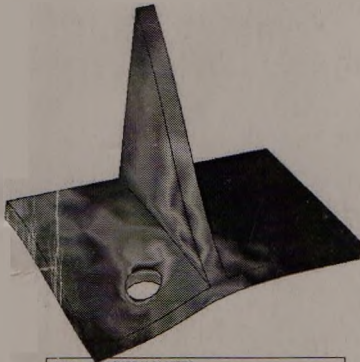


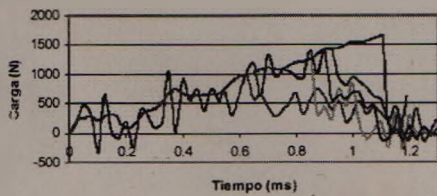
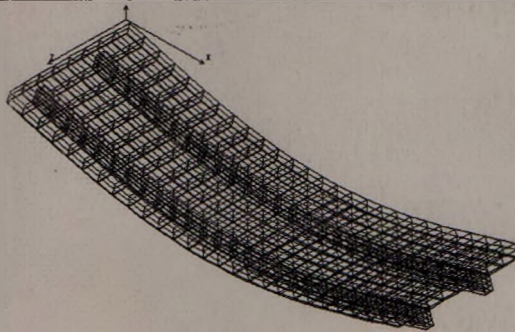


Universidad Nacional del Nordeste
Facultad de Ingeniería
U.N.N.E. – Resistencia - Chaco
10 al 12 de Noviembre de 2004

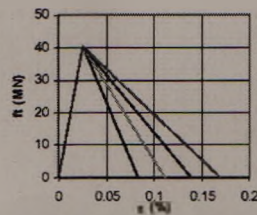


Contour Plot of NODAL V. MISES
Deformation (MID): DISPLACEMENT of LOAD ANALYSIS, step 1.

2^{DA} JORNADA DE COMUNICACIÓN CIENTÍFICA PARA INGENIERÍA 2004



— Cf = 2160 N/m — Cf = 3240 N/m — Cf = 5400 N/m
— Cf = 4250 N/m (DF) — Ens. Laboratorio



— Cf = 2160 — Cf = 3240
— Cf = 5400 — Cf = 4250

Degradación Ambiental de las Lagunas Ubicadas en Áreas Urbanas

S. Paola Bianucci – M.T.Clemente - Carlos A. Depettris
Departamento de Hidráulica – Facultad de Ingeniería – UNNE
Av. Las Heras 727 – CPA H3500COI – Resistencia – Argentina. Tel [54](3722)420076
paola@ing.unne.edu.ar ; tclemente@ing.unne.edu.ar; cdepettris@ing.unne.edu.ar

Resumen

Los centros urbanos han venido creciendo en forma desordenada y acelerada, extendiéndose, cambiando los usos del suelo originales, impermeabilizado, incrementando la densidad poblacional y todo esto sucede sin un desarrollo acorde de la infraestructura urbana. Además, debido a la falta de fondos o mala administración de los mismos, a que el personal encargado no tiene muchas veces la capacitación necesaria y que la información con la que cuentan las instituciones encargadas del manejo de recursos hídricos es insuficiente o poco fiable, la Gestión de Aguas resulta sectorial e ineficiente. Todo esto ocasiona la aparición de problemas cuantitativos como las inundaciones urbanas, y problemas cualitativos como la degradación de la calidad del agua de las lagunas.

Por otro lado, la realidad socio-económica y agropecuaria imperante en la región, provoca que un número importante de personas que habitan en zonas rurales se trasladen hacia las ciudades, en particular hacia la capital de la provincia, que en el caso analizado se refiere a Resistencia (Chaco). Asentándose en zonas de escaso valor inmobiliario o terrenos públicos, sin una infraestructura adecuada para instalarse, como lo son las riberas de las lagunas. Esta parte de la población, de escasos recursos, que no cuentan con agua potable, muchas veces sufren de desnutrición o malnutrición, y sin la educación suficiente para mantener las condiciones de higiene adecuadas, constituyen, especialmente los niños, un grupo potencial de riesgo sanitario importante.

Antecedentes

El agua ha sido considerada como un recurso renovable, sin embargo es agotable, ya que para ser aprovechable un recurso debe estar disponible en cantidad y calidad, y es necesario contar con la tecnología para acceder a él. Las lagunas y humedales constituyen grandes reservas de agua dulce además de ser soportes de vida (ecosistemas lacustre), pero su calidad es un aspecto que no está siendo debidamente cuidado. El Manejo Integral de Recursos Hídricos (MIRH) comprende el manejo de aguas en un sentido cuali-cuantitativo y ecológico desde una perspectiva multidisciplinaria [Verhallen, et al. 1997]. Estos usos múltiples incluyen usos de consumo (abastecimiento), receptor de efluentes y usos en el cauce (recreación, pesca, etc.).

Para llevar adelante el proceso de ordenamiento de recursos hídricos es necesario hacer una evaluación o diagnóstico del estado actual de la situación de acción con todos sus

componentes (medio natural y construido, actores, e instituciones y normas, y sus interacciones), decidir cuáles normas o instituciones deben ser cambiadas, ampliadas o mejoradas, proponer las posibles soluciones, decidir entre estas opciones y poner la en práctica realizando un adecuado control. Este proceso es dinámico y se retroalimenta. Lograr información acerca del impacto de la urbanización para realizar el diagnóstico es difícil porque los estudios existentes son escasos y son realizados con objetivos muy específicos orientados a la solución de problemas puntuales, siendo necesario análisis más globales y simples del problema [Tucci ; Da Motta -organizadores-, 2000][Da Silva; Pruski -editores-, 2000].

Según Lord e Israel [1996], la gestión en materia de aguas que se lleva adelante en América Latina responde reaccionando una vez producida una crisis o en atención a intereses especiales (intereses políticos, por ejemplo), y rara vez se establecen planes previendo emergencias o planes a largo plazo; así el manejo de recursos hídricos carece de visión. Es la calidad de los recursos hídricos el aspecto más olvidado de la gestión. Las normas existentes a veces son inadecuadas, obsoletas o incompletas, y otras veces son apropiadas pero no se hacen cumplir debidamente, por deficiencia institucional o por falta de reglamentación que respalde la legislación. Los costos para controlar los procesos implicados en las inundaciones urbanas y los problemas de polución ambiental son mucho menores cuando son realizados antes de que ocurra la urbanización, es decir en la etapa de planeamiento urbano [Tucci, Machado, 2000].

Los asentamientos entorno a las lagunas son en general ilegales, sin embargo gozan de una aceptación tácita por parte de la sociedad y del propio gobierno, incluso se llega a proveerles de algunas infraestructuras de forma oficial o clandestina impulsando a que este hecho sea copiado por otras personas [Aguirre Madariaga].

En cuanto al área estudiada, corresponde a la laguna Los Lirios y su entorno, la misma pertenece al Sector Norte (SN) de la ciudad de Resistencia (Chaco, Argentina) que está ubicada en la confluencia de los valles de inundación de los ríos Negro y Paraná. El SN presenta pendientes generales NO-SE inferiores al 1% y el porcentaje de área impermeable es del orden del 60 a 70%. [Clemente, et al. 2002]. Su sistema de drenaje pluvial está integrado al sistema natural de lagunas asociadas al Río Negro, conformado por conductos que descargan en las lagunas; que actúan como reservorios temporales para finalmente descargar en el Río Negro [Bianucci, 2002]. Dicha cuenca abarca zonas más o menos céntricas y zonas periurbanas, en su cuenca se desarrollan algunas actividades o usos del suelo especiales como lo son la presencia del Hospital Provincial Perrando-Castelán y el Golf Club. Las actividades o usos del suelo dominantes en la zona de estudio son: residencial y comercial-administrativa, también existen algunos talleres mecánicos, lavaderos, etc. El grado de pavimentación del municipio es del orden del 40%, con avanzado estado de deterioro [APA, 1999].

Metodología

Se realizaron recorridas en las inmediaciones de la laguna Los Lirios y se tomaron muestras en distintos puntos singulares (descarga de conductos, canales de aducción, puente) de la misma. Luego fueron analizadas las condiciones físico-químicas y bacteriológicas de dichas muestras. La determinación de T°, TDS y DQO fueron realizados por la becaria, los primeros dos "in situ", y el tercero en el Laboratorio de Aguas del Departamento de Hidráulica de la Facultad de Ingeniería de la UNNE (DH-FI-UNNE). Los restantes parámetros físico-químicos y todas las determinaciones de análisis bacteriológico fueron realizados por el Laboratorio Central de APA, gracias a un acuerdo establecido con dicho organismo a tal efecto.

Durante las recorridas también se tomaron fotografías que respaldan y brindan una rápida y clara idea de la situación actual de estos ambientes, y reforzando a su vez con las observaciones y aspectos percibidos personalmente.

Los datos generados en cuanto a la calidad del agua de la alguna son presentados en la planilla que figura a continuación. En la misma se asigna también información complementaria, como ser la lluvia antecedente y si ocurrió un evento de precipitación el día del muestreo, estado de limpieza de la laguna (acumulación de basura en las márgenes de la misma), cobertura vegetal en el cuerpo de la laguna, etc.

En la sección **Discusión De Resultados** se comparan y analizan estos valores respecto de los publicados en las normas y estándares de calidad, dados en la legislación y en la bibliografía relativa al tema. Además se realiza un primer diagnóstico de la situación ambiental de la laguna y su entorno, en base a los análisis de laboratorio y de lo observado durante las recorridas o de información obtenida en conversaciones mantenidas con profesionales relacionados directa o indirectamente a la polución de los ambientes lacustres.

Nº	Ubicación	Bacteriológico (NMP/100ml)		
		Coli-T	Coli-TT	Otros
1	salida conducto calle 16	54000	54000	E-coli; pseudomona aeruginosa
2	puente s/calle12	54000	54000	E-coli; pseudomona aeruginosa
3	salida conducto calle 8	54000	54000	E-coli; pseudomona aeruginosa
4	salida cond. Av Paraguay	54000	54000	E-coli; pseudomona aeruginosa
5	salida cond. Av Laprida	54000	54000	E-coli; pseudomona aeruginosa
6	puente s/calle12	1500	1500	E-coli; enterobacter spp
7	salida conducto calle 8	5,4.10 ⁶	1,1.10 ⁶	E-coli; klebsilla pneumoniae
8	salida conducto calle 8	-----	-----	-----
9	salida cond. Av Paraguay	5,4.10 ⁶	5,4.10 ⁶	E-coli; klebsilla pneumoniae
10	puente s/calle12	4500	240	E-coli; klebsilla, enterobacter, pseudomona
11	salida conducto calle 8	5,4.10 ⁶	5,4.10 ⁶	E-coli; klebsilla, enterobacter, pseudomona
12	salida cond. Av Paraguay	5,4.10 ⁶	5,4.10 ⁶	E-coli; klebsilla, enterobacter, pseudomona

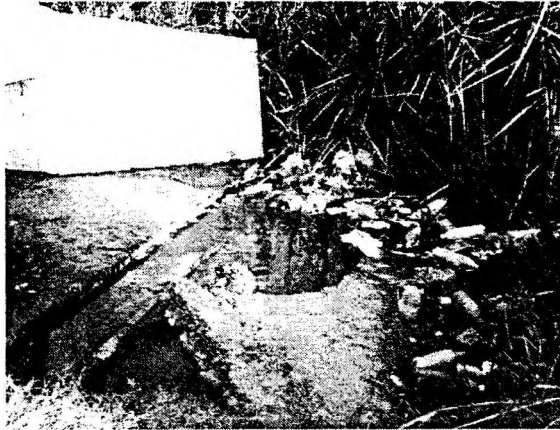
Nº	Tº	TDS	DQO	C.E.	Turb.	Color	pH	Res.seco	Dureza	Alcalinidad	P7
	°C	(mg/l)	(mg/l)	(µmho/cm)	(UT)	(Pt-Co)	(U,pH)	(mg/l)			
1	23.5	170	20	443	3	10	7.5	310	64	136	118
2	24.0	200	11	508	8.5	15	7.5	355.6	108	138	118
3	24.0	320	18	791	4.5	10	7.4	553	192	254	118
4	23.5	290	11	758	0.8	15	7.1	530	196	228	118
5	24.5	150	23	446	4.5	10	7.4	312	144	116	118
6	23.0	340	27	866	---	15	8.28	560	156	208	0
7	24.0	250	18	656	---	12	7.74	425	44.8	194	0
8	24.0	260	31	690	---	10	7.51	450	140	204	0
9	23.5	300	35	778	---	12	7.6	506	134	272	0
10	12.0	340	---	840	---	5	8.3	504	172	314	0
11	17.0	220	---	489	---	5	7.51	318	110	152	0
12	17.5	360	---	766	---	5	7.48	460	156	0	0

Nº	Concentración Compuestos Químicos (mg/l)												
	Ca	Mg	Mn	Na	k	Fe-T	P-PO ₄	F	SO ₄	Cl ⁻	CO ₃	HCO ₃	NO ₃
1	15.2	6.3	nd	65	7.5	nd	3.5	0.3	28	36	0	165.9	0.9
2	15.2	5.4	nd	65	7.5	nd	3.0	nd	68	36	0	168.4	0.9
3	60.0	10.2	nd	110	6.8	nd	1.7	nd	95	58	0	309.8	0.7
4	15.2	14.6	nd	65	7.5	nd	1.4	nd	87	36	0	278.0	0.9
5	15.2	6.3	nd	65	7.5	nd	0.8	0.3	65	36	0	141.5	0.8
6	44.0	11.2	0.01	112	13.8	0.1	2.9	0.6	82	100	0	253.8	6.2
7	44.8	4.9	0.01	87	5.0	0.1	6.0	0.5	50	48	0	236.7	7.1
8	46.4	5.8	0.01	101	7.5	0.1	3.1	0.5	58	54	0	248.9	11.7
9	40.0	8.3	0.01	80	26.0	0.1	7.1	0.6	70	48	0	331.8	7.1
10	47.2	13.12	nd	104	4.6	0.6	---	---	65	98	0	260.9	1.77
11	32.8	6.8	nd	48	5.4	nd	---	---	47	26	0	185.3	1.25
12	35.2	16.5	nd	95	10.2	0.4	---	---	55	50	0	280.4	2.01

Discusión de Resultados

Como ya se mencionó, el aumento de la población y expansión de la urbanización producida en forma desordenada y sin criterios claros, ocasiona el colapso de los sistemas de drenaje urbano implicando inundaciones urbanas cada vez más caudalosas y más frecuentes, la eliminación de espacios naturales y lugares públicos para ser edificados, y el consecuente aumento de la polución ambiental. En este sentido, son

quizás las lagunas de la ciudad de Resistencia y los asentamientos precarios en sus riberas los ambientes más afectados.



Vista de salida de conducto de Av. Borrini a lag. Los Lirios

Las aguas acumuladas dentro de los conductos de desagües pluviales y sus cámaras de registro presentan acumulación de residuos y sedimentos, un olor fuertemente desagradable y color oscuro, que podría evidenciar procesos de putrefacción de los efluentes pluviales, que luego descargan en las lagunas.

Las normas establecen las condiciones físico-químicas a que deben ajustarse las aguas residuales para ser descargadas en el cuerpo receptor.

Prohíbe la presencia de olores desagradables u ofensivos, materiales flotantes y sólidos gruesos. Sin embargo las aguas pluviales que se vuelcan en las lagunas verifican estos problemas (olor, color, residuos), por otra parte si bien en general los resultados de los análisis de laboratorio no superan los valores establecidos para los parámetros químicos (fosfatos, cloruros, nitratos, etc.) o para DQO, SDT y residuo seco, muchas veces estos valores son igualmente importantes (superando los valores referidos en la bibliografía como usuales para este tipo de efluentes [Bianucci, 2003]), y no se cuenta con estudios sobre los efectos acumulativos o crónicos de estas descargas.

En cuanto a la calidad bacteriológica del agua de la laguna, se encuentra considerablemente degradada, con altos valores de contenido de bacterias coliformes, y presencia de otros géneros y especies (*Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter*, *Klebsiella pneumoniae*), causantes de una varias enfermedades gastroentéricas y respiratorias. El contenido de bacterias coliformes totales y fecales en varias de las muestras son del orden de 10^9 NMP/100ml, esto se aproxima a un líquido cloacal crudo (10^6 - 10^9 NMP/100ml). Estos valores superan ampliamente los recomendados por la Unión Europea como aceptables para un uso recreativo de esta agua, que es de 500 y 100 NMP/100ml para las coli totales y fecales, respectivamente, por otro lado la dosis infecciosas para los coli fecales (básicamente enfermedades gastroentéricas) es de 10^6 - 10^{10} NMP/100ml [Tchobanoglous: Crites, 2000].

Además, las riberas de las lagunas se han transformado literalmente en basurales, generando focos infecciosos y un importante riesgo para la salud pública. Es importante reconocer que los residuos acumulados en torno al cuerpo de agua, no es

exclusivamente arrojada allí por las personas que habitan en sus entornos, sino que una cantidad importante es traída de otras zonas de la ciudad y arrojadas allí, en ocasiones puede verse a personas de bajos recursos que, como un modo de ganar algo de dinero, trasladan la basura en carros hasta dichas áreas.



Vista del canal de descarga del cond. de Av. Laprida a lag. Los Hornos

Los asentamientos precarios de las riberas de las lagunas se producen en un inicio en forma espontánea por gente de muy bajos recursos, muchas del interior de la provincia que se trasladan del campo a la ciudad en busca de oportunidades laborales. Estas tierras, debido a la vulnerabilidad hídrica, a que no cuentan con la infraestructura adecuada y que en realidad pertenecen total o parcialmente al dominio público (definida por la línea de ribera de las lagunas) son de bajo costo en el mercado inmobiliario

y nadie parece prestarle demasiada atención: así ese sector de la sociedad marginado las ocupa en condiciones de habitabilidad muy precarias y con condiciones de vida poco dignas. Al no ser intervenida, por parte del gobierno, esta generación de asentamientos, otras personas que se hallan en condiciones similares de pobreza y desocupación imitan esa acción y al cabo de un tiempo el asentamiento se encuentra consolidado, volviendo muy difícil y conflictivo su realojamiento. Luego, a medida que estos focos habitacionales crecen, van buscando "ganarle" terreno a la laguna mediante rellenos y acciones de este tipo [Aguirre Madariaga, Publicación en internet]. Estas personas conviven con el riesgo sanitario de la degradación de este ambiente, utilizando esas aguas para recreación, limpieza y consumo, sin la educación suficiente para tomar las medidas apropiadas de higiene, y muchas veces con una deficiencia nutricional considerable que disminuye su capacidad inmunológica, volviéndolos un blanco muy vulnerable. No todas las construcciones asentadas en las riberas de las lagunas son precarias, muchas casas que evidencian un nivel socio-económico más elevado de sus ocupantes tienen a la laguna como "fondo del patio". Este tipo de asentamientos, si bien sus ocupantes están más protegidos frente al riesgo sanitario, igualmente contribuyen a la degradación del ambiente lacustre.

Conclusiones

En definitiva, se evaluó la situación de los ambientes lacustres, observando que éstos se hallan altamente perjudicados por las acciones que el hombre realiza (y por las que omite), presentando problemas de calidad, de cantidad y condiciones sanitarias deficientes en sus entornos que encuentran en la población de muy bajos recursos (afectada por desnutrición, falta de infraestructura urbana, deficiencias en la educación y la información) un blanco potencial de riesgo de la salud. Todos estos factores contribuyen a la degradación del ambiente natural y el urbano, y a la disminución de la calidad de vida de la sociedad.

Para su solución son necesarias algunas medidas estructurales (ampliación y refacción de las redes de desagües, plantas depuradoras, etc.), pero igualmente importantes son las medidas no estructurales (normativas, regulación de usos, etc.) y de mitigación (gestión de emergencias, etc.), es decir las que hacen a la planificación o más puntualmente, a la Gestión Integral del Agua, un Plan Director de Drenaje Urbano que incluya las componentes de calidad de las aguas, mediante la adecuación de las reglamentaciones existentes, por ejemplo limitando las condiciones bacteriológicas de los efluentes urbanos en general (pluvial, cloacal, etc.) y la calidad físico-química de las descargas de aguas pluviales; y la componente de cantidad, más particularmente el control de los usos del suelo y adecuación de infraestructura urbana existente para minimizar las desagradables consecuencias de las inundaciones urbanas. Generar conciencia en la sociedad en materia de recursos hídricos es indispensable para el éxito de cualquier otra medida que se adopte.

Respecto de los asentamientos y el riesgo para la salud pública que implica la contaminación de las lagunas, además de estudiar el realojamiento de esta población, mediante, por ejemplo, planes de autoconstrucción que generarían a su vez trabajos, es necesario estudiar los efectos crónicos o acumulativos de los distintos parámetros de calidad analizados, ya que si bien en general no sobrepasan los límites de la norma para aguas residuales, suelen adquirir valores considerables que en el tiempo podrían llegar a causar inconvenientes. También es necesario el estudio epidemiológico que vincula la contaminación de ambientes lacustres con ciertas enfermedades, ya que no existe estudio alguno realizado en la zona.

Bibliografía

- Aguirre Madariaga, E.** *Lagunas vs. Asentamientos.* Artículo. www.ecoportal.net/content/view/full/2123
APA (1999) *Obra Desagües Cloacales. Fundamentos.* www.ecomchaco.com.ar/apa/
APA-AFIN (2001) *Línea de Ribera de Lagunas Ubicadas en el Sistema Hídrico del Río Negro.* Informes. Resistencia, Argentina.

- APA Ley 3230. Código de Aguas.** Gobierno de la Provincia del Chaco, Argentina.
- Bianucci** (2003) *Estudio de la Calidad de los Efluentes Pluviales Urbanos. Informe Final.* Departamento de Hidráulica–FI–UNNE; SGCyT–UNNE.
- Bucher; Castro; Floris** (1997) *Conservación del Ecosistema de Agua Dulce: Hacia una Estrategia de Manejo Integrado de Recursos Hídricos.* BID. Washintong, EEUU.
- Da Silva; Pruski - Editores** (2000) *Gestão De Recursos Hídricos: Aspecto Legais, Econômicos E Sociais.* Secretaría de Recursos Hídricos; Universidad Federal de Viçosa-MG; ABRH.
- García;L.E.** (1998) *Estrategia para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos.* BID. Washintong, EEUU.
- Hofwegen; Jaspers** (2000) *Marco Analítico para el Manejo Integrado de los Recursos Hídricos.* BID. Washintong, EEUU.
- Lord; Israel** (1996) *Una Estrategia para Fomentar y Facilitar una Mejor Ordenación de los Recursos Hídricos en América Latina y el Caribe.* BID.
- Martínez; Sierra Ramírez; Molina Pérez** (2001) *Herramientas Técnicas Y De Información Para La Gestión De Calidad Del Recurso Hídrico.* In: Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Cuencas Hidrográficas - Libro de Resúmenes. 8 al 12 de octubre de 2001. Rosario, Argentina.
- Pilar; Depettris** (2001) *Uso de Medidas No Estructurales para Controlar el Aumento de Áreas Impermeables en la Ciudad de Resistencia (Argentina).* www.arandu.org.ar/pub/Impacto_Cero.pdf
- Porto, M.** (1995) *Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Areas Urbnas.* Capítulo 9 en: Drenagem Urbana. Organizadores: C. Tucci; R. La Laina Porto y M. T. de Barros. ABRH/Editora da Universidade/UFRGS.
- Riccardi, G.** (1998) “*La Calidad del Escurrimiento Pluvial Urbano y el Impacto sobre los Cuerpos Receptores*”. Cuadernos del CURIHAM. Vol. 4, N° 1, 1^{er} semestre, pp. 31-46. Rosario, Argentina.
- Ruberto; Depettris; Bianucci** (2002) *Polución en Cuencas Urbanas.* Reunión de Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. SGCyT – UNNE. 21 al 25 de octubre de 2002. Resistencia, Argentina. www.unne.edu.ar/cyt/2002/cyt.htm
- Russell; Powell** (1997) *La Selección de Instrumentos de Política Ambiental.* BID. Washintong, EEUU.
- Tchobanoglous; Crites** (2000) *Tratamiento de Aguas Residuales en Pequeñas Poblaciones.* Ed. Mc Graw-Hill.
- Tucci, Machado** (2000) “*Concepção do Controle de Enchentes na Região Metropolitana de Curitiba*”. In: Avaliação e Controle da Drenagem Urbana. Tucci; Da Motta, organizadores. Editora da Universidade – UFRGS.