



INDICE

Resumen	3
1-Objetivos	4
2-Palabras Claves	4
3-Generalidades	5
4- El sistema de drenaje urbano – Los arroyos	6
5- Las cuencas urbanas de la ciudad de Posadas	6
6-Aspectos ambientales más significativos	8
6-1-Modificación progresiva del régimen hidrológico	8
6-2-Aparición de contaminantes	9
7-Conclusiones	13
8-Referencias	15
9-Anexos	16
9-1-Imagen satelital Lansat de la ciudad de Posadas	16
9-2- Propiedad privada y cauce de arroyo urbano	17

“Los habitantes de las ciudades que día a día ven fluir el agua de las canillas dócil a sus necesidades no tienen noción de su idiosincrasia. Ellos no pueden imaginar cuánta destreza es necesaria para manipularla a nuestra amiga-enemiga, cuanto discernimiento debe ser adquirido en el entendimiento de su naturaleza arrogante, para domesticarla o dominarla”.
(Profesor Enzo Levi -UNAM-México)

RESUMEN

El medio ambiente urbano está constituido por una serie de espacios donde se desarrollan actividades humanas a través de una red de servicios con utilización cada vez más intensa. El suelo, el agua y el aire son componentes comunes con el ciclo hidrológico.

El componente troncal de la red de drenaje está constituido por los arroyos urbanos cuyas cuencas han sido impermeabilizadas por las construcciones, los cauces invadidos por las mismas y las aguas escurren totalmente contaminadas producto de efluentes domésticos e industriales y por el arrastre que produce el escurrimiento de aguas de lluvia.

La ciudad de Posadas con sus nueve cuencas urbanas no es ajena a los problemas ambientales en su red de drenaje que se manifiestan en las variaciones del régimen hídrico y en la contaminación severa de las aguas.

Frente al problema que nos plantea el agua en las ciudades podemos resolverlos cada vez que se manifiestan o tener una actitud proactiva que es la de adopción de medidas y lineamientos para un enfoque integrado de la gestión del medio ambiente y del agua en las ciudades. Esto implica actuar sobre la cantidad y la calidad del recurso. Siguiendo estos principios y directrices varias ciudades en todo el mundo se encuentran actualmente elaborando y discutiendo sus planes directores de recursos hídricos.

1- OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es realizar un diagnóstico ambiental preliminar del sistema de drenaje urbano, con especial énfasis en su red troncal conformada por los arroyos urbanos, en base al análisis de documentación antecedente y reconocimiento expeditivo de diversas cuencas urbanas de la ciudad de Posadas

2- PALABRAS CLAVES

- ✓ Sistema de Drenaje
- ✓ Arroyos Urbanos
- ✓ Crecimiento poblacional
- ✓ Inundaciones
- ✓ Contaminación
- ✓ Plan de Manejo de los Recursos Hídricos Urbanos.

3- GENERALIDADES

Los sistemas urbanos se encuentran en un delicado equilibrio con el soporte natural. La economía de mercado se muestra impotente de resolver adecuadamente las relaciones entre la sociedad y el soporte natural, tampoco alcanza con introducir en su análisis las externalidades económicas.

A escala Mundial el proceso de urbanización está en continuo incremento. Más del 80 % de la población de América Latina se concentra en centros urbanos y se espera que para el 2020 dos tercios de la población de estos países vivan en ciudades de más de 100.000 habitantes. Para el caso de la Argentina el crecimiento de áreas urbanas es del 2 %. (Mendiondo - Pilar 1.999).

Por este motivo es necesario estudiar los sistemas urbanos no solo desde la dimensión de los espacios destinados a la construcción de edificios e infraestructura de servicios sino el espacio que deben destinarse a la preservación y recuperación de sus recursos naturales como es el caso de los arroyos urbanos que forman parte de dicho soporte natural.

El crecimiento demográfico de las áreas urbanas en los últimos años acompañado con el desarrollo industrial crea problemas reales y potenciales en el manejo de aguas urbanas.

La preservación y desarrollo del ambiente en áreas urbanas requiere de la existencia de un sistema de drenaje de las aguas de lluvia que funcionen correctamente.

4- EL SISTEMA DE DRENAJE URBANO – LOS ARROYOS

El ambiente urbano está constituido por una serie de espacios públicos y privados donde se desarrollan actividades humanas. Estos espacios están interrelacionados a través de una red de servicios imprescindible para que estos espacios funcionen.

Siendo la red de servicios el centro neurálgico de toda ciudad el sistema urbano debe ser adecuadamente planificado para no saturar esa red de servicios.

En particular el sistema de drenaje urbano, la red colectora pluvial, tiene una gran trascendencia en el normal funcionamiento de los centros urbanos.

Un sistema típico de drenaje urbano está constituido por zanjas, calles, bocas de tormenta, conductos, alcantarillados y por los cauces naturales de los arroyos urbanos. Constituyen estos últimos las troncales principales del sistema y controlan las inundaciones urbanas.

5- LAS CUENCAS URBANAS DE LA CIUDAD DE POSADAS

La ciudad de Posadas se asienta sobre la Margen Izquierda del río Paraná en una zona caracterizada por diferencias altimétricas con pendientes de hasta 10 % en zonas urbanas y 20 % en zonas costeras. El Censo poblacional del año 1991 arrojó una población de 201.943 habitantes con una alta tasa de crecimiento anual estimada en el 3 %, estimándose en la actualidad una población de casi 300.000 habitantes.

El clima es de tipo subtropical húmedo con precipitaciones medias anuales de 1700 mm y temperatura media anual de 21 °C. La región está constituida

por unidades geológicas aflorantes del mesozoico que se presentan como secuencias volcánicas dispuestas en forma de coladas con escasas intercalaciones de areniscas de “inter-trapp”. Superiormente, y cubriendo el basalto que le dio origen, se encuentran los suelos residuales, limos arcillosos de muy baja permeabilidad de color rojizos, típicos de la región, con guarismos de coeficientes de permeabilidad del orden de $k = 10^{-7}$ cm/seg y de coeficientes de infiltración potencial de 10 %, clasifican hidrológicamente como suelos del grupo C o D (Tomado de la Clasificación del Soil Conservation Service 1.975).

La topografía define múltiples arroyos con régimen torrencial a modo de colectores naturales que atraviesan el ejido Municipal. Estos arroyos con cuencas perfectamente definidas, independientes entre sí, comparten un mismo cuerpo receptor, el Río Paraná, y constituyen las principales vías de descargas urbanas y, como en muchas ciudades, el recurso natural urbano usado como vehículo de transporte de los excedentes pluviales y de los desechos ciudadanos.

Los cursos de arroyos suman en total aproximado de 45 km de los cuales un 20% se encuentran en zona afectada por el futuro embalse de Yacyretá. Este emprendimiento hidroeléctrico, ubicado a 80 km aguas debajo de la ciudad de Posadas, afectará 1.650 has urbanas de las 10.000 has urbanizadas.

La falta de espacios verdes abiertos para el esparcimiento y la recreación es notoria. Según la organización Mundial de la salud (1998), Posadas tiene un metro cuadrado de área verde por habitante frente a ocho o diez metros cuadrados que se estima necesita una ciudad. Los más extensos son el Parque de la Ciudad en el oeste, y el Jardín Botánico del Parque Adam al Sur.

La urbanización se realizó de espaldas al río y a los arroyos, con la ocupación de sus valles de inundación promovida por la organización catastral y de uso del suelo que permite que los cauces de los arroyos atraviesen propiedades privadas sin restricciones de uso.

Los arroyos Zaimán al sur y Mártires al oeste, tienen las cuenca de aporte de mayor superficie, entre 40 y 140 km², pero con menor desarrollo urbano, con densidades inferiores al 15 hab/ha. Arroyos como el Itá, del Este, Mitre, Antonica, Vicario y Divisa, drenan cuencas entre 1,2 km² a 6 km² aunque más urbanizadas, con densidades superiores a los 50 hab/ha.

6- ASPECTOS AMBIENTALES MÁS SIGNIFICATIVOS

6-1 Modificación progresiva del régimen hidrológico

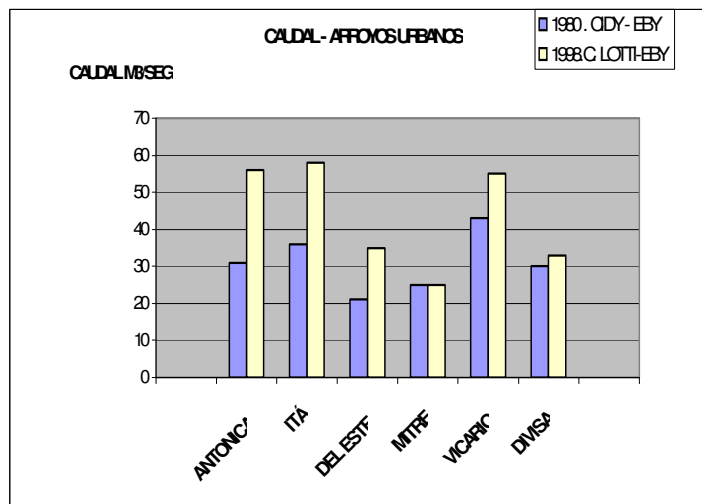
La construcción de casas, calles, edificios, aumenta la impermeabilización y reduce la infiltración. Estos factores incrementan los volúmenes y velocidades de esorrentía produciendo caudales con picos cada vez mayores en cuencas urbanizadas con respecto a su situación anterior. Esta situación ha llevado al municipio de tomar la decisión de realizar el entubamiento de los arroyos.

En síntesis la urbanización produce una modificación progresiva en el régimen hidrológico de los arroyos urbanos tanto en su escurrimiento superficial como subterráneo.

El aumento de los caudales debido al incremento de la impermeabilización que produce la urbanización va asociado por lo general a la invasión de los

cursos naturales de los arroyos ante la demanda de espacios para construir. Y esto se ve facilitado por la trama catastral y el loteo que incluye a los cauces de arroyos dentro de la propiedad privada. (Figura 2. Anexo).

La comparación de caudales máximos característicos entre estudios hidrológicos realizados entre 1.980 y 1998 reflejan incrementos de hasta el 80 % para las cuencas inicialmente menos urbanizadas produciendo desbordes e inundaciones que implican daños económicos e inclusive riesgos de vidas humanas.



Comparación de caudales de pico en arroyos. Diversos estudios. Ayala. 1998)

6-2 Aparición de contaminantes

El mismo fenómeno de urbanización e industrialización provoca la aparición de gran variedad y cantidad de contaminantes en los diversos cursos de agua, siendo éstos básicamente de dos tipos:

- ✓ efluentes domésticos e industriales
- ✓ por escurrimiento de agua de lluvia

Una descarga de desagües pluviales urbanos puede contener una carga de choque varias veces mayor que un tratamiento secundario de desagües cloacales doméstico, prevaleciendo en algunos casos sobre la calidad de agua del cuerpo receptor. (Klein. 1983).

CONTAMINANTE	PARÁMETRO MEDIDO	FUENTE
Agentes tóxicos	Metales pesados y productos químicos y orgánicos	Automóviles, residencial, industrias químicas, oficinas.
Pesticidas, insecticidas, herbicidas	Hidrocarbonatos clorados y fosforados, pesticidas.	Pulverización de insectos y hierbas dañinas.
Materiales consumidores de oxígeno y materia orgánica	DBO, DQO, COT	Materia orgánica abandonada, plantas, restos de animales, aceites, etc.
Bioestimulantes	Nitrógeno y Fósforo	Fertilizantes, lixiviado mineral, descomposición orgánica.
Patogénicos	Coniformes totales, fecales y estreptococos fecales	Humanos, animales y pájaros.
Sólidos	En suspensión, en disolución o flotantes.	Erosión, residuo de lixiviado mineral, residuos domiciliarios e industriales.

Principales fuentes de contaminación detectados en un sistema de escurrimiento pluvial (Chen. C.W. 1983- Curso de Hidrología Urbana. UNNE. 1.998)

Para la ciudad de Posadas los principales factores que influyen en la calidad de agua en los arroyos urbanos y costa sobre el río Paraná son:

- ✓ Contaminación por efluentes cloacales: provenientes del sistema de desagües domiciliario (filtración o desbordes de pozos absorbentes) y por el sistema de colectoras principales (desbordes de Estaciones de Bombeo). En el primer caso debe destacarse que solamente el 31,5 % tiene cobertura de cloacas. En el segundo caso en la actualidad todas las estaciones de bombeo adolecen problemas técnicos y falta de mantenimiento que se prevén serán resueltos una vez finalizadas las

obras cloacales en ejecución a cargo de la prestataria del servicio (SAMSA).

✓ Contaminación por residuos sólidos urbanos: El servicio de recolección es realizado por la Municipalidad de Posadas con una cobertura del 62 % (Ministerio de Sanidad y Consumo de España/OPS. Predigagnóstico Ambiental y de salud de la ciudad de Posadas. 1994). La población de Posadas genera mensualmente 3440 (100%) toneladas de residuos sólidos totales (100%) y 16 toneladas de residuos patológicos (5%o). (AESA Misiones.2003). Una ineficiente gestión de recolección de los residuos (IFalta de camiones compactadores o mal estado del parque automotor, mal estado de calles, falta de colaboración ciudadana) sumado a la falta de educación ambiental de la población y el rápido crecimiento urbano, es la causa de existencia de micro y macrobasurales en diversos sectores de la ciudad incluyendo el cauce de los arroyos urbanos. Es notorio (y de uso y costumbre urbana) utilizar a los arroyos como medio de transporte para sacarse la basura de encima.

✓ La contaminación que empieza en el suelo: Excrementos de perros, gatos y caballos y de pájaros, desagües por lavar con mangueras áreas de almacenajes, playas de estacionamientos y banquetas, desagües de jardinería, aceite de motores, pinturas, químicos, residuos y escombros de construcción.

Resultados de estudios efectuados para detectar contaminantes en las aguas de los arroyos urbanos de la ciudad de Posadas (Parson Brinckerhoff Internacional Inc. EBY. 1998. Consejo Ambiental para el manejo de Cuencas. Xander.2000) arrojaron las siguientes conclusiones:

- En las aguas no se detectaron plaguicidas organoclorados, tampoco organofosforados ni herbicidas.

- En los sedimentos no se detectaron plaguicidas organoclorados mientras que se detectaron pequeñas cantidades de organoclorados y herbicidas.
- Los volcamientos de estas sustancias son locales y esporádicos.
- Se detectaron pequeñas cantidades de metales pesados en sedimentos
- Con respecto a nutrientes existe una importante presencia de fósforo siendo su concentración superior a la del Paraná. Además el máximo aporte se produce en primavera constituyendo la presencia de este elemento uno de los peligros potenciales de eutroficación (crecimiento desmesurado de algas).
- La contaminación bacteriológica es muy alta, tanto en coniformes fecales y totales debido a las descargas cloacales.

Según la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades relacionadas con el consumo de agua no potable son las causas más comunes de enfermedad y muerte y afectan principalmente a los pobres de los países en desarrollo.

Diez millones de personas mueren anualmente por enfermedades de transmisión hídrica y se estima que la contaminación del agua está relacionada con el tercio de todas esas muertes. (Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo).

7- CONCLUSIONES

La urbanización afecta el sistema hidrológico de los arroyos urbanos debido al efecto de la impermeabilización de sus cuencas de aporte y a la invasión de sus cauces como consecuencia de las construcciones. Esta situación produce inundaciones cada vez más frecuentes que impactan sobre el sistema económico social y ecológico de las ciudades.

La solución de entubar los arroyos para resolver el problema de inundaciones produce modificaciones en la traza natural de los cauces y alteraciones en el escurrimiento superficial y subterráneo.

A esto se suma la contaminación de las aguas por efluentes cloacales, domésticos e industriales que presentan un riesgo para la salud incrementando los costos de salud y de tratamiento de aguas para consumo.

El ciclo hidrológico debe ser considerado en la planificación urbana ya que integra el agua, el suelo y el aire, tres de los componentes principales del medio ambiente urbano.

Acciones como recuperación de cauces de arroyos, limpieza de la red de drenaje, recolección de residuos urbanos, control de vertidos, reglas que prohíben la descarga de aguas contaminadas en las calles y en las bocas de tormenta. Los restaurantes, los talleres de automotores, los lugares de construcción, las áreas industriales y comerciales y las residencias privadas son las fuentes más frecuentes de los desagües de contaminación.

Estas acciones deben ser acompañadas con ordenanzas municipales que contemplen: Limpieza pública, gestión de residuos sólidos urbanos, obras y escombros y un régimen sancionador. Constituyendo un verdadero Plan de Manejo de los Recursos Hídricos Urbanos.

“Una acción positiva sobre el sistema de canales es posible, no obstante, y podría llegar a constituir el soporte de una política pública con efecto de marketing urbano. Así lo han comprendido las autoridades, técnicos y habitantes en muchas ciudades del mundo, dando lugar a aperturas de riberas ofreciendo un lugar apropiado al desarrollo de diversas actividades de interés colectivo: senderos peatonales, ciclovías, vías vehiculares de interés local, itinerarios entre parques y áreas deportivas, recreación diaria en áreas verdes adjuntas, y aún actividades culturales y comerciales, si la zona de paso del canal es el centro. Aún en ciudades donde los canales han sido entubados en otras épocas, hoy se descubren las aguas para su paso a cielo abierto y adecuación a algunas de las actividades mencionadas”. (Instituto de la Vivienda, INVI, N°31, F.A.U. Universidad de Chile, 1997).

Las ciudades tienen aún la posibilidad de valorizar este recurso, enriqueciendo, además, las relaciones de vecindad y de barrios asentados en sus cuencas.

Se plantea finalmente la necesidad de realizar un verdadero Plan Integral de manejo del recurso hídrico urbano contemplando el respeto a los cauces naturales, al control de la impermeabilización y de la contaminación de sus aguas.

8- REFERENCIAS

- Material del Curso de Especialización en Gestión de Producción y Ambiente (2003)
- Mendiondo, E., Pilar, J., 1999, Un gesto en Hidrología Urbana, Diario Norte.
- Heras, Rafael – Metodología y normas de cálculo de crecidas de proyecto (Escuela de Hidrología y recursos hidráulicos - Madrid 1979).
- Chow, Ven Te, Maidment y Mays – Hidrología aplicada (1994).
- Instituto de la Vivienda, INVI, N°31, F.A.U. Universidad de Chile, 1997
- Publicaciones del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
- Programa de restauración de arroyos-Ciudad de Santa Bárbara. Reportaje a la Comunidad. 2002.
- Hidrología de Arroyos 1era Etapa. 1978. CIDY. Departamento de Obras Complementarias Posadas, Entidad Binacional Yacyretá (DOCEBY).
- Hidrología de arroyos y topografía: Estudio Hidrogeológico-Topográfico-Geotécnico para Posadas, Garupá y Encarnación. C. Lotti- DOCEBY. 1999.
- Estudios Hidrológicos e Hidráulicos, Calidad del Agua. Proyecto de Tratamiento Costero Posadas. PBInc –DOCEBY. 1999.
- Fotografías Aéreas. 1972. 1985. 1996. Municipalidad de Posadas (MP) - DOCEBY.
- Trama Urbana y Delimitación de Cuencas: Datos cartográficos. SIG-MP.
- Altimetría: Plan Maestro de Agua y Cloacas 1993. DOCEBY.
- Censos Poblacionales. Dirección de Estadísticas y Censos de la Provincia de Misiones. Año 1991.
- Imágenes Landsat TM5 del 22/05/98. DOCEBY.
- Base de Datos de la Secretaría de Planeamiento Urbano de la Municipalidad de Posadas. 1999.

9- ANEXOS

Fig 1 Cuencas Urbanas.

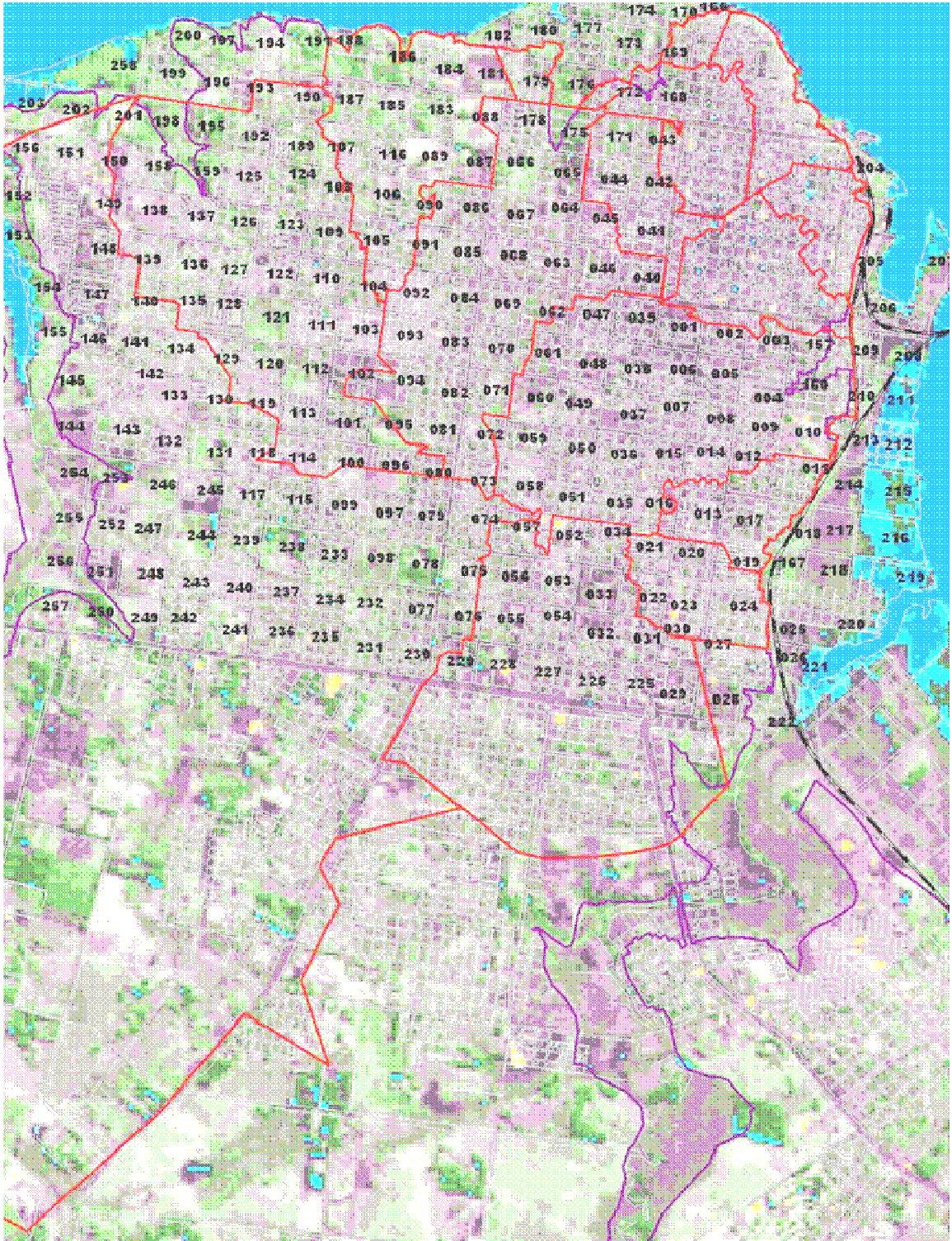


Imagen Satelital Lansat 1997 ciudad de Posadas. (EBY)

Fig 2 Cauze y trama urbana (propiedad privada?)



Arroyo del Este (Trabajo de seminario Curso Postgrado en Hidrología Urbana UNNE
A. R. Ayala y Otros 1998)