

**Problemáticas y desafíos en la gestión del agua y del territorio en una
cuenca urbana embalsada**

***Problems and challenges of water and territory management in a dammed
urban basin***

^{1,2}Marisol Roxana Cifuentes

^{2,3}Guillermina Paula Jacinto

^{1,2}Corina Iris Rodríguez

¹Centro de Investigaciones y Estudios Ambientales (CINEA). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

³Centro de Estudios Sociales de América Latina (CESAL). Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, cifuentes@fch.unicen.edu.ar

Cifuentes, M. R.; Jacinto, G. P.; Rodríguez, C. I. (2022). Problemáticas y desafíos en la gestión del agua y del territorio en una cuenca urbana embalsada. *Revista Estudios Ambientales*, 10 (2), 67-78.

Recibido: 14/10/2022 - **Aceptado:** 7/12/2022 - **Publicado:** 30/12/2022

RESUMEN

La construcción de embalses produce transformaciones en las características y funcionamiento de las cuencas hídricas a diferentes escalas. El objetivo del presente trabajo es analizar las formas de ocupación y usos del suelo en la cuenca urbana embalsada del Lago del Fuerte (Buenos Aires, Argentina), las cuales son producidas por la superposición de actores, lógicas e intereses diversos. Además, se evalúan las problemáticas asociadas al embalse emanadas de las dinámicas propias del sistema socio-ecológico. La investigación combinó el uso de técnicas cuantitativas y cualitativas para el tratamiento de información primaria y secundaria. Se realizó observación documental -periódicos locales, normativa vigente a escalas nacional, provincial y local- relevamiento y observación directa en campo y entrevistas a informantes calificados. Se evidenció la superposición de actores y marcos regulatorios sobre el área de estudio, así como modificaciones en el uso del suelo con el consiguiente desarrollo e

intensificación de problemáticas sobre la calidad del agua del embalse. Se torna imperioso profundizar en el desarrollo de una visión integral del territorio y de los recursos hídricos que articule a su vez los diferentes actores involucrados en el uso, regulación y gestión del área de estudio.

PALABRAS CLAVES: cuencas hidrográficas, embalses, actores sociales, usos del suelo, gestión ambiental

ABSTRACT

The construction of reservoirs produces transformations in the water basins features and functioning at different scales. On the one hand, this work aims to analyze the occupation modes and land uses in the Lago del Fuerte dammed urban basin (Buenos Aires province, Argentina) produced by the overlap of diverse stakeholders, logics, and interests. On the other hand, it aims to evaluate the problems associated with the reservoir arising from the dynamics of the socioecological system. The research combined the use of quantitative and qualitative techniques for the analysis of primary and secondary information. Documental observation was carried out with local newspapers and current regulations at national, provincial, and local scales, a survey, direct field observation, and interviews to qualified informants. The overlapping of stakeholders and regulatory frameworks on the study area was evidenced. Also, modifications of land uses, together with the development and intensification of problems on the water quality of the reservoir were detected. The results show that it has become compelling to work on a comprehensive vision of territory and water resources that articulates simultaneously different stakeholders involved in the use, regulation, and management of the study area.

KEY WORDS: watersheds, reservoir, stakeholders, land uses, environmental management.

INTRODUCCIÓN

La apropiación de recursos hídricos atraviesa la historia de las sociedades. Con diferentes fines, la construcción de embalses ha introducido transformaciones profundas en las

características y funcionamiento de las cuencas hídricas a diferentes escalas. La diversidad de actividades y las problemáticas asociadas a la interacción de usos potencia los desafíos en la búsqueda de procesos de gestión integrada que considere la especificidad

de los sistemas socio-ecológicos y el rol del conjunto de actores que los construyen.

El trabajo expone las formas de apropiación de la cuenca Lago del Fuerte en la ciudad de Tandil (Provincia de Buenos Aires, Argentina), territorio organizado a partir la construcción de una obra hidráulica para controlar inundaciones urbanas, a mediados del siglo XX. Describe las formas de ocupación y uso del suelo presentes, producidas por la superposición de actores, lógicas e intereses diversos. Identifica problemáticas asociadas a embalses emanadas de las dinámicas de corto y de largo plazo propias de los sistemas socio-ecológicos (Lagadeuc y Chenorkian, 2009), entendidos como la unidad bio-geofísica en la que interactúan actores sociales e instituciones asociadas (Berkes et al., 2000; Holling, 2001; Binder et al., 2013). El estudio busca comprender transformaciones sobre los ciclos ecosistémicos, acciones que juegan a diferentes escalas impulsadas por distintos actores e interacciones complejas que se articulan en las dinámicas socio-ecológicas.

Gestión del territorio en embalses

La construcción de embalses acompaña la historia de las sociedades, inicialmente con un propósito principal, el riego; luego con otros fines como el control de inundaciones; el almacenamiento ante eventos de sequía; el suministro de agua para ciudades, industrias y refrigeración; la producción de energía eléctrica y la recreación, entre otros.

Diversidad de transformaciones se generan desde la construcción y con su funcionamiento, las cuales varían según las características y dimensiones del embalse, impactando sobre el medio físico (pérdida de ambientes naturales, suelos fértiles y biodiversidad, modificación de las redes de drenaje natural y barrera a la migración de peces migradores) (McCartney et al., 2001; Mendiondo, 2009), y sobre el medio social (desplazamiento de poblaciones, pérdida de valores culturales y estéticos). En tanto espacios multipropósito, la coexistencia de funciones y de usuarios puede originar conflictos por la interacción de usos y la disputa por el territorio (Straskraba y Tundisi, 1999).

La construcción de una presa implica la transformación de un ambiente lótico en uno léntico, un sistema híbrido entre río y lago, en el cual la tasa de renovación de las aguas es más lenta que la del sistema fluvial que le dio origen y más rápida que la de un lago (Margalef, 1983). El mayor tiempo de residencia del agua favorece la captación y retención de nutrientes aportados por la cuenca, generando un incremento gradual de su concentración, proceso denominado eutrofización (Vollenweider, 1976; Margalef, 1983; Edmondson, 1991; Wetzel, 2001). A su vez, los represamientos son considerados “trampas” de nutrientes y sedimentos, fenómeno que determina y condiciona la vida útil de los embalses (McCartney et al., 2001).

El proceso de eutrofización es la forma de evolución natural de todo ecosistema

léntico que puede llevar siglos e incluso milenios. La velocidad del proceso depende de las características geológicas y geomorfológicas de la cuenca de aporte de aguas, así como de las características climáticas regionales (Toja, 1982). Por otra parte, la eutrofización artificial o cultural (Serrano et al., 2017) acelerada por acciones antropogénicas (Ansari et al., 2011), se produce por actividades que se realizan en la cuenca de aporte (ganadería, aplicación de fertilizantes, deforestación, etc.), o por el vertido de efluentes domiciliarios, municipales o industriales ricos en materia orgánica, crudos o parcialmente tratados.

El aumento de nutrientes estimula la abundancia de cianobacterias, componente natural del plancton en los cuerpos de agua continentales (Margalef, 1983). El incremento de las poblaciones de cianobacterias por encima de los niveles normales reviste preocupación e interés ambiental y sanitario: su capacidad de producir toxinas puede afectar la salud humana y de otros organismos, ya sea por consumo directo, contacto dérmico y/o ingestión accidental. El deterioro de la calidad del agua es observable por la mayor turbidez, el desarrollo de floraciones algales, la mortandad de peces, presencia de malos olores, la restricción de uso como fuente de agua y su uso recreativo, entre otros.

El proceso de eutrofización y el desarrollo de floraciones de cianobacterias constituyen una de las principales amenazas de la calidad de los cuerpos del agua superficiales a nivel mundial

(Edmondson, 1991; Carpenter et al., 1998; Smith y Schindler, 2009).

En Argentina, existen más de 120 represas grandes y un gran número de presas pequeñas, incluyendo todo tipo de estructuras construidas para cumplir con más de un propósito, según la ORSEP Organismo Regulador de Seguridad de Presas (Ortega, 2009). La evolución de los ecosistemas, los niveles de eutrofización, el tiempo de vida útil y las diferentes posibilidades de uso de los embalses varía regionalmente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable, 2016). Cada una de estas situaciones debe analizarse a partir de las características particulares de orden físico-natural y de los usos predominantes en las cuencas de aporte.

La ambición por la gestión integrada de cuencas se inscribe en una aproximación sistémica que implica la acción sobre los recursos hídricos y aquellos que le están asociados. Involucra los usos directos y presentes tanto como los que son permitidos en función de los impactos que se generan sobre el conjunto de otros usos y sobre la singularidad y unicidad de los espacios de cuenca.

Así, la gestión integrada de cuenca involucra residentes, actores productivos, usuarios y funcionarios en la toma de decisiones. Con carácter participativo y consensuado, las acciones deben avanzar en el sostenimiento y/o en la restauración del funcionamiento natural y equilibrado del sistema, respetando las regulaciones vigentes e incluso anticipando las que debieran

establecerse. Implica acuerdos entre los actores locales sobre los objetivos a alcanzar y la definición de un plan de acción adaptado a las posibilidades técnicas y financieras, tanto como a las normativas vigentes.

En base a lo planteado, el objetivo del presente trabajo es analizar las formas de ocupación y usos del suelo en la cuenca urbana embalsada del Lago del Fuerte (Buenos Aires, Argentina), las cuales son producidas por la superposición de actores, lógicas e intereses diversos. Además, se evalúan las problemáticas asociadas al embalse emanadas de las dinámicas propias del sistema socio-ecológico.

METODOLOGIA

Localización del área de estudio

En el sector sudeste de la ciudad de Tandil (Buenos Aires, Argentina), se localiza el Lago del Fuerte, un embalse artificial originado por una presa que cierra la cuenca de aporte del embalse. Dicha cuenca está conformada por dos subcuencas correspondientes a los arroyos San Gabriel (ASG) y La Cascada (ALC) (Fig. 1). Ambos arroyos nacen en

las sierras, presentan elevadas pendientes y tienen un régimen torrencial. La obra hidráulica fue inaugurada en 1962 -después de 5 años de construcción-, con el objetivo de disipar la energía del agua superficial y retardar su salida natural, evitando las inundaciones en la ciudad. A partir del pie de la presa el curso de agua, actualmente entubado, se denomina arroyo Del Fuerte y atraviesa el ejido urbano por su sector Este.

El espejo de agua tiene 19 hectáreas, una profundidad media de 1,30 m y máxima de 4,00 m. Su cuenca de aporte tiene una superficie de 2000 hectáreas, sobre la que se despliegan diferentes usos del suelo, principalmente actividades recreativas, residenciales y agrícola-ganaderas.

Con el tiempo, el Lago del Fuerte se fue convirtiendo en un atractivo recreativo-turístico en una de las áreas de expansión urbana más recientes. La zona carece de cobertura de servicios, sólo un pequeño sector de la subcuenca del arroyo San Gabriel tiene servicio de agua de red y cloacas.

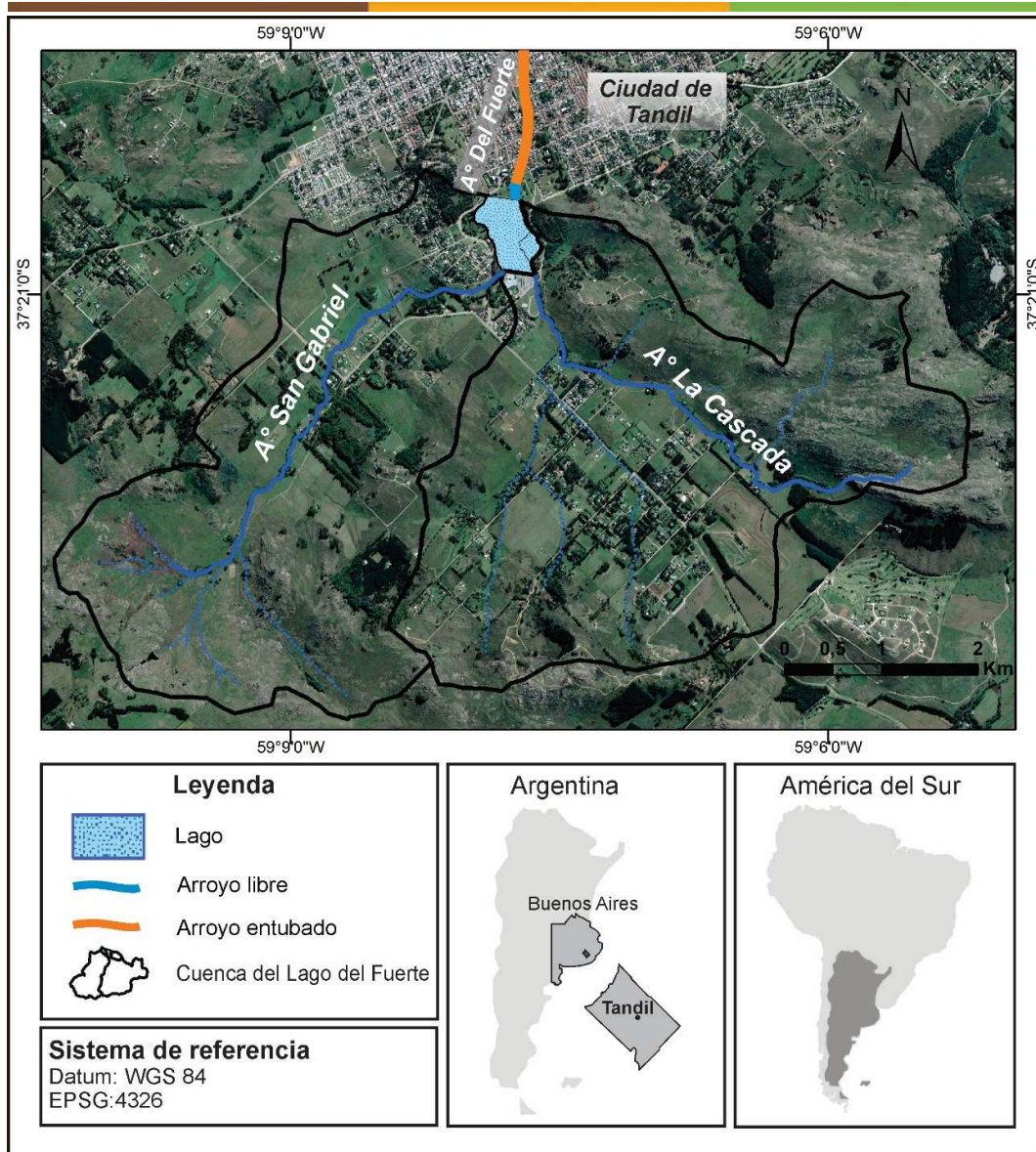


Figura 1. Cuenca del Lago del Fuerte y subcuencas que la componen.

Identificación de usos y coberturas del suelo

El uso y la cobertura del suelo se detectaron y analizaron a partir de la confección de cartas temáticas, mediante mapeos sobre imágenes satelitales (Google Earth-Pro del año de 2016) y relevamiento con trabajo de campo (2018)

en un área de 2000 hectáreas. Se adaptaron las categorías de clasificación desarrolladas por Anderson et al. (1976), reemplazando el código numérico por colores para identificar y delimitar geográficamente los distintos usos y coberturas del suelo en el mapeo.

Análisis de regulaciones y actores

Se llevó a cabo un análisis documental sobre investigaciones previas sobre el tema y el área de trabajo. Fuentes periodísticas, legislación municipal y provincial vinculada con usos del suelo y del agua, e informes técnicos, constituyeron antecedentes para delimitar y caracterizar el objeto de estudio a fin de identificar las diferentes reglamentaciones presentes y los actores involucrados tanto en el uso como en la gestión del agua y del territorio.

El análisis fue complementado con datos primarios obtenidos a partir de entrevistas semi-estructuradas a informantes clave (Denzin, 1989; Denzin y Lincoln, 2005), para identificar acciones y responsabilidades en el manejo del embalse, en los usos que se realizan sobre el mismo y en sus intermediaciones. Funcionarios y técnicos provinciales (Dirección de Hidráulica de la Provincia de Buenos Aires. Departamento zona V. Tandil), municipales (Obras Sanitarias Tandil, Dirección de Obras Públicas y Dirección de Medioambiente del Municipio de Tandil), actores vinculados a las actividades presentes (Club Náutico, servicios gastronómicos, Balneario) y residentes proporcionaron información sobre las problemáticas y los desafíos vinculados con la gestión del territorio.

A través del análisis de la interacción de usos recreativos, productivos y residenciales en el embalse Lago del Fuerte, se indaga en torno a los espacios usados y las regulaciones presentes en el área de estudio. Gobiernos -local y provincial-, empresarios privados,

residentes y usuarios se apropian material y simbólicamente del espacio.

Evaluación de problemáticas del área y desafíos para la gestión

La sistematización de información y la observación directa permitieron construir cartografía útil para la comprensión de las problemáticas del área.

A partir del análisis de los usos del suelo y de las diferentes reglamentaciones y actores se evaluaron las problemáticas emanadas en la interrelación del sistema socio-ecológico.

En la búsqueda de una gestión integrada, se indican los dispositivos institucionales vigentes muestran debilidades para articular instancias paritarias de gobernanza a nivel de cuenca. El caso examinado puede constituir una contribución importante para identificar oportunidades y desafíos que se abren a la gestión territorial de embalses, bajo los principios de la sustentabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Diversidad de usos del suelo

Se identificó que en toda la cuenca de aporte del embalse existe una importante superficie con presencia de afloramientos rocosos y vegetación nativa de pastizal serrano, el cual se ve amenazado por el avance de la antropización (Fig. 2).

Por otra parte, la ocupación de los territorios próximos al embalse fue configurando un mosaico de usos del suelo con predominio de los recreativos y residenciales. Heterogeneidad de

actividades recreativo-turísticas existen en el área. Sobre la margen derecha, el Centro Náutico del Fuerte (CNF) se localiza en la Isla del Lago Artificial, donde se desarrollan diferentes actividades deportivas (competencias de triatlón, concursos de pesca) y recreativas (escuela de canotaje, natación, remo, kayak, fiesta temática, camping). Sobre la margen izquierda, el Club Náutico Tandil aloja actividades deportivas (vela, tenis, pesca). Otras actividades se desarrollan a proximidad principalmente comerciales (servicios gastronómicos, ferias artesanales). Un complejo de 6 piscinas, en la zona baja de la subcuenca del arroyo La Cascada funciona como un emprendimiento recreativo con doble finalidad: durante la mañana una Colonia Municipal recibe niños de diferentes zonas de la ciudad y durante la tarde, alrededor de 4000 usuarios concurren al complejo privado Balneario del Sol (Fig.2). La calidad ambiental del sitio ha impulsado la ampliación y diversificación de las actividades de ocio. El perímetro del Lago forma parte de un sendero recreativo urbano y conecta con otros a

proximidad que suman actividades al aire libre (Complejo Polideportivo Municipal, cabalgatas, ciclismo, gimnasia). El Lago del Fuerte constituye no sólo un espacio recreativo intensamente usado por los residentes, sino también uno de los hitos turísticos de mayor relevancia para la ciudad que la posiciona y consolida como destino turístico serrano, el segundo de la provincia de Buenos Aires en 2017 según la Encuesta de Ocupación Hotelera del Instituto Nacional de Estadística y Censos (Nueva Era Net.com.ar 2017).

El uso residencial avanza sobre la subcuenca del arroyo La Cascada, ocupando áreas de pendientes pronunciadas sobre el cerro, donde se desarrolla la urbanización Villa del Lago y sobre la zona de Av. Don Bosco. En la subcuenca del arroyo San Gabriel, se ha densificado la ocupación residencial en la zona lindante al lago. A su vez, se expanden los alojamientos turísticos y se proyectan nuevos loteos urbanos, creando una morfología más dispersa (Fig.2).

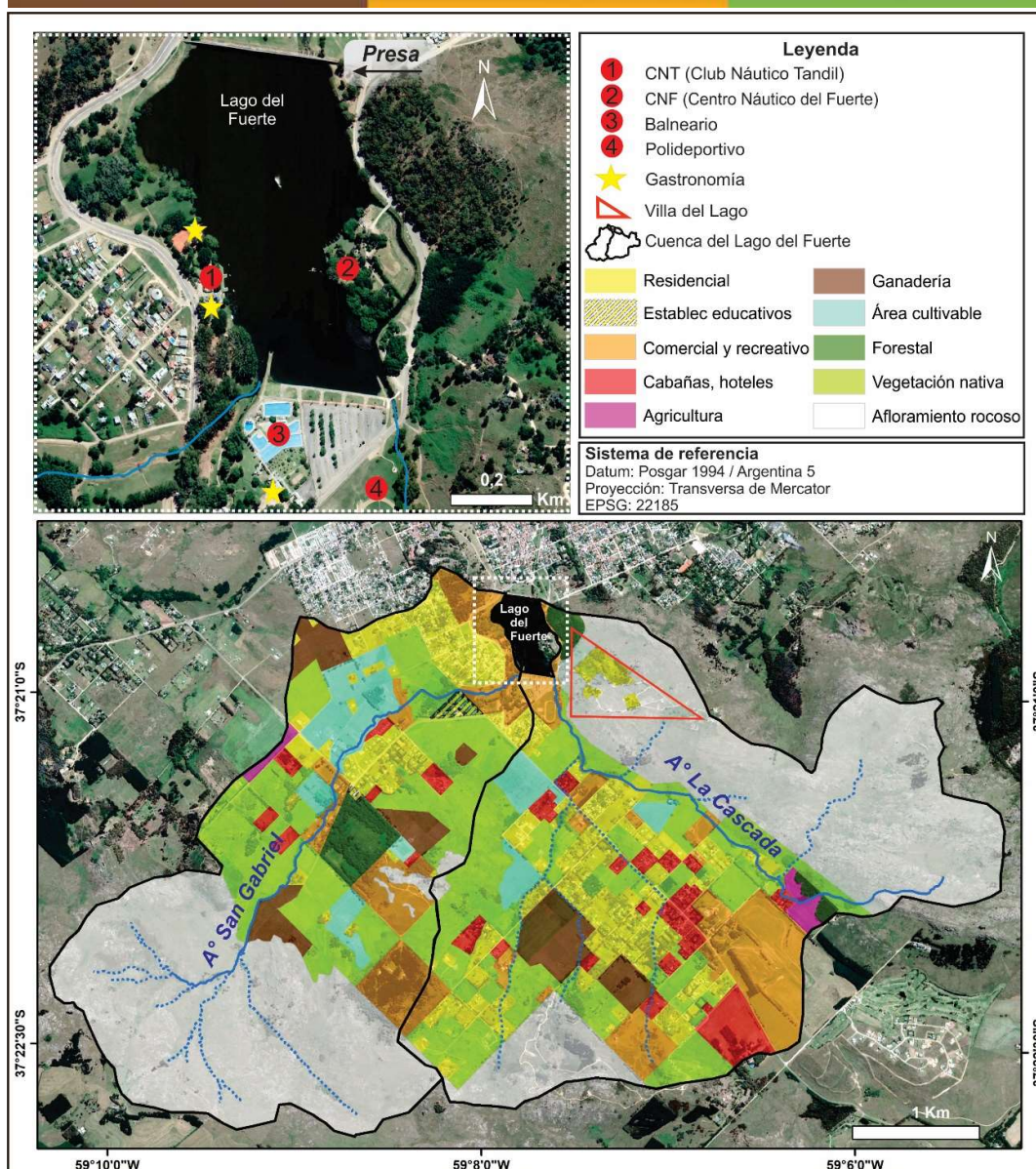


Figura 2. Usos y coberturas del suelo y actividades en la cuenca del Lago del Fuerte.

La alta calidad ambiental y la mayor dotación de servicios ha implicado en los últimos años un aumento de la presión inmobiliaria sobre la zona (Lan et al., 2010; Fernández, 2017). Espacios que históricamente formaron parte del borde sur de la ciudad fueron integrados funcionalmente a la malla urbana. La

expansión residencial y los procesos que ella implica, han alterado la dinámica hidrológica de las cuencas, ya intervenidas por las obras hidráulicas para la construcción del embalse.

Algunas actividades productivas permanecen como relictos de una zona transicional urbano-rural (pequeñas

unidades agrícolas y pastoreo de animales) o asociadas a actividades recreativo-turísticas (cría de caballos para cabalgatas).

El incremento de población en la zona fue ampliando las demandas en torno a la apertura de nuevas vías de circulación y fundamentalmente, a la dotación de redes de agua potable y cloacas. El abastecimiento de agua se realiza mediante perforaciones o pozos particulares. Ante la ausencia de red cloacal, los efluentes domiciliarios se vierten a pozos absorbentes y en algunos casos existen prácticas inadecuadas, como la disposición en el terreno, zanjas o cursos de agua cercanos sin ningún tipo de tratamiento.

Existen emprendimientos turístico-recreativos y viviendas particulares que han incorporado en los últimos años la disposición de los efluentes en plantas de tratamiento individuales, ajustándose a las exigencias de la normativa vigente (Ordenanza n° 12.978/2012).

La carencia de servicios sanitarios incrementa la vulnerabilidad del recurso hídrico y del medio subterráneo, elevando los valores de conductividad y nitratos aguas abajo asociadas a la disposición in situ de los diferentes efluentes (Rodríguez, 2014). Los efectos observables alertan sobre los problemas presentes y exigirán un permanente control de la calidad del agua y la incorporación de acciones complementarias (expansión de red, aumento de las conexiones, plantas de tratamiento individuales) en las

estrategias de gestión territorial a nivel de cuenca.

Multiplicidad de regulaciones y actores

En base al análisis documental y el resultado de las entrevistas se constata que pluralidad de actores y de regulaciones intervienen en la gestión del Lago de Fuerte, estableciendo normativa en relación a la gestión del embalse y la organización de usos del suelo en la cuenca.

Funciones y disposiciones de organismos de la Provincia de Buenos Aires (Dirección de Hidráulica y Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible OPDS) y del Municipio de Tandil (Dirección de Obras Sanitarias, Dirección de Medio Ambiente, Dirección de Obras Públicas, Dirección de Obras Privadas, Dirección de Parques y Paseos) superponen áreas de acción. Legislación provincial (Ley Provincial de Ambiente n°11.723/1995 y Ley de Paisaje Protegido de Interés Provincial n°14.126/2010) y Ordenanzas Municipales (Ordenanza n°5.777/1992 derogada por Ordenanza n°7.271/1997; Plan de Desarrollo Territorial) concurren en la definición de usos del suelo permitidos.

El Lago y los arroyos pertenecen al Estado provincial, quien cede al Municipio la regulación de su uso y el de los terrenos próximos, y se reserva el control de la estructura y del funcionamiento técnico de la presa, bajo la órbita de la Dirección de Hidráulica. Es

por ello que el Parque Urbano Lago del Fuerte comprende los inmuebles públicos y privados, provinciales y municipales, afectados por los cauces de aguas primarios y/o secundarios, naturales afluentes al lago artificial (Artículo 28° del Decreto Ordenanza n° 530/79 y Anexo I del Reglamento General para la preservación del Lago del Fuerte y su Parque Urbano Adyacente de la Ordenanza n° 7.271/1997). Un Ente mixto previsto para asesorar sobre la gestión del área aún no se ha constituido.

El Plan de Desarrollo Territorial del Municipio (Ordenanza n° 9.865/2005) establece las condiciones de uso, ocupación, subdivisión y equipamiento del suelo en el área (Fig. 3). El Lago del Fuerte es una Zona Especial de Interés Ambiental, por sus características naturales y culturales. Es un espacio a proteger y a preservar por su valor patrimonial histórico, cultural y paisajístico. Sólo una ocupación con nula o muy bajas densidades es autorizada (PDT, Parte 2, Capítulo VIII, Sección 3, Subsección 2).

Asimismo, las cabeceras de cuenca de los arroyos serranos (ASG y ALC) que aportan al Lago del Fuerte se encuentran en el interior del Paisaje Protegido de Interés Provincial denominado la "poligonal" (Fig. 3), comprendida entre las

Rutas Provinciales N° 30 y 74 y la Ruta Nacional N° 226 (Ley n° 14.126/10). La ley obliga a "conservar y preservar la integridad del paisaje geográfico, geomorfológico, turístico y urbanístico" de las áreas bajo protección (Art 2°), controlado por el Organismo Provincial para el Desarrollo Sostenible (OPDS).

La Ordenanza municipal n° 12.978/2012 regula el vuelco de efluentes en áreas sin servicio de red, estableciendo que las instalaciones deben poseer un sistema de tratamiento de efluentes cloacales previo a su descarga en un medio receptor. La Dirección de Obras Sanitarias y la Dirección de Medio Ambiente deben controlar el certificado de calidad del sistema de tratamiento que presenten los particulares de manera semestral.

En el centro del Lago del Fuerte, se instaló un "surgente" o geiser artificial cuya alimentación y mantenimiento están reglamentados por la Ordenanza municipal n° 9.162/2004. Estudios previos

a su construcción (IHLLA, 1995) sugerían la instalación de aireadores; se desconoce sin embargo su contribución al mejoramiento de la calidad del agua.

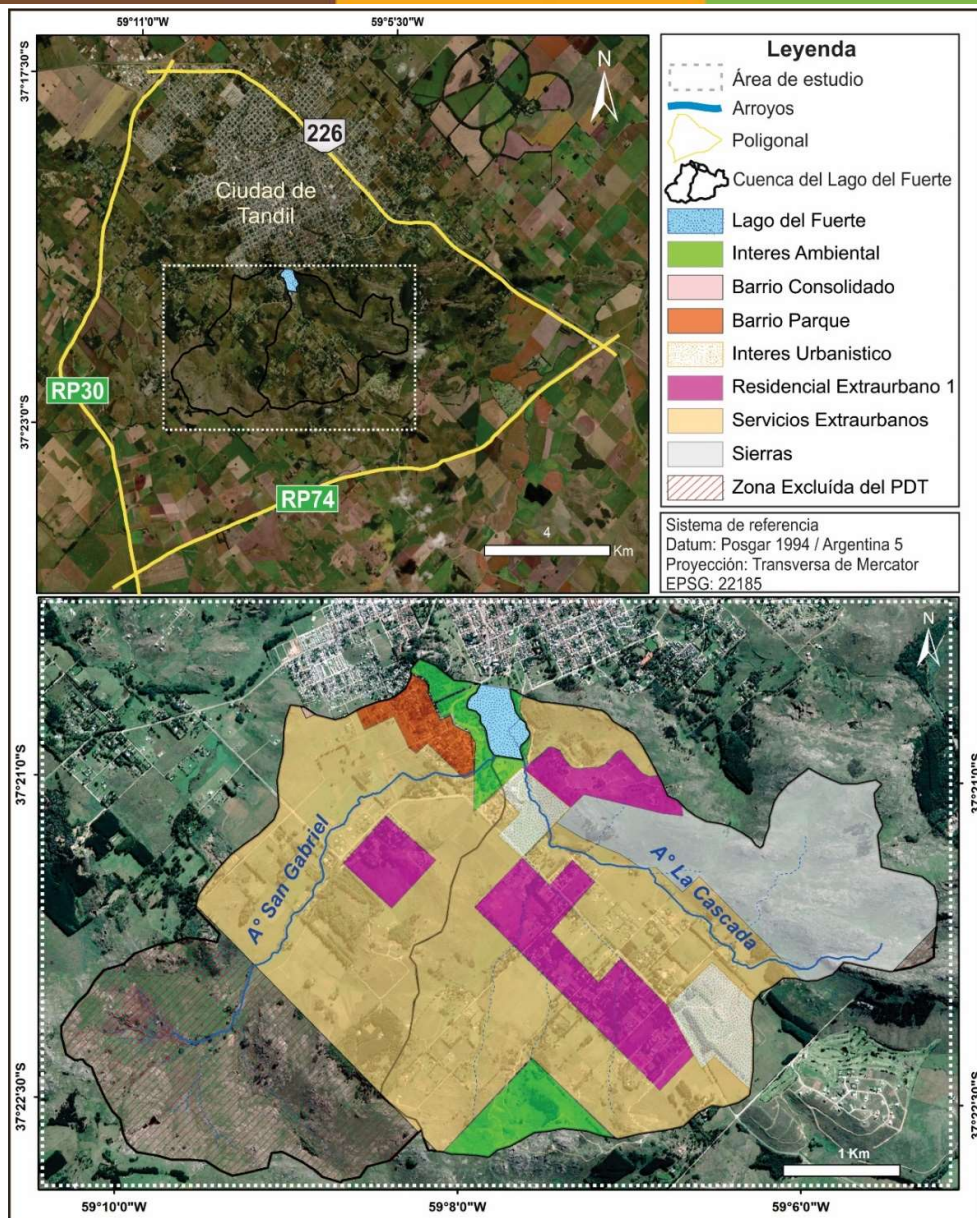


Figura 3. Localización de la “poligonal” y los usos regulados por el Plan de Desarrollo Territorial de Tandil.

Creciente eutrofización del embalse

Por las características morfológicas de la cuenca del Lago del Fuerte, su sentido de escurrimiento y la fundación de la presa que actúa como cierre, tanto las aguas superficiales como subterráneas

terminan desembocando en el Lago repercutiendo en la calidad del agua del mismo (Cifuentes, 2020).

El Lago del Fuerte se comporta como una trampa de calor, sedimentos y nutrientes. Ha sido diagnosticado en diferentes

oportunidades como eutrófico a hipertrófico (IHLLA, 1995; Cifuentes, 2012 y 2020), debido al aporte de nutrientes y sedimentos producto de los usos del suelo en la cuenca. Asimismo, se ha detectado la presencia de cianobacterias por encima de los valores normales y permitidos para el uso recreativo (IHLLA, 2005; Cifuentes, 2012), implicando un nivel de riesgo sanitario potencial para la población usuaria. En el período 2015-2016, el Lago recibió una carga crítica de fósforo ($0,95 \text{ g PT/ m}^2\cdot\text{año}$), superando según sus parámetros morfométricos e hidrológicos, los niveles permisibles (hasta $0,13 \text{ g PT/m}^2\cdot\text{año}$ para el estado oligotrófico, hasta $0,26 \text{ g PT/ m}^2\cdot\text{año}$ para un estado mesotrófico) según valores obtenidos por Cifuentes (2020) a partir del modelo de eutrofización y carga crítica de Vollenweider (1976).

A la eutrofización se suma el proceso de sedimentación producido por el material que ingresa al embalse comprometiendo el funcionamiento de la obra hidráulica (Rodríguez et al., 2008). Por un lado, porque se ve reducida su capacidad de almacenaje y su vida útil; por otro lado, porque los sedimentos pueden constituirse en una carga o aporte interno de nutrientes en el proceso de eutrofización (Cifuentes, 2020).

La intensificación de usos del suelo y la consiguiente modificación de los aportes sedimentarios podrían explicar la capacidad disminuida del volumen de agua del embalse y con ello, las posibilidades para regular las crecidas ante eventos de precipitación. Trabajos

para el mejoramiento de situaciones críticas (dragado), aunque de competencia provincial, han sido planteados en reiteradas oportunidades sin llegarse a concretar, los cuales buscarían ser consensuados con autoridades locales y actores vinculados con los emprendimientos turístico-recreativos.

Por otra parte, actividades próximas al embalse afectarían la calidad del agua. El Balneario Municipal ha ido incorporando en sus piletas diferentes tecnologías (sistemas de filtrado, vaciado rotativo de piscinas, control de pH y cloro) para reducir el consumo de agua y mantener temperaturas más agradables para los usuarios. El agua para llenado proviene de una perforación que extrae agua subterránea del acuífero libre que se encuentran en el mismo predio. La descarga de las piletas (aproximadamente 5000 m^3 cada 15 días) se vuelca directamente al embalse.

Los esfuerzos individuales no se acompañan sin embargo con acciones de planificación de los servicios sanitarios por parte del Estado en sus distintos niveles, ni de control y regulación sobre los consumos de agua o el destino final de los mismos.

Avance de la urbanización en la cuenca

La calidad paisajística del área ha estimulado la expansión, densificación y consolidación residencial en inmediaciones del Lago del Fuerte.

Organizaciones ambientalistas locales se movilizan en particular contra el avance de construcciones sobre el faldeo sur, en la zona de Villa del Lago. En la década de 1960, la empresa Tandil Inversora loteó terrenos, escriturados por sus propietarios luego de la judicialización del caso por quiebra de Tandilia SRL, la empresa desarrolladora. La Asamblea por la Preservación de las Sierras de Tandil encabeza los reclamos por cumplimiento de la normativa vigente sobre preservación y protección del paisaje. Acciona contra la delimitación y ocupación de tierras posteriores a los incendios y desmontes de los faldeos serranos, así como frente a loteos en tierras anexas a tributarios del Lago. Por otra parte, la ley n°8.912/1977 de Uso del suelo y Ordenamiento del Territorio de la Provincia de Buenos Aires, prohíbe la ocupación de áreas sin disponibilidad de agua ni de sistemas de control de efluentes. Sin embargo, la construcción de viviendas individuales continúa, aún financiada por operatorias nacionales estatales como PROCREAR. El Municipio debe aprovisionar agua para consumo a las viviendas existentes. No existen acciones vinculadas al tratamiento de efluentes, cuya disposición final compromete el área de recarga del acuífero del cual se abastece la ciudad de Tandil para consumo.

Recientemente, Villa del Lago fue declarada también como Zona Especial de Interés Ambiental (Ordenanza n°16.951/2020) por lo que toda intervención requeriría de autorización especial previa del Concejo Deliberante

(el órgano legislativo de la ciudad). El Municipio aspira alcanzar la titularidad de las tierras consideradas de utilidad pública (incluso vía expropiación) y llevar a cabo intervenciones mínimas (como la apertura de senderos para el uso público, o la autorización de ampliaciones mínimas en viviendas existentes).

Desafíos para la gestión

En perspectiva sistémica, el manejo de lagos y embalses promueve procesos de gestión que superen visiones y estrategias aisladas, por otras, que integren la planificación de usos y el ordenamiento territorial buscando resguardar los recursos de la cuenca. Ello requiere de un conocimiento acabado del medio físico-natural como del socioeconómico.

Desde el punto de vista técnico, diferentes acciones se proponen en relación al funcionamiento de los embalses y los niveles de eutrofización asociados: predicción en la etapa de construcción, prevención para minimizar, corrección para reducir los impactos y problemáticas (Palau, 2003). Entre las acciones de corrección se sugieren medidas de gestión a nivel de cuenca (tratamiento de aguas residuales, desviación de tributarios, control de contaminación difusa, restauración de márgenes con vegetación) y del agua embalsada (regulación del tiempo de residencia, selección de la altura de descarga, vaciados periódicos, sistemas de aireación). Medidas de tratamiento se

enfocarían sobre las comunidades acuáticas, sobre el agua embalsada y sobre el sedimento del embalse.

Entre las medidas mencionadas, se podrían llevar a cabo acciones para restablecer la capacidad de respuesta del embalse en el control de inundaciones. Esto requiere evaluar el rediseño de la descarga para un mejor control de la dinámica hidrológica, con beneficios adicionales sobre su funcionalidad, la eutrofización y la colmatación. Así mismo, el monitoreo de parámetros físico-químicos, biológicos e hidrológicos permitirían mejorar el conocimiento del estado, funcionamiento del embalse y de la cuenca, y actuaría como un sistema de alerta frente a la presencia de cianobacterias, o al aumento de las cargas de nutrientes. Adicionalmente, sostener acciones para extender el servicio de red cloacal, fiscalizar la disposición de efluentes, reducir y controlar el uso de abonos y fertilizantes en la cuenca. Las estrategias de ordenación debieran también mantener o favorecer el desarrollo de cobertura vegetal en márgenes de los arroyos y del embalse a fin de minimizar la erosión y el aporte de sedimentos y nutrientes; regular el uso del suelo de la cuenca de drenaje, así como revisar la expansión de infraestructuras de circulación que modifican la escorrentía y aumentan la llegada directa a los cursos de agua.

Desde el punto de vista normativo, modificar y ampliar la zona de influencia de la legislación vigente a la totalidad de la cuenca de aporte del Lago del Fuerte,

sería un componente clave para avanzar en un proceso de gestión integral. Crear o reactivar el Ente establecido por ordenanzas municipales, permitiría reunir a los diferentes actores en un ámbito de debate en pos de acciones consensuadas de manejo sustentable en el corto, mediano y largo plazo.

CONCLUSIONES

El Lago del Fuerte tiene un alto valor patrimonial para la ciudad y el destino Tandil. Desde el punto de vista natural, permite el contacto directo de los residentes y los turistas con el ambiente serrano. Desde el punto de vista cultural, el espacio alberga vestigios históricos de épocas de la fundación de la ciudad. Aunque el sitio es utilizado durante todo el año, los atractivos presentes intensifican el uso en ciertos lapsos, los que comprometería la capacidad de carga y en ocasiones, la propia calidad ambiental del mismo.

Las particularidades de este espacio requieren construir y formular estrategias de gestión adaptadas a la situación de uso del embalse Lago del Fuerte. Las intervenciones exigen integrar instancias multidimensionales, con enfoque pluri-nivel y articulaciones inter-actores. No existe en la actualidad, un programa global que articule visiones e intereses portadas por los diferentes actores que participan en el uso, regulación y gestión del embalse Lago del Fuerte. Miradas y acciones atomizadas dominan sobre un territorio que requiere acciones

coordinadas. En el plano de las regulaciones queda plasmada la ambición por la gestión integrada, que sin embargo no se concreta en ámbitos de trabajo y se va desdibujando como cuestión, en la agenda pública local. Esto refiere a la ausencia de un proyecto de territorio co-construido por los actores que permita su sostenibilidad en el tiempo a partir de la asignación específica de recursos técnicos, humanos y financieros en pos de la gestión integrada de un sistema socio-ecológico complejo. En base a los resultados y a la importancia que tiene el embalse para la cuenca, así como para la ciudad de Tandil, se sugiere generar Instancias multidimensionales que refuercen el carácter sistémico de

funcionamiento del mismo, en el que la preocupación por la recuperación y sostenimiento de la calidad biofísica, incorpore los efectos producidos por la expansión de usos productivos, recreativos y residenciales. Se debería generar un enfoque pluri-nivel que, inscriptos en las regulaciones preexistentes, avancen en propuestas que orienten las intervenciones de los actores evaluando de manera crítica los estados de situación. Articulaciones inter-actores que definan un proyecto de uso y gestión de los territorios involucrados donde se integren perspectivas de sostenibilidad territorial de mediano y largo plazo.

BIBLIOGRAFÍA

- Ansari, A. A., Singh, S., Lanza, G. R., & Rast, W. (2011). Eutrophication: causes, consequences and control. Springer, the Netherlands, 394 pp.
- Berkes, F., Folke, C., Colding, J. (2000). Linking social and ecological systems: management practices and social mechanisms for building resilience, Cambridge University Press, 459 pp.
- Binder, D., Thomas, Y., Beyries, S., Bracco, J.P., Callou, C. (2013). Systèmes culturels, stratégies et pratiques d'exploitation, de contrôle et de gestion des environnements, Les Cahiers Prospectives, CNRS, pp. 111-118.
- Carpenter, S. R., Caraco, N. F., Correll, D. L., Howarth, R. W., Sharpley, A. N., & Smith, V. H. (1998). Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen. *Ecol. Appl.* 8: 559-568. <https://doi.org/10.2307/2641247>
- Cifuentes, M. R. (2012). Algas cianofitas y aptitud recreativa del Lago del Fuerte (Partido de Tandil). *Tesis de Licenciatura en Diagnóstico y Gestión Ambiental*. F.C.H. – UNICEN. Inf. Inédito.
- Cifuentes, M. R. (2020). Estudio ecohidrológico del embalse eutrófico Lago del Fuerte (Tandil, Provincia de Buenos Aires). *Tesis del Doctorado en Ciencias Naturales*. Universidad Nacional de La Plata. N° 1614. 178 pp.
- Edmondson, W. T. (1991). The uses of Ecology. Lake Washington and beyond. The Jessie and John Danz Lectures. University of Washington Press. 329 pp.
- Fernández Equiza, A. (2017). El crecimiento de la ciudad de Tandil, actores y conflictos. Fernández Equiza (Ed.) *Debates sobre desarrollo y naturaleza*. Tandil, Argentina. pp. 235-277.
- Holling, C. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological and Social Systems. *Ecosystems* 4, pp. 390-405. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>

IHLLA (Instituto de Hidrología de Llanuras). (1995). Diagnóstico limnológico, sanitario, ictiológico y estado ambiental del Lago del Fuerte, ciudad de Tandil. Informe final a la Municipalidad de Tandil, marzo de 1995, 160 pp.

IHLLA (Instituto de Hidrología de Llanuras). (2005). Estudio de la calidad del agua del Lago del Fuerte, Tandil. Diagnóstico. Informe N° 3 a la Municipalidad de Tandil, marzo de 2005. 17 pp. y anexos.

Lagadeuc, Y., Chenorkian, R. (2009). Les systèmes socio-écologiques: vers une approche spatiale et temporelle, *Natures Sciences Sociétés* 2009/2, vol. 17, pp. 194-196. <https://doi.org/10.1051/nss/2009032>

Lan, D., Linares, S., Di Nucci, J., y López Pons, M. M. (2010). La lógica de la organización espacial de la ciudad de Tandil. En: Elias, D. Beltrão Sposito, M. E. y Piberiro Soares, B. (Org): *Agentes Económicos e restauração urbana regional. Tandil e Uberlândia*. Editora Expressão Popular, San Pablo, Brasil. pp. 29-155.

Margalef, R. (1983). *Limnología*. Omega. 1023 pp.

McCartney, M. P., Sullivan, C., & Acreman, M. C. (2001). Ecosystem impacts of large dams: Background Paper Nr. 2. IUCN / UNEP / World Commission on Dams, ZA. 76 pp.

Mendiondo, E. M. (2009). Global Review of Lake and Reservoir Eutrophication and Associated Management Challenges. Disponible en: http://www.ilec.or.jp/ILBMTrainingMaterials/resources/eutrophication_challenges.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Presidencia de La Nación. (2016). Informe del estado del ambiente. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/mayds_informe_estado_ambiente_2016_baja_1_0.pdf

Ortega, E. (2009). The role of dams and hydropower in Argentina. *The International Journal on Hydropower & Dams*. Vol.16, Issue 3. pp. 1-3.

Palau, A. (2003). Medidas de gestión y adecuación ambiental de embalses frente a la eutrofia. *Limnetica* 22 (1-2): 1-13. DOI: 10.23818/limn.22.01

Rodríguez, E., Rosa, S., y Salinas, B. (2008). Levantamiento topo-batimétrico de la zona del Lago del Fuerte (Tandil) para apoyo de obras de saneamiento. Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Ingeniería. Departamento de Agrimensura, Trabajo final. 207 p.

Rodríguez, C. I. (2014). Evaluación ambiental del uso y gestión del agua subterránea en el partido de Tandil. Pautas para su gestión sustentable. Tesis del Doctorado en Ciencias Naturales. Universidad Nacional de La Plata. N° 1313. 217 pp.

Serrano, L., Reina, M., Quintana, X. D., Romo, S., Olmo, C., Soria, J. M., Blanco, S., Fernández-Aláez, C., Fernández-Aláez, M., Caria, M.C., Bagella, S., Kalettka, T., Y Patzig, M. (2017). A new tool for the assessment of severe anthropogenic eutrophication in small shallow water bodies. *Ecol. Indic.* 76, pp. 324-334. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.01.034>

Smith, V. H., & Schindler, D.W. (2009). Eutrophication science: ¿where do we go from here? *Trends in Ecology & Evolution*, 24, 4, pp. 201-207. ISSN 0169-5347, <https://doi.org/10.1016/j.tree.2008.11.009>

Straskraba, M., and Tundisi, J.G. (1999). Chapter 3. Technical aspects of reservoir construction. En: Guidelines of lake management. Vol 9. Reservoir water quality management. International Lake Environmental Commission. Japan. pp. 29-34.

Toja, J. (1982). Control de la eutrofia en embalses por utilización selectiva de agua a distintas profundidades. *Revista de obras públicas*. pp. 223-231.

Vollenweider, R. (1976). Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake eutrophication. *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 33, 53-83.



Wetzel, R. G. (2001). Limnology, 3 ed. Saunders.