia de los cuerpos lagunares urbanos como reguladores del agua pluvial, tal como ha sido analizado en este trabajo.

Siguiendo las recomendaciones del Consejo Hídrico Federal –COHIFE- resulta conveniente adoptar un procedimiento normalizado como guía madre para este tipo de determinaciones (Cano, 1988), mediante el cual la Autoridad de Aplicación del Código de Aguas de la Provincia del Chaco instruye realizar el estudio de funcionamiento hídrico para cada laguna del área defendida. Se proponen en ese contexto analizar dos situaciones hídricas: 1) Crecidas con volumen de almacenamiento asociado a precipitaciones con Tiempo de recurrencia de 2 años para definir línea de ribera y la zona prohibida, y 2) Precipitaciones de 10 años de Recurrencia para fijar la línea límite entre restricción severa y leve. Este procedimiento permite justificar técnica y legalmente la zonificación de riesgo hídrico alrededor de cada laguna, considerando las acciones antrópicas o de regulación requeridas por el crecimiento urbano.

Los valores de caudales y el pre dimensionamiento de la obra de control de la laguna Prosperidad, fueron tomados por la Provincia del Chaco para realizar la construcción de la misma, que a la fecha está a punto de finalizar, y operando en período de prueba. Resalta el aporte del grupo de investigación en los problemas reales del medio donde se inserta, con trabajos de aplicación concreta, que constituyen uno de los objetivos principales de las actividades de investigación aplicada.

La definición de las cotas de línea de ribera y riesgo hídrico de cada laguna, y los valores de diseño de la obra de control, serán apropiados para el funcionamiento de los niveles de esas lagunas, en la medida que el Municipio local y la Provincia aúnen esfuerzos en el objetivo común de respetar esos niveles, con el control de la impermeabilidad y los asentamientos en los bordes de estos espejos de agua, atendiendo a su vez la problemática de drenaje urbano en ambientes de llanura como los que se inserta el AMGR y el área del presente trabajo.

REFERENCIAS

Administración Provincial del Agua de la Provincia del Chaco (2001); Parámetros para la tormenta de diseño de desagües pluviales urbanos. *Resolución 097/01 APA*. Resistencia, Chaco, Argentina.

Asociación de Apoyo a la Facultad de Ingeniería de la UNNE-AFIN (2001). Determinación de la línea de ribera de lagunas en el AMGR. *Administración Provincial del Agua*. Resistencia, Chaco, Argentina.

Cano, G. y colaboradores (1988). Estudio sobre Línea de Ribera. Capítulo 5: Guía de procedimientos para la determinación de las líneas de ribera y correlativas y preparación de mapas de zonas de riesgo. *Consejo Federal de Inversiones*. Buenos Aires, Argentina.

Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos-UPV (Traductor, 2005). SWMM- Modelo de gestión de aguas pluviales- Versión 5.0 vE. Manual del Usuario. Original en Inglés de U.S. Environment Protection Agency. EPA/600/R-05/040. *Universidad Politécnica de Valencia*. Valencia, España.

Maza, J.; Fornero, L.; Litwin, C., Fernández,P. (1993). AR-HYMO Manual del Usuario. *Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas, Centro Regional Andino*. Mendoza, Argentina.

Municipalidad de Resistencia (2001). Reglamento General de Construcciones, Anexo III. *Resolución Consejo Municipal N° 5403/01*. Resistencia, Chaco, Argentina.

Paoli, C., Bolzicco, J., Cacik, P. (1991). Análisis de frecuencia para determinación de la crecida de diseño. *Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral*. Santa Fe, Argentina.

Scornik, C. (1998). Diagnóstico urbano expeditivo del AMGR. *Sub Unidad Provincial de Coordinación para la Emergencia (SUPCE-Chaco)*. Resistencia, Argentina.