

Estudio de la ecotoxicidad de efluentes industriales y municipales en la cuenca del río Luján

Programa de Investigación en Ecotoxicología

Departamento de Ciencias Básicas

Universidad Nacional de Luján

Director: Dr. Walter Darío Di Marzio

INTEGRANTES:

Dra. María del Carmen Tortorelli
Dra. María Elena Sáenz
Lic. José Luis Alberdi
Lic. Eduardo Zeiss
Lic. Ricardo Delupi
Lic. Mauricio De Franceschi (Dpto. Tecnología)
Lic. Escudero
Ayte Doc. José Luis Marazzo
Téc. Información Ambiental Gustavo Cifuentes

Estudiantes de la Licenciatura en Cs. Biológicas:

Srta. Silvia Ruiz
Srta. Gabriela Ambrini

OBJETIVOS:

Definir cuáles son los efluentes industriales que son descargados al río Luján que presentan mayor toxicidad aguda y crónica para organismos acuáticos.

Los resultados obtenidos permitirán establecer un perfil de carga tóxica para el río Luján. Esto servirá para conocer cuáles son las empresas y/o municipios, Conocer la carga parasitológica aportada por cada efluente y el riesgo para la salud humana.

Cuya descarga de efluentes líquidos, represente mayor riesgo ambiental para la integridad biológica del mismo.

Conocer qué sustancias potencialmente bioacumulables, principalmente en peces de consumo humano, están siendo descargadas al sistema.

Conocer la carga parasitológica aportada por cada efluente y el riesgo para la salud humana.

Relacionar los sistemas depurativos de cada industria con la calidad ecotoxicológica del líquido que producen.

Definir zonas de mayor o menor riesgo de contaminación potencial a lo largo del río.

Construir un mapa sobre la situación ecotoxicológica del río a lo largo de su recorrido

INDICE

DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN	4
CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA	4
GEOLOGÍA	6
GEOMORFOLOGÍA	7
CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA	8
RECURSOS HÍDRICOS.....	8
RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES	8
RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS CARACTERIZACIÓN.....	9
USOS REALES Y POTENCIALES	9
PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS EFLUENTES ESTUDIADOS.....	10
ZONA LUJAN	10
ZONA MERCEDES.....	12
ZONA SUIPACHA	14
ENSAYOS DE ECOTOXICIDAD 2001 - 2002	18
Tabla 1. MUNICIPIO-Luján	18
Tabla 2. TEXTIL 1 - Luján.....	18
Tabla 3. TEXTIL 2 - Luján.....	18
Tabla 4. BIOTECNOLÓGICA - Luján	19
Tabla 5. QUIMICA - Luján	19
Tabla 6. CLOACAL - MERCEDES.....	19
Tabla 7. INDUSTRIAL - MERCEDES.....	19
Tabla 8. QUIMICA - MERCEDES	20
Tabla 9. INDUSTRIAL+CLOACAL - MERCEDES	20
Tabla 10. CLOACAL - SUIPACHA	20
Tabla 11. LACTEA - SUIPACHA	21
APORTE DE CARGA TOXICA AL RIO LUJÁN POR CLASE DE INDUSTRIA Y ZONA	21
SUSTANCIAS POTENCIALMENTE BIOACUMULABLES	21
BIBLIOGRAFÍA.....	23

DESCRIPCIÓN GEOMORFOLÓGICA DE LA CUENCA DEL RÍO LUJÁN

Geográficamente pertenece a la denominada pampa húmeda y por sus características geológicas a la llanura Chaco Pampeana. La extensión de esta unidad comprende en Argentina a las provincias de Chaco, Formosa, Santa Fe, Córdoba, La Pampa y Buenos Aires. A su vez la llanura chaco pampeana pertenece a una unidad morfológica mucho mayor existente en gran parte del territorio Sudamericano que se inicia en los llanos de Colombia y Venezuela y continua hasta la Argentina en el sud. La zona a describir está limitada por Estuario del Plata al norte y por el este y al sud este por la cuenca del Río Salado, notándose en ella las características de una llanura en la cual las observaciones geológicas son muy difíciles de realizar por la falta de afloramientos; (**Lugares donde los estratos inferiores son visibles en superficie**); y por la importante potencia; (**Espesor**); de los sedimentos existentes.

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA.

Para la caracterización climática de este sector de la llanura pampeana, debemos tener en cuenta la variabilidad del clima a través del tiempo y no considerarlo como un sistema estático. La zona a estudiar corresponde según la clasificación de Thornthwaite (1948) por índice hídrico al clima templado húmedo a subhúmedo, con una influencia importante de los frentes fríos y tropicales procedentes, los primeros, del océano Pacífico y de la zona ecuatorial los segundos. A esto se le debe sumar la influencia que tiene la Cordillera de los Andes al permitir la entrada de los frentes originados en el Pacífico, a partir de la Provincia del Neuquén donde la cadena montañosa desciende topográficamente de los seis mil metros de altura promedio a los tres mil quinientos.

La variabilidad de la cantidad de lluvias muestra el avance de la isoyeta de 1100 mm sobre la de 1000 mm en la zona donde está comprendido el partido de Malvinas Argentinas, correspondiente a valores promedio anuales entre 1911 a 1984 (Fuente CIBOM –SMN). Estos valores nos están indicando que toda la Pampa Húmeda esta atravesando un Ciclo Húmedo que se refleja en la mayor cantidad de precipitaciones y en las cantidades de lluvia caída por hora. Realizando una estimación de los balances hídricos, calculando la evapotranspiración según Thornthwaite, existe en la zona exceso medio de agua, el cual disminuye hacia el oeste.

Los datos vertidos en los cuadros siguientes, son copia de los valores suministrados por el Servicio Meteorológico Nacional; (Periodo 1981-1990); y corresponden a la estación meteorológica de Aeroparque por ser la más cercana a la zona.

VIENTO	enero	febrero	marzo	abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Intens .Km/h.	16,7	17,5	16	14,3	15	15	15	15	16,5	16	16,9	16,4	15,9
Nº de años considerados	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	9	
Máximo Valor Medio	18,4	20,5	20	19	17	17	17	18,4	20	19,8	18,9	18,9	17,1
Año de ocurrencia	1981	1982	1981	1984	1987	1987	1984	1986	1982	1986	1986	1990	1987
Mínimo Valor Medio	14	13	16,6	12,1	10	10	13	13,4	14	14,5	13,3	14,2	14,2
Año de ocurrencia	1985	1985	1989	1989	1989	1989	1983	1984	1983	1984	1984	1984	1985
Tabla de valores medios suministrada por SMN-FAA.													
TEMPERATURA (°c)	Enero	febrero	marzo	abril	Mayo	Juni	Juli	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual

Temperatura Máxima	28,9	27,4	25,3	21,7	18.2	14.8	14.2	16.2	17.5	21.3	24.2	26.9	21.4
Numero de años considerados	10	9	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	8
Máximo Valor Medio	30.3	28.9	26.1	22.9	20.3	16.7	16.2	18.3	18.5	22.6	25.7	28.6	22.0
Año de ocurrencia	1989	1989	1987	1989	1981	1986	1987	1990	1986	1984	1990	1982	1989
Mínimo valor medio	27.7	26.0	24.2	20.3	15.9	12.5	12.7	14.2	17.0	20.0	22.8	25.0	21.
Año de ocurrencia	1981	1982	1990	1998	1984	1984	1984	1983	1989	1982	1990	1985	1984
Temperatura mínima	21.2	20.4	18.2	15.4	11.7	8.6	8.3	9.8	10.8	14.0	16.7	19.3	14.5
Número de años considerados	10	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	9
Máximo valor medio	22.6	21.2	19.7	17.2	15.2	11.3	10.1	10.9	12.4	15.4	17.6	21.2	14.9
Año de ocurrencia	1983	1984	1988	1984	1981	1986	1987	1981	1982	1990	1985	1989	1982
Mínimo valor medio	19.9	19.1	16.7	12.9	9.2	6.9	7.0	8.0	10.0	12.1	15.6	16.6	13.6
Año de ocurrencia	1981	1982	1986	1988	1983	1988	1984	1987	1988	1982	1984	1982	1988
Tabla de valores medios suministrados por SMN-FAA.													
LLUVIAS MENSUALES mm.	enero	febrero	marzo	abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Precipitaciones en mm	96.3	114.5	142.7	104.0	91.7	38.3	48.0	62.2	67.5	126.6	122.6	89.0	1103
Numero de años considerados	10	10	10	9	10	10	10	10	10	10	10	10	9
Máximo valor	207.9	237.2	464.0	214.7	388.	100.	96.5	203.4	201.	184.8	243.2	147.8	1446
Año de ocurrencia.-	1990	1984	1988	1989	1985	1982	1987	1989	1982	1986	1990	1989	1985
Mínimo Valor	16,2	26,2	45,9	20.7	4	3,5	11.3	10.3	24.2	44.9	30.3	40.5	806
Año de ocurrencia.-	1989	1986	1983	1988	1988	1983	1984	1989	1989	1982	1988	1988	1983

Los valores máximos y mínimos de los parámetros se vuelcan en el cuadro siguiente.

METEORO	VEL.MAX.	CUATE.	CANTI.	MAXIMA	FECHA	MINIMA	FECHA
---------	----------	--------	--------	--------	-------	--------	-------

	(KM/H)		HORARIA	° C		° C	
VIENTO	95	SE			3/7/75		
LLUVIA			75 mm/h		12/8/96		
TEMP.-				42,3	28/12/47	- 4	4/7/51

Fuente SMN-FAA.-Los vientos predominantes son los que soplan del SE siguiendo en importancia los del NW, W y S, habiendo un treinta por ciento de días de calma por año. La ubicación cercana del Partido de Pilar al Estuario del Plata, se ve influenciada por la entrada de masas de aire cálido, de origen tropical, que se mueven hacia latitudes más altas, aire marítimo cálido que se desplaza sobre el suelo más frío o aire cálido continental sobre aguas que están más frías, produciendo un lento transporte de calor desde la masa de aire hacia la superficie subyacente produciendo nieblas por la noche y la mañana en mayor número de días de invierno y otoño que en otros lugares de la Pampa Húmeda. Esta caracterización climática, está indicando una serie de pautas a tener en cuenta para análisis posteriores en lo correspondiente a impactos ambientales:

- a).- Dada la posición geográfica la República Argentina no puede sufrir impactos ambientales importantes en su clima.
- b).- El clima de la República Argentina depende de lo que sucede meteorológicamente en el Océano Pacífico y en menor medida en el Océano Atlántico.
- c).- Al ocupar el continente Sudamericano, comparativamente un espacio muy pequeño en el hemisferio Sud, el mar que lo rodea es el gran regulador del clima, por lo cual el hombre no puede producir cambios de importancia.
- d).- La cuenca ocupa una zona en la cual la persistencia de los vientos predominantes con entrada de masas de aire productoras de lluvia y las variaciones escasas de la temperatura, garantizan la rápida disipación de un impacto importante sobre el aire.

GEOLOGÍA

La geología acorde a la llanura Chaco Pampeana, en la cual se depositaron potentes espesores de sedimentos de origen continental y marino. Estas potencias de los estratos no son uniformes sino que se hallan depositados sobre antiguas elevaciones y depresiones de la topografía original, habiendo transformado a través del tiempo por medio del relleno acarreado por sedimentación fluvial, eólica, ingresiones del mar y por acción tectónica, (**deformación de la corteza por acción de movimientos verticales y tangenciales**); el actual paisaje observable. Es posible que hasta la finalización del Paleozoico toda el área haya sido de características negativas.- Durante el mesozoico como resultado de movimientos tectónicos muy importantes, estas cuencas se han colmatado hasta el terciario. La llanura Chacopampeana, que posee su límite sur en el río Colorado, tiene como rasgo característico haber sufrido una extensa transgresión marina de edad miocena media (13 a 15 Ma). Si bien estos depósitos no afloran a la superficie han sido detectados mediante perforaciones en toda su extensión. En la constitución de su subsuelo intervienen varias cuencas sedimentarias, destacándose por su importancia las Chacoparanense, la del Salado y sistemas conexos y la de Claromecó (ver Figura 1).

Las características tectónicas de la zona son poco conocidas, incluso las de todo el territorio provincial, citando Sala y Auge (1970) no habría movimientos importantes desde hace tres millones de años.(Pleistoceno Inferior).

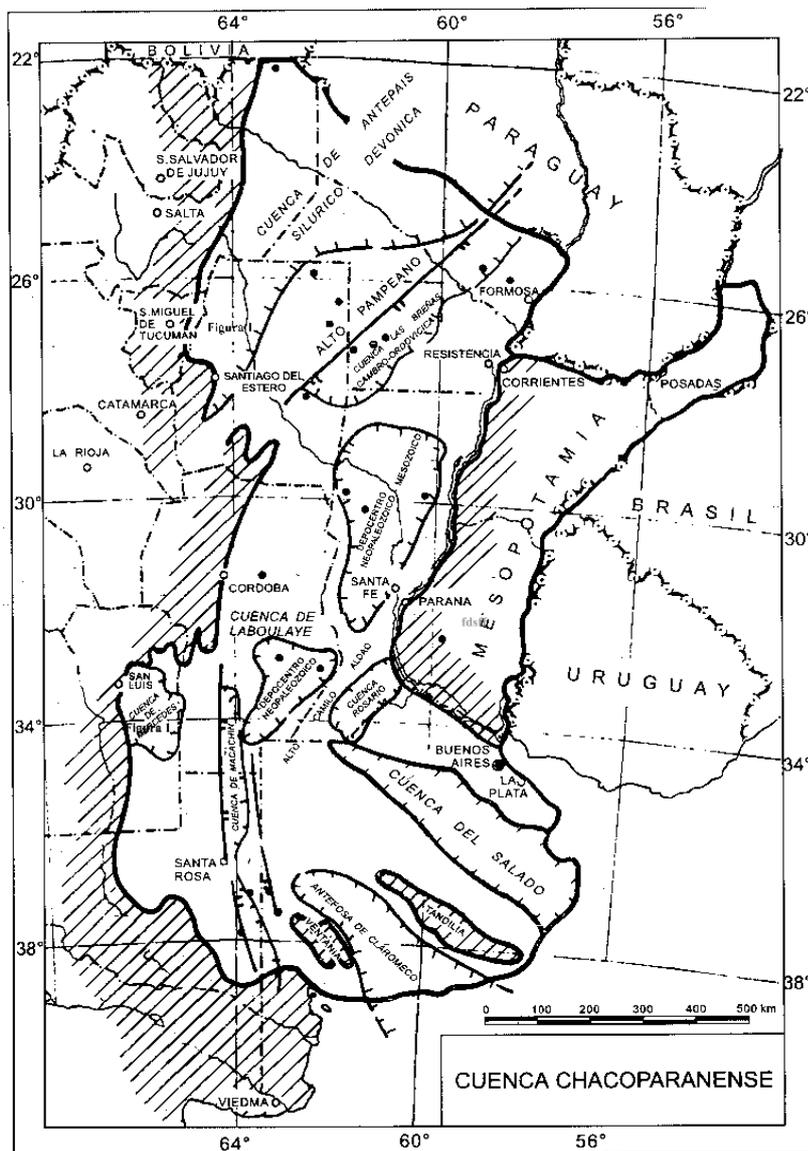


Figura 1
 Diversos depocentros reconocidos en la cuenca Chacoparanense con sus principales rasgos geológicos y otras cuencas sedimentarias asociadas en la Llanura Chacabonaerense.

GEOMORFOLOGÍA

La Provincia de Buenos Aires pertenece totalmente a la unidad Geomorfológica denominada llanura Chaco Pampeana. Dada su inusual extensión posee variaciones en sus características climáticas, geológicas y en su relieve. Es difícil definir las características geomorfológicas de la Provincia de Buenos Aires, pero generalmente se la divide en nueve Regiones Naturales derivadas de su topografía, clima y las rocas y sedimentitas que la identifican.

Gran Unidad Geomorfológica.-	Relieve	Materiales	Región Natural
Sierras y Pedemontes	Escarpado a ondulado	Roca aflorante y loes sobre tosca o roca.-	Sistema de Tandilia.- Sistema de Ventania
Llanuras Continentales	Ondulada	Grueso espesor de loes	Pampa Ondulada.-
	Suavemente ondulado	Loes sobre tosca.-	Pampa Interserrana.-
	Plano a Planoconcavo.	Limos y Arcillas.-	Pampa Deprimida.-
	Medanoso.-	Arenas finas a limo.-	Pampa Arenosa.-

Mesetas aterrazadas	Planos altos disectados por valles.-	Arenas y rodados sobre tosca y roca.-	Sector Patagónico
Depresión Lacunar.	Plano Cóncavo	Arenas Calcáreos Salinas y salitrales	Sistema de las Encadenadas
Llanuras litorales	Plano cóncavo	Arcillas Arcillas –Limos- Arena	Sector oriental de la Pampa Deprimida.- Delta._

Atlas de Suelos de la Provincia de Buenos Aires(Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 1987)

El cuadro indica la pertenencia de cada Región Natural a una gran unidad Geomorfológica, con su tipo de relieve característico y los materiales predominantes, según el Atlas de Suelos de la Provincia de Buenos Aires editado por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. La cuenca del río Luján está dentro de la Región Natural denominada Pampa Ondulada con una caracterización de un relieve suavemente ondulado, producto del drenaje existente, generado por una cantidad de lluvias superiores a los mil milímetros anuales y un nivel de base importante; (**altura topográfica del pelo de agua de la desembocadura de los ríos**); del Río Lujan y de la Reconquista y sus tributarios, que desembocan en el Estuario del Plata y que le permitieron un desarrollo importante de su valle aluvial (**Espacio de terreno ubicado entre el cauce de un río y su albardón**). Esta característica también indica una susceptibilidad manifiesta a la erosión hídrica que en muchos casos determina lo ancho del valle. Los sedimentos superficiales están formados por un potente estrato de loess (**sedimento de origen fluvial y eólico, con un alto porcentaje de vidrio volcánico proveniente de las erupciones volcánicas de la Cordillera de los Andes**), cuya granulometría decrece de sudoeste a noroeste.- El horizonte superficial si no está erosionado alcanza un espesor de unos treinta centímetros y tiene una textura franco limosa y una estructura granular, estando bien provisto de materia orgánica detallados.

CARACTERIZACIÓN EDAFOLÓGICA

Predominantemente se encuentran Argiudoles típicos (**en los actuales sistemas de clasificación de suelos; así se los llama a aquellos con una muy importante proporción de sedimentos de granulometría limo y arena fina, estando la fracción arenosa y arcillosa subordinada, con un horizonte B totalmente arcillo limoso**) con alguna similitud a los descriptos en las sierras septentrionales, salvo que no se encuentran interrumpidos por niveles casi superficiales de tosca. Son suelos bien desarrollados en profundidad, con secuencias de horizontes (**sectores diferenciables en un suelo en sentido vertical**); A; B; y C bien diferenciados. El horizonte edáfico, (**comúnmente denominado suelo vegetal, tierra negra o suelo orgánico**), tiene textura franco limosa y estructura laminar encontrándose bien provisto de materia orgánica (2 a 4 %); poseen una alta capacidad de intercambio con el horizonte B. Su espesor varía entre los 80 cm. y los 60cm., estando compuesto granulométricamente por un sedimento franco arcillo limoso, denotándose una estructura en prismas bien desarrollados. Los Argiudoles son suelos muy susceptibles a la erosión hídrica, debido a dos razones fundamentales: a) las pendientes favorables a este fenómeno por su extensión e inclinación y b) la escasa permeabilidad; (**Cantidad de agua que pasa por una determinada sección de un suelo, es fundamentalmente una medida de caudal**); del horizonte B.

RECURSOS HÍDRICOS

La importancia de los recursos hídricos ha motivado en la Provincia de Buenos Aires la inquietud de numerosos investigadores nacionales y extranjeros, que han considerado desde diversos enfoques, el planteo de los problemas que crea su escasez, exceso o poder destructivo o el beneficio de su utilización para el mejoramiento de la calidad de vida. Tiene la ventaja de que en todo el distrito el recurso hídrico subterráneo está representado por el acuífero Puelchense que es el proveedor de agua para quienes no poseen servicio domiciliario de agua corriente e importantes industrias altamente consumidoras de agua para sus procesos industriales, a pesar de la dureza manifiesta lo que les obliga, en muchos de los casos, a utilizar tratamientos para la disminución del bicarbonato y carbonato presente. No deben sobrepasarse los noventa metros de profundidad de las perforaciones, pues se corre el riesgo de captar el agua salada.

RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES

El Río Lujan atraviesa con rumbo SW –NE, con un valle aluvial sumamente amplio para la cantidad de agua que transporta aun en épocas de creciente. Nace en el Partido de Suipacha y desemboca en el Estuario del Plata, con una

longitud total aproximada de 250 Km, con una cuenca aproximada de 232.000 ha, distribuidas en los partidos de Suipacha, Mercedes, Luján, San Andrés de Giles, Pilar y Escobar. Su caudal proviene principalmente del drenaje de los excedentes hídricos provenientes de las importantes precipitaciones que a lo largo de todo el año caen en su amplia cuenca y de los afloramientos de la freática. La cuenca de este río está ubicada entre las isoyetas de 1200 y 1300 mm anuales, lo que garantiza un abastecimiento permanente y bastante regular de agua proveniente de estos dos orígenes. En su desembocadura esta afectado por las mareas normales del Océano Atlántico que afectan en muy escasa medida al Estuario del Plata, variando su altura sobre el hidrómetro de la desembocadura en aproximadamente 0,20 m. Las Sudestadas afectan en mayor medida al cauce superior del río Lujan, penetrando el agua del Estuario del Plata hasta la altura de la Ruta Nacional N° 9 con alturas sobre el nivel normal del río de hasta 0,90 m. El fenómeno de las Sudestadas se produce cuando el viento proveniente del sudeste sopla con una persistencia mayor de seis horas con una velocidad mínima de 29 a 38 km/h; (Intensidad regular); acompañada por lluvias de tres días de duración. A la altura de la localidad de Jauregy, el río se halla embalsado por un aprovechamiento hidroeléctrico privado que ha producido una elevación del pelo de agua en ocho metros y una cola de remanso que llega hasta una distancia de quince kilómetros del cierre. Un aprovechamiento de menor magnitud con fines recreativos se encuentra en la ciudad de Luján, habiéndose elevado el pelo de agua unos cinco metros. La surgencia de la freática (**Primer acuífero que acompaña a la topografía y posee igual presión a la atmosférica**) influye de modo considerable en el nivel final del río.

RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS CARACTERIZACIÓN

Los recursos hídricos subterráneos están representados en el Distrito de Malvinas Argentinas, por el acuífero; (**Antiguamente se los denominaba napas de agua**); Puelchense, caracterizado por ser semiconfinado; (**Parcialmente conectado con los acuíferos superiores y con descargas laterales**). Este acuífero, tiene una gran transmisibilidad horizontal que le permite rendimientos de caudal de extracción cercano a los 150.000 litros hora, siempre y cuando se diseñen las cañerías y filtros para extraer de los acuíferos superiores el agua. Los sedimentos que albergan el Puelchense son Pampeanos y Pospampeanos que responden a características litológicas de los sedimentos arenos limosos. La extensión de el Puelchense es de aproximadamente 83.000 km² (Auge- Hernandez) y almacena unos 300.000 hm³ de los cuales el 45% resulta potable para el consumo de la población. La concentración humana más abundante del país lo utiliza para su provisión de agua aprovechando la escasa profundidad relativa del acuífero y la facilidad de perforarlo por el tipo de sedimento y la estabilidad de las paredes de la perforación. La diferencia con los acuíferos superiores permite definirlo como un semiconfinado, pero a este conjunto por su relación hidrodinámica con la freática, puede considerárselo como una unidad geohidrológica. Los gradientes hidráulicos dependen de la extracción a que se lo somete, variando entre 5×10^{-4} hasta 1×10^{-2} L/día y la velocidad efectiva entre 10 cm y 2 m día.

Los parámetros hidráulicos representativos son:

Transmisividad 500 m² por día Permeabilidad horizontal 20 m/día

Porosidad Efectiva 0,10 Coeficiente de almacenamiento 3×10^{-3}

Transmisividad Vertical 5×10^{-3} L/día

Este acuífero semiconfinado, con una extensión sumamente amplia en la Pampa Húmeda, indica la importancia de la transferencia vertical del agua aún a profundidades altas, permitiendo de esta manera la recarga tan necesaria, teniendo en cuenta la gran explotación al que está sometido y que no se agote después de tantos años de intenso uso.

USOS REALES Y POTENCIALES

El acuífero Puelchense es por su ubicación geográfica el más explotado del territorio Argentino. Organismos oficiales, empresas agropecuarias y gran parte de la población del conurbano se abastecen de agua para sus necesidades. La mayoría de la población y gran parte de las industrias se proveen de él; generando en zonas densamente pobladas; (Castelar-Haedo-San Isidro, por citar algunas), importantes conos de depresión del Puelchense. El estudio de la variación del techo del acuífero confinado ha determinado un espesor promedio de setenta y dos metros, lo que da una reserva aproximada de 18.000 hectómetros cúbicos utilizando un coeficiente de almacenamiento de 5×10^{-3} (Auge-Hernandez). Las reservas totales del semiconfinado serían entonces de 300.000 hm³ de lo que podría aprovecharse un cuarenta y cinco por ciento (con salinidad menor a los 2gr/L). Contando la recarga anual del sistema estimada en unos 95.000 m³ este acuífero potencialmente podría abastecer a una población de diez millones de habitantes durante los próximos cincuenta años. Estas apreciaciones son conservadoras pues se desconoce la real permeabilidad y comportamiento hidráulico del sistema, si bien es cierto que existen importantes conos de depresión también es cierto que en los últimos años no se ha observado una variación importante en el valor de su nivel piezométrico, coincidente con el aumento de los promedios de las precipitaciones anuales, lo que nos estaría dando la pauta de que la recarga es

mayor que la estimada. Como la bibliografía disponible hasta la fecha carece de datos fiables para lo que ocurre en la actualidad, se puede inferir que las variaciones detectadas en el lugar pueden ser debidas a tres causas:

1.) eliminación de finos por el uso intensivo del recurso que mejoró el acceso del agua a la perforación tanto desde el puelchense como de los acuíferos pertenecientes al epipampeano, cosa un tanto difícil por el largo tiempo transcurrido desde el momento de la perforación, hasta el aumento del nivel estático y dinámico.-

2.) Al variar las condiciones de precipitación promedio de lluvias anuales por atravesar la zona un ciclo húmedo, se incremento la cantidad de agua percolada, favoreciendo el aumento del nivel topográfico del techo de los acuífero puelchense y los que se hallan sobre el postpampeano.-

3) Al canalizar bajando el nivel de la solera del Río Reconquista, se disminuyo el espesor de arcilla que recubría el fondo, permitiendo una mayor percolación del agua superficial a los acuíferos.-

4) La acción desaprensiva de muchos poceros que aconsejan perforar el fondo de los pozos ciegos, hasta la segunda napa ,para evitar el llenado de los mismos.

Debemos tener en cuenta que la calidad química y el tipo iónico del acuífero varía a medida que aumenta la profundidad, pasando de bicarbonáticas cálcicas a bicarbonáticas sódicas; para luego pasar a sulfatadas cloruradas a cloruradas.

PARAMETROS FISICOS Y QUIMICOS DE LOS EFLUENTES ESTUDIADOS

Toma de muestras Se tomaron muestras de cuatro industrias y un municipio. De ellas, cuatro, se descargan directamente en el río Luján y una indirectamente a través de la colectora cloacal. Las muestras se tomaron de acuerdo con lo presentado por Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos o *US EPA* (US EPA 1991 y 1989) y el *Water Quality Branch – Environment Canada* (1983). La toma de las muestras se realizó directamente del conducto de salida de ubicación externa a las plantas estudiadas. Las muestras recolectadas en recipientes de vidrio borosilicato tipo Pyrex fueron refrigeradas inmediatamente después de su recolección y trasladadas al laboratorio. A continuación se indican los parámetros físicos y químicos determinados siguiendo lo establecido en la [Resolución N° AGOSBA 389/98](#) relativas a las normas para el vertido de efluentes líquidos en el marco de la Ley 8.965 (Tabla 1).

Nota: ver fotos en los links.

ZONA LUJAN

Tabla 2. Valores de los parámetros físicos y químicos determinados en las muestras de efluentes industriales y domésticos ensayados. Conductividad: \square S/cm, Salinidad: o/oo, el resto de los valores están expresados en mg/L.

Parámetro	Textil	Textil	Biocnológica	Domésticos	Química
DQO	548	190	1754	468	240
DBO	300	40	890	140	50
SS 10'	0	0	0	0,6	0
SS 120'	0	0	0,1	0,9	0
pH	11,42	8,26	7,6	7,82	8,1
Conductividad	2900	1200	8000	1480	12000

Salinidad	2	1	5,3	0,9	5
Cloro	0	0,06	0,05	0,09	0,04
S ⁼	0,13	0,08	13,9	0,04	0,2
NH ₄ ⁺	5,4	5,4	1214,2	28,4	100
PO ₄ ⁻³	0,14	1,49	54,13	12,33	0,1
SO ₄ ⁼	103,7	147	2647,2	121	40
Alcalinidad	170	65	135	60	400
Cloruros	15	35	20	25	2000
Dureza (mg/l)	0	17,1	58,5	19,5	130

Textil



Doméstico



ZONA MERCEDES

Parámetro	Textil+Química+Metalúrgica	Domésticos	Industrial+domésticos	Química
DQO	792	216	36	71
DBO	270	110	10	20
SS 10'	0	4	0	0,25
SS 120'	0	4	0,1	0,25
pH	7.12	6.84	7.15	7.91
Conductividad	631	210	152	158
Salinidad	0.32	0.09	0.06	0.07
Cloro	0	0,06	0,05	0,09
S ⁼	0,072	0,052	0.004	0,009
NH ₄ ⁺	12.5	12.9	0.20	0.25
NO ₃ ⁻	13.2	10.5	32.9	13.7
PO ₄ ⁻³	0.81	6.53	2.09	0.68
SO ₄ ⁼	86	90	112	25
Alcalinidad	600	580	510	470
Cloruros	200	35	20	22

Dureza (mg/l)	258.1	325	334.5	152.9
---------------	-------	-----	-------	-------

[Industrial+domésticos](#)





ZONA SUIPACHA

Parámetro	<u>Láctea</u>	<u>Domésticos</u>
DQO	159	250
DBO	54	90
SS 10'	0	0
SS 120'	0	0
pH	7.20	7.09
Conductividad	251	184
Salinidad	0.11	0.08
Cloro	0	0,06
S ⁼	0,004	0,032
NH ₄ ⁺	2.9	13.6
NO ₃ ⁻	14.7	14.9
PO ₄ ⁻³	3.21	8.88
SO ₄ ⁼	79	120
Alcalinidad	630	700

Cloruros	38	20
Dureza (mg/l)	372.8	219.8





Doméstico





ENSAYOS DE ECOTOXICIDAD 2001 - 2002

A partir de protocolos desarrollados en el Programa de Investigación en Ecotoxicología se evaluaron la toxicidad aguda en cuatro niveles tróficos. Las especies y los ensayos a ser utilizados se detallan a continuación:

Algas: *Scenedesmus quadricauda*, ensayo de inhibición del crecimiento poblacional de acuerdo con Sáenz et al (1996) y Sáenz (2000).

Cladoceros: *Daphnia spinulata* ensayo de inmovilidad de acuerdo con Alberdi et al (1996).

Peces: *Cnesterodon decemmaculatus*, ensayo de letalidad de acuerdo con Di Marzio et al (1996) y Di Marzio (2000).

Anfípodos: *Hyalella curvispina*, ensayo de inmovilidad de acuerdo a Di Marzio et al. (1999)

Los resultados obtenidos se presentan en las siguientes tablas. En ellas se indican los índices de toxicidad obtenidos para cada especie a las 96 horas de exposición; además los intervalos de confianza de los mismos con su nivel de probabilidad P.

Tabla 1. MUNICIPIO-Luján

	CL(E)50 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	4.25	3 - 6	p < 0.05
Cládoceros	71	50 - 100	p < 0.05
Anfípodos adultos	28.98	12 - 70	p < 0.05
Anfípodos crías	50.8653	39.46 - 70.35	p < 0.05
Peces	71	50 - 100	p < 0.05

Tabla 2. TEXTIL 1 - Luján

	CL(E)50 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	17.32	12 - 25	p < 0.05
Cládoceros	16.52	13.48 - 20.04	p < 0.05
Anfípodos adultos	17.32	12 - 25	p < 0.05
Anfípodos crías	3	1.5 – 6	p < 0.05
Peces	6	3 - 12	p < 0.05

Tabla 3. TEXTIL 2 - Luján

	CL(E)50 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	> 100	NC	p < 0.05
Cládoceros	> 100	NC	p < 0.05
Anfípodos adultos	70	50 – 100	p < 0.05
Anfípodos crías	4.24	3 - 6	p < 0.05
Peces	> 100	ND	p < 0.05

Tabla 4. BIOTECNOLOGICA - Luján

	CL(E)50 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	35	25 – 50	p < 0.05
Cládoceros	4.95	3.5 – 7	p < 0.05
Anfípodos adultos	4.24	3 – 6	p < 0.05
Anfípodos crías	1.97	1.46 – 2.76	p < 0.05
Peces	< 3	ND	p < 0.05

Tabla 5. QUIMICA - Luján

	CL(E)50 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	71	50 - 100	p < 0.05
Cládoceros	17.32	12 - 25	p < 0.05
Anfípodos adultos	70.7	50 – 100	p < 0.05
Anfípodos crías	17.32	12 - 25	p < 0.05
Peces	35.35	25 – 50	p < 0.05

Tabla 6. CLOACAL - MERCEDES

	CL(E)50 / CL(E)1 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	Estimulación 51 % al 100%	--	p < 0.05
Cládoceros	17.32 NC	12.25 - 25	p < 0.05
Anfípodos adultos	30.33	21.88 – 38.66	p < 0.05
Anfípodos crías	11.77*	5.44 – 16.47	p < 0.05
Peces	59.22 2.22	39.48 - 118.39 0.245 - 5.41	p < 0.05

NC: no calculable

Tabla 7. INDUSTRIAL - MERCEDES

	CL(E)50 / CL(E)1 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	Estimulación 37 % al 100%	--	--
Cládoceros	70.71 NC	50 - 100	p < 0.05
Anfípodos adultos	55.82	38.47 – 66.49	p < 0.05

Anfípodos crías	43.75	38.47 – 49.33	p < 0.05
Peces	30.49*	24.21 - 8.53	p < 0.05
	6.86	3.22 - 10.33	

NC: no calculable

Tabla 8. QUIMICA - MERCEDES

	CL(E)50 / CL(E)1 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	25.24	22.3 – 28.2	p < 0.05
	4.30	2.86 – 5.78	
Cládoceros	NT	--	p < 0.05
Anfípodos adultos	NT	--	p < 0.05
Anfípodos crías	NT	--	p < 0.05
Peces	NT	--	p < 0.05

Tabla 9. INDUSTRIAL+CLOACAL - MERCEDES

	CL(E)50 / CL(E)1 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	29.99	23.05 – 38.36	p < 0.05
	5.61	2.05 – 9.26	
Cládoceros	NT	--	p < 0.05
Anfípodos adultos	NT	--	p < 0.05
Anfípodos crías	NT	--	p < 0.05
Peces	NT	--	p < 0.05

Tabla 10. CLOACAL - SUIPACHA

	CL(E)50 / CL(E)1 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	Estimulación 135 % al 100%	--	p < 0.05
Cládoceros	NT	--	--
Anfípodos adultos	NT	--	--
Anfípodos crías	NT	--	--
Peces	70.71	50 - 100	p < 0.05
	6.13	NS	

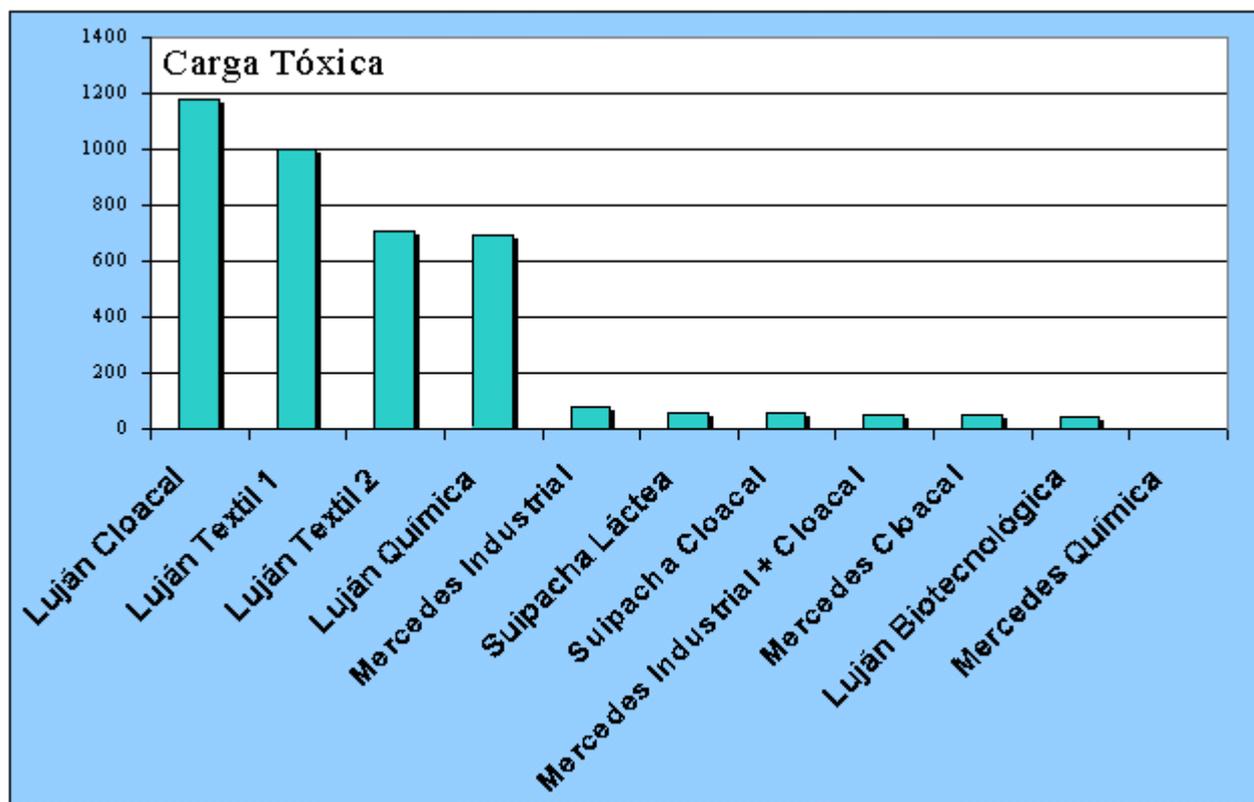
NC: no calculable, NS: no significativo; NT: no tóxico agudo

Tabla 11. LACTEA - SUIPACHA

	CL(E)50 / CL(E)1 – 96 hs	Intervalo de confianza	P
Algas	38.97	30.21 – 50.73	p < 0.05
	6.89	2.52 – 11.32	
Cládoceros	NT	--	--
Anfípodos adultos	NT	--	--
Anfípodos crías	NT	--	--
Peces	NT	--	--

NC: no calculable, NS: no significativo; NT: no tóxico agudo

APORTE DE CARGA TOXICA AL RIO LUJÁN POR CLASE DE INDUSTRIA Y ZONA



SUSTANCIAS POTENCIALMENTE BIOACUMULABLES

Las muestras puntuales, de los efluentes citados anteriormente, fueron fraccionadas para el análisis cromatográfico. Fueron recolectadas en frascos de vidrio lavados con agua ultrapura y mantenidas a 4°C. En el laboratorio se filtraron mediante el uso de filtros Whatman de fibra de vidrio de 0.45 µm; se corrigió el pH a 7.5 según *Gert Jan de Maagd* (2000). Las muestras fueron colocadas en viales de 4 mL con tapas de teflón. Los analitos fueron extraídos mediante el sistema de microextracción en fase sólida utilizando un soporte manual para la fijación de las fibras. Con el fin de obtener la mayor variedad de compuestos orgánicos de interés se utilizarán fibras con las siguientes características:

Fase estacionaria PDMS o polidimetilsiloxano de 100 y 7 μ m de espesor

Fase estacionaria de poliacrilato de 85 μ m de espesor (**Supelco, Bellefonte, PA**).

En una primera etapa se determinaron cualitativamente las sustancias a través del uso de coeficientes de similitud basados en el algoritmo PBM o *probability based matching*

Donde: $I_u(m/z)$: intensidad espectral relativa para la relación masa/carga m/z del espectro de masas de una muestra desconocida. $I(m/z)$: intensidad espectral relativa para la relación masa/carga m/z del espectro de masas registradas en las librerías. Si los modelos de dos espectros de masas son iguales el SI es 100 y por el contrario si son completamente diferentes el SI será 0.

Se utilizaron las bases de datos *National Institute of Standards and Technology/Environmental Protection Agency/National Institutes of Health mass spectral database* o base de datos NIST (1998) y la biblioteca de espectros de masa Wiley (1995). La primera cuenta con 142341 espectros de masa con el 99 % de las formulas estructurales asociadas. La segunda posee 229119 espectros de masa y más del 40 % tiene la estructura molecular asociada. Estas bases de datos son las más recomendadas por su calidad y representatividad (Wilkinson 1999).

A partir del conocimiento de las estructuras moleculares se calcularon los coeficientes de partición octanol – agua (K_{ow}) mediante el uso de los programas Chem Draw y ClogP. Con los valores de K_{ow} se determinaron los factores de bioacumulación de acuerdo con Connel (1990) y Jørgensen *et al* (1998) a 1 se resumen las actividades mencionadas.

Las fibras fueron condicionadas de la siguiente manera:

Fibra SPME	Temperatura del inyector GC	Tiempo
PDMS 100 μ m	250	1
PDMS 7 μ m	320	3
PAC 85 μ m	300	2

Posteriormente las fibras fueron expuestas a las muestras durante 1 hora, mediante su inmersión en las mismas condicionadas a 25 °C con agitación a 560 rpm. Inmediatamente después fueron colocadas en el inyector para su desorción durante 4 minutos a 280 °C. El análisis cromatográfico se realizó mediante el empleo de un Gas Cromatógrafo GC-17A V1.3 equipado con un Espectrómetro de Masa Q5050A y una *Workstation Class 5000*. Las condiciones experimentales fueron:

Columna capilar: PTE-5 30 m x 0.25 mm x 0.25 mm espesor del film (Supelco, Bellefonte, PA); velocidad lineal del carrier: Helio fue 36.2 cm/seg, splitless de 4 minutos, flujo total 11.7 mL/min; programa de temperatura: 100°C por 2 min calentado a una temperatura final de 280°C a 10°C/min sostenido por 10 min; temperatura del inyector: 280°C; temperatura de la interfase capilar: 280°C. El espectrómetro de masa fue operado en modo Scan entre 50 to 350 m/z .

Los coeficientes de partición octanol – agua Log P o Log K_{ow} fueron calculados para cada compuesto mediante el uso del programa ClogP. Los factores de bioconcentración (BCF) se calcularon según la ecuación de Connel:

$$\text{Log BCF} = 6.9 \cdot 10^{-3} (\text{log } K_{ow})^4 - 1.85 \cdot 10^{-1} (\text{log } K_{ow})^3 + 1.55 (\text{log } K_{ow})^2 - 4.18 \text{ log } K_{ow} + 4.79$$

Los resultados para las muestras analizadas se indican en la Tabla 1.

Table 1. Compuestos orgánicos bioacumulables determinados en las muestras analizadas. BCF factor de bioconcentración, K_{ow} : coeficientes de partición octanol – agua.

Log K_{ow}	Log BCF	Compuesto	Muestra
4,51	3,35	1,2-dichloronaphtalene	M
2	1.26	Phenol, 4-methyl	T ₁ , T ₂

NC	NC	Phenol,2-chloro-5-methyl	T ₁
0.59	2.83	Hydroquinone	M
4.79	3.33	Phenanthrene	M
8.23	3.9	p-Nonylphenol	M, T ₁ , Q
NC	NC	Nonylphenol diethoxylate	B
3,53	2,28	4-heptanol	T ₁ , T ₂
5,29	4,07	Phenol,4,4'-(methylethylidene)bis-	T ₁
3,80	2,58	1-Butanol, 4-Butoxy	T ₂
4,98	3,81	3,3-dimethyl, 1-4-heptanol	T ₁ , T ₂
3,42	2,17	1,2-Benzenedicarboxylic acid, dimethyl ester	Todos
5.19	4,32	di-n-butyl phthalate	Todos
-1.08	NC	Morpholine	M
4.79	3,99	Diethyl Phthalate	T ₁ , T ₂ , Q
3,02	1,78	2(3H)-Furanone, 5-ethylidihydro-5-methyl	M

NC: no calculado, M: municipio, T1. textil 1, T2: textil 2, Q: química, B: biotecnológica

Otras actividades vinculadas con el proyecto:

Se está poniendo a punto la técnica inmunoquímica para la determinación de *Giardia lamblia* en muestras de agua. Se está tramitando con el Dr. Prof. Kurunthachalam Kannan, *Environmental Chemistry and Ecotoxicology, National Food Safety and Toxicology Center, Michigan State University*; la donación de estándares cromatográficos de los compuestos hallados para su cuantificación. Este contacto se consiguió gracias a la participación en el congreso Internacional de la Dra. ME Sáenz.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Alberdi JL, Di Marzio WD, Sáenz ME y Tortorelli MC. Protocolo para evaluación de la toxicidad aguda con *Daphnia spinulata* (Cladocera). X Congreso y XVI Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, Toxicología y Medio Ambiente, Buenos Aires, 18 al 20 de setiembre de 1996.
- 2) APHA-AWWA-WPCF, 1992. Standard methods for the examination of water and wastewater. Ed. Clesceri, Greenberg and Trussell 19^o edition, Washington, USA.
- 3) Auge M.P y Hernandez M.A. Características Geohidrológicas de un acuífero semiconfinado (Puelche) en la llanura bonaerense.-Coloquio internacional sobre Hidrología de Grandes Llanuras (1983).-
- 4) Calabrese EJ and Baldwin LA, 1993. Performing ecological risk assessments. Lewis Publishers - CRC Press, Boca Ratón, FL, 257 pp..
- 5) Connell DW, 1990. Bioaccumulation of xenobiotic compounds. CRC Press, Florida, USA, 219 p..
- 6) De Felippi R. González N., Hernandez M., Paredes V., Pepe G.- Abastecimiento de Agua en el área metropolitana de Buenos Aires.- Seminario "Crecimiento Urbano y Crisis del Agua en el Área Metropolitana de Buenos Aires.) H. C. Diputados de la Prov. de Buenos Aires. (1985).-
- 7) Delupí R.M. Haluska J.- Geología del Partido de Chascomus.- LEMIT. M.O.P. Prov. de Buenos Aires (1969).-
- 8) Delupí R.M. y otros.-Anteproyecto de un canal derivador de los excedentes hídricos del NW de la llanura Pampeana.-Municipalidad de Pehuajo- Carlos Casares.-(1987).-

- 9) Di Marzio WD, 2000. Efecto de los efectos de sustancias contaminantes sobre peces de agua dulce. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 290 pág..
- 10) Di Marzio WD, Sáenz ME, Alberdi JL y Tortorelli MC. Protocolo para evaluar la toxicidad aguda sobre *Cnesterodon decemmaculatus* (Pisces, Poeciliidae). X Congreso y XVI Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, Toxicología y Medio Ambiente, Buenos Aires, 18 al 20 de setiembre de 1996.
- 11) Domínguez O. y Carballo.- Uso de las imágenes Satelitales en el estudio de los procesos de anegamientos y/o inundación en la Prov. de Buenos Aires.-
- 12) Foster S., Hirata.- Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas.- Centro panamericano de Ciencias del Ambiente (CEPIS).- Organización Panamericana de la Salud Pag.65 1991.-
- 13) Galassi S, 1991. Microinquinanti Organici, Ed Hoepli 133 pp, Milano-Italia.
- 14) Gert Jan de Maagd P, 2000. Bioaccumulation tests applied in the whole effluent assessment:a review. Environmental Toxicology and Chemistry, V19 Nro 1, pp 25-35.
- 15) Ghittino P, 1970. Piscicoltura e Ittiopatologia, Vol. 2: Ittiopatologia. Edizione Rivista di Zootecnia, Torino-Italia, 420 pag..
- 16) Grothe, K. Dickson and D. Reed-Judkins, editors, 1996. Whole effluent toxicity testing: an evaluation of methods and prediction of receiving system impacts. Setac publication, Pensacola, Florida, 340 pág.
- 17) Heath AG, 1995. Water pollution and fish physiology. Lewis Publishers - CRC Press, Boca Ratón, FL,359 pp.
- 18) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Atlas de Suelos de la Provincia de Buenos Aires. (1987).-
- 19) Jørgensen SE, Halling Sørensen B and Mahler H, 1998. Handbook of Estimation methods in Ecotoxicology and Environmental Chemistry. Lewis Publishers, Boca Raton-USA, 229 pag..
- 20) Llompart M, Li K, Fingas M, 1998. Solid phase microextraction and headspace solid phase microextraction for the determination of polychlorinated biphenyls in water samples. Anal. Chem. 70: 2510 - 2515.
- 21) Louch D, Motlagh S and Pawliszyn J, 1992. Dynamics of organic compound extraction from water using liquid coated fused silica fibers. Anal. Chem. 64: 1187 - 1199.
- 22) Moriarty F, 1985. Ecotoxicología, Ed. Academia SL León-España, 248 pp.
- 23) OECD, 1995. Guidance document for aquatic effects assessment. Organization for Economic Co-Operation and Development, Paris, France, 116 p..
- 24) Puddu, A. 1989. Analici dei probit usata per calcolare EC (test algali). Instituto di Ricerca Sulle Acque (IRSA) - CNR. Roma.
- 25) Rand GM editor, 1995. Fundamentals of aquatic toxicology, Taylor and Francis eds, London, 1125 pp.
- 26) Roberts R, 1981. Patología de los peces. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid-España, 366 pág..
- 27) Sáenz ME , Alberdi JL, Di Marzio WD y Tortorelli MC. Protocolo estandarizado de ensayos de toxicidad con las algas de agua dulce *Scenedesmus acutus* y *Scenedesmus quadricauda*. X Congreso y XVI Jornadas Interdisciplinarias de Toxicología, Toxicología y Medio Ambiente, Buenos Aires, 18 al 20 de setiembre de 1996.
- 28) Sáenz ME, 2000. Estudio de los Efectos de Contaminantes sobre Poblaciones de Algas Planctónicas de Agua Dulce. Tesis doctoral, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, 320 pág..
- 29) Sala J.M.- Contribución al Estudio Geohidrológico del Noreste de la Provincia de Buenos Aires.- EASNE.- CFI.- Serie Técnica Nro. 24 Vol. 1 y 2).-

- 30) Sala J.M. Kruse E.- Rojo A.- Relación Aguas en superficie- Aguas Subterráneas en la Pampasia Bonaerense. Actas del X Congreso Latinoamericano de Geología (Vol. III).-
- 31) Sala J.M.- Rojo A.- Kruse E. Los Excesos Hídricos y la infiltración en la Prov. de Buenos Aires.- Terceras Jornadas Geológicas Bonaerenses.- (1992).-
- 32) Sarakinos HC, Bermingham N, White PA, Rasmussen JB, 2000. Correspondence between whole effluent toxicity and the presence of priority substances in complex industrial effluents. Environmental Toxicology and Chemistry, V19 Nro 1, pp 63-71.
- 33) Satchell GH, 1984. Respiratory Toxicology of Fishes. In: Aquatic Toxicology Vol. 2, edited by Weber LJ, Raven Press, New York, 1-50 pp..
- 34) Shimadzu Corporation, 1999. MS Workstation Class – 5000, Software Reference Guide and User's Manual. Analytical Instruments Division, Kyoto, Japan.
- 35) U.S. Environmental Protection Agency, 1989. Short-Term Methods for Estimating the Chronic Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater Organisms, 2nd Ed., Environmental Monitoring System Laboratory, Cincinnati OH EPA/600/4-89/001.
- 36) U.S. Environmental Protection Agency, 1991. Methods for measuring the acute toxicity of effluents and receiving waters to freshwater and marine organisms (fourth edition). US EPA 600/4-90/027, p. 293. Washington, D.C..
- 37) Walker CH, Hopkin SP, Sibly RM and Peakall DB, 1996. Principles of Ecotoxicology, Taylor and Francis eds, London, 321 pp.
- 38) Water Quality Branch, 1983. Sampling for water quality. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Ottawa, Canada, 55 p..
- 39) Wiley Library, 1995. Registry of mass spectral data with structure, 6th edition. Wiley and Sons for Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan.
- 40) Wilkinson RA, Burkhard LP, Sheedy BR, DeGraeve GM and Lordo RA, 1999. A simple comparison of mass spectral search results and implications for environmental screening analyses. Arch. Environ.Contam.Toxicol. 36: 109 – 114.