

Programa: Plan Integral de Monitoreo del Polo Petroquímico y Area Portuaria del Distrito de Bahía Blanca (P.I.M.).

Subprograma: Monitoreo y Control de Emisiones y Descargas. Contaminantes del Agua.

Responsables CTE: Leandro Konopny


Objetivos del Subprograma: Conocer en forma detallada las características de los vertidos de efluentes líquidos, generados por las industrias u otros orígenes, a los distintos cuerpos receptores.

Informe del Período: Enero a Diciembre de 2004.

El plan integral de monitoreo formulado para el área del Polo Petroquímico y zona portuaria del Distrito de Bahía Blanca, y que abarca el periodo 2002–2005, comprende para el caso de los contaminantes del agua los tópicos que se muestran en la siguiente tabla, donde se incluye además el cronograma de trabajo previsto para el presente año.

<i>Monitoreo y Control de Emisiones y Descargas</i>		Año 2004											
		Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
- Contaminantes del Agua -	Aportes directos é indirectos de origen industrial ó de otros orígenes.												
	Inventarios de aportes directos e indirectos (efluentes líquidos, cloacales, cursos de aguas superficiales, aguas subterráneas ¹)												
	Estudio de tendencias históricas, integración de las tendencias actualizadas, actualización de inventarios.												
	Monitoreo de efluentes líquidos												
	Monitoreo de descargas cloacales ¹ .												
	Mapeo y monitoreo de aguas subterráneas ¹ . Estudio y evaluación hidrodinámica del sistema agua superficial-subterránea y su impacto en el ambiente.												

¹ Tema sujeto a investigación orientado a mejorar el inventario y conocimiento sobre el medio ambiente.

 Auditoría semestral por una comisión técnica.

En base a este plan de trabajo se desarrollaron las siguientes actividades:

- 1.** Se continúa el monitoreo de los efluentes líquidos vertidos por las empresas comprendidas en el área de aplicación de la Ley 12530 y también del Canal Colector del Consorcio Polo Petroquímico, realizándose hasta el momento 2400 determinaciones de parámetros fisicoquímicos. Se presenta un reporte con valores promedio del período Septiembre 2001 a Octubre de 2004.
- 2.** Monitoreo de las fuentes de vertido de origen cloacal. Al respecto, a través de un convenio con el Instituto Argentino de Oceanografía, se inició el monitoreo del efluente vertido por la Planta de Tratamiento de Líquidos Cloacales, ubicada sobre ruta 252, para las determinaciones de parámetros mayoritarios y metales pesados respectivamente. Las tareas son realizadas por personal del CTE y del Laboratorio de Química Marina del IADO con la participación de personal del Laboratorio de Química Ambiental de la UNS. Se reporta el informa final.
- 3.** Se tiene proyectado continuar el muestreo y los análisis químicos de los líquidos que circulan por los canales de drenaje construidos entre Av. San Martín y la zona costera. Se tiene previsto determinar metales pesados y pesticidas.
- 4.** Se inició la segunda etapa del Estudio sobre la Hidrodinámica del Area Costera e Ingeniero White encarado por el CTE y la Cátedra de Hidrogeología (Depto. de Geología, UNS).
- 5.** Monitoreo del Acuífero Freático: se construyeron tres pozos de monitoreo de aguas subterráneas. Los análisis se llevan a cabo en los laboratorios del CTE. Se reportan resultados preliminares.
- 6.** Se continúa solicitando a las empresas que aún no lo han hecho la adecuación de los sitios de toma de muestra. Algunas plantas han cumplimentado esas tareas y otras las tienen en vías de ejecución.
- 7.** La totalidad de los resultados obtenidos son volcados a una base de datos que permite visualizar el inventario de aportes.
- 8.** Se proyecta, una vez adquirido el equipamiento necesario, comenzar a determinar compuesto orgánicos volátiles en efluentes líquidos (norma EPA 624) mediante cromatografía gaseosa.
- 9.** Se llevó a cabo un estudio que muestra los aportes de agua, tanto industrial, cloacal u de otros orígenes.
La mayor contribución hídrica a la ría está dada por la cuenca superficial del Río Sauce Chico y el Arroyo Napostá Grande.
Pequeñas concentraciones de contaminantes arrastrados a la cuenca, como herbicidas, pesticidas, fertilizantes, desechos clandestinos, etc. impactan significativamente en el cuerpo receptor.
La segunda contribución hídrica esta dada por los efluentes cloacales que son proporcionales a la población de cada ejido urbano.

Mayoritariamente estos aportes son descargados sin tratamiento. A modo de ejemplo la descarga cloacal de Bahía Blanca solo es sometida a un proceso de desbastado (remoción de sólidos). Este reducido tratamiento unido a las descargas al colector cloacal de pequeñas y medianas industrias (frigoríficos, fábricas de productos alimenticios, etc.) generan un impacto importante en la ría.

Los aportes industriales son bajos (3.2%), siendo las contribuciones más importantes las de Profertil, Solvay-Indupa y PBB-Polisur.

Todos las plantas del polígono industrial realizan tratamientos a sus efluentes líquidos, siendo estas descargas monitoreadas periódicamente por personal del CTE.

Finalmente los aportes subterráneos son muy bajos (0.6%) indicando un muy bajo impacto en el cuerpo receptor, sobre estas napas el CTE también realiza controles permanentes en una grilla de pozos de monitoreo.

Los resultados tampoco muestran en este caso concentraciones de contaminantes importantes excepto hidrocarburos.

Monitoreo de efluentes líquidos industriales

Comité Técnico Ejecutivo

Diciembre 2004

Monitoreo de efluentes líquidos industriales

Se analizan a continuación los monitoreos de efluentes líquidos llevados a cabo por el Comité Técnico Ejecutivo sobre las Empresas comprendidas en la ley 12.530, desde el mes de octubre de 2004. Los resultados analíticos se comparan con los valores de la Ley 5.965 (Decreto 3.970/90, Resolución 336/03) y de la Ordenanza Municipal 8.862.

Los muestreos se llevaron a cabo en las correspondientes cámaras tomamuestra y de aforo que las Empresas disponen para tal fin (Fig. N° 1). En esos sitios se efectúa además la medición del caudal vertido. Se han realizado aproximadamente 2400 determinaciones de parámetros fisicoquímicos.

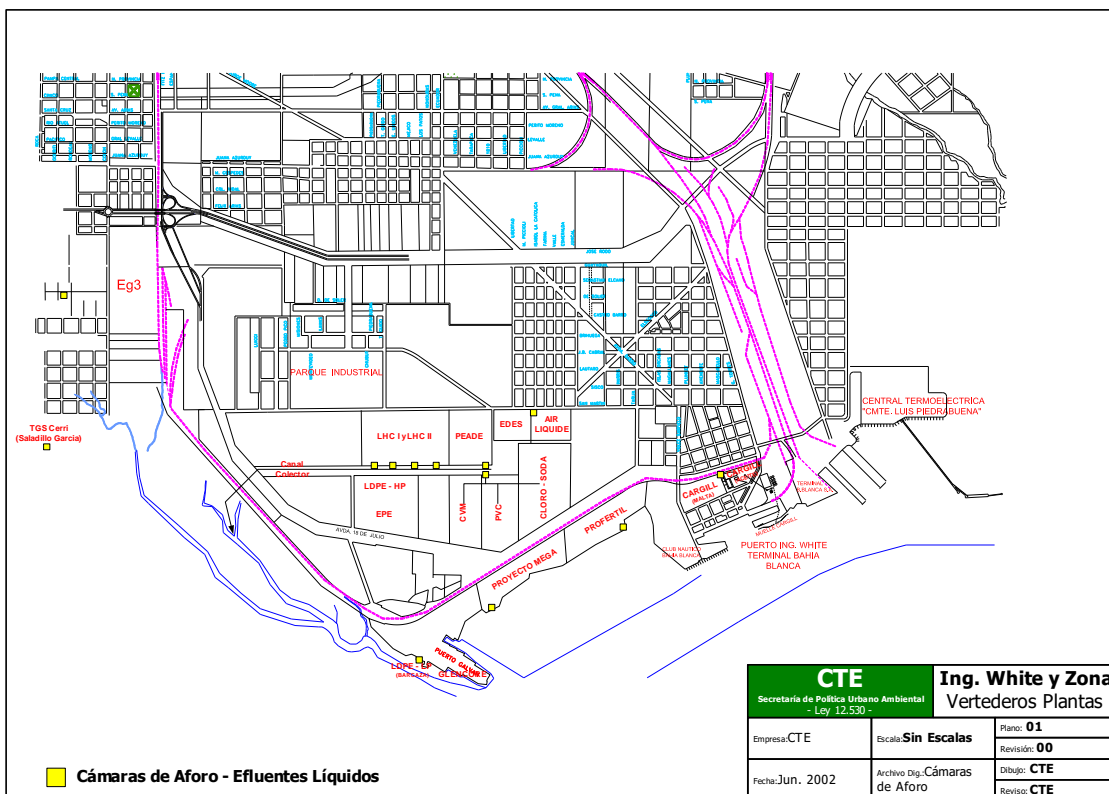


Fig. N°1. Localización de los sitios de toma de muestra.

Las muestras que se toman son de tipo compensada. Este procedimiento permite obtener una muestra representativa del efluente vertido teniendo en cuenta los cambios operativos que se producen en el proceso a lo largo del día.

Las distintas Empresas bajo la órbita del CTE cuentan con diferentes sistemas de vertido de sus efluentes, todos ellos con destino final la Ría de Bahía Blanca.

Podemos diferenciar cuatro tipos de descargas de efluentes industriales, que serán analizados independientemente de acuerdo al cuerpo receptor del vertido:

- 1- Al canal colector unificado del Polo Petroquímico.**
- 2- Al arroyo Saladillo García.**
- 3- Directamente a la Ría.**
- 4- A la red cloacal.**

1- Canal colector unificado del Polo Petroquímico.

El canal colector del Polo Petroquímico recibe los efluentes de las siguientes Empresas y los vuelca a la ría:

Empresa	PBB-Polisur	INDUPA
Planta	LHC I	Cloro Soda
	LHC II	
	EPE	VCM
	LDPE	
	HDPE	PVC

Solvay -Indupa posee un único punto de descarga unificado, al cual vierten los efluentes de las plantas de Cloro Soda, PVC y VCM.

Las dos plantas de craqueo, LHC I y II, poseen una única planta de tratamiento de efluentes oleosos, la cual descarga sus vertidos por la cámara de LHC I. El efluente

de LHC II, fundamentalmente vierte al colector las purgas de las torres de enfriamiento y otros no oleosos (por esta razón difieren los parámetros analizados).

Lo mismo ocurre en las plantas de EPE y LDPE, en las cuales los efluentes oleosos son tratados en la planta de LDPE y vertidos por su punto de descarga. Los efluentes de EPE provienen fundamentalmente del sistema de purgas de las torres de enfriamiento y otros no oleosos.

Conclusiones

Si analizamos los valores de la tabla I, encontramos que en su mayoría se encuentran dentro de los parámetros legales, con la excepción de los niveles de DBO en el efluente de Solvay-Indupa. Al respecto la empresa está realizando trabajos de adecuación de sus vertidos, que incluyen la construcción de una nueva planta de tratamientos, cuyo seguimiento está a cargo del CTE, y se observa una disminución en los valores de los parámetros mencionados con respecto a los promedios obtenidos con determinaciones tomadas hasta octubre de 2004, y que fueron reportados en el informe de auditoría de PIM n° 3.

Por otro lado se han registrado, en casos muy puntuales, algunos valores que excedieron a los permitidos por las normas, en la planta de LHC I, aunque la intensificación de los monitoreos muestra que solo se trató de registros puntuales y muy cercanos a los valores regulados.

En la planta de HDPE se detectó, en dos oportunidades, una concentración de hierro en el efluente vertido superior al permitido por la Legislación Provincial, y a su vez en una de las habituales inspecciones se verificó un bajo pH del líquido. El CTE solicitó a la empresa la explicación de estos hechos y esta informó que se debió a un proceso de limpieza de instalaciones.

2- Al arroyo Saladillo García

La planta de TGS-Cerri es la única empresa bajo la órbita del CTE que vierte sus efluentes al arroyo Saladillo García.

En la Tabla II se pueden observar los valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos y la comparación con la legislación vigente.

Conclusiones

Podemos ver que todos los valores encuadran dentro de los permitidos por la normativa vigente.

3- Directamente a la Ría

Las siguientes Empresas vierten directamente sus efluentes a la Ría de Bahía Blanca:

- Petrobrás
- Compañía MEGA
- PROFERTIL

Los parámetros a monitorear difieren ya que se tratan de Empresas con distintos procesos productivos y manejo de diferentes productos.

En la Tabla III se pueden observar los valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos y la comparación con la legislación vigente.

Conclusiones

Podemos ver que para la empresa Profertil todos los valores encuadran dentro de los permitidos por la normativa vigente. La empresa ha normalizado su valor para nitrógeno total y amoniacal.

Petrobrás también encuadra con la legislación vigente, salvo algunos casos puntuales de exceso de turbidez.

4- A la red cloacal

Las Empresas Cargill y Air Liquide vierten sus efluentes directamente a la red cloacal.

En la Tabla IV se pueden observar los valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos y la comparación con la legislación vigente.

Conclusiones

A excepción de la DBO y DQO monitoreados en el efluente de Cargill, que excedieron los valores permitidos en una oportunidad, el resto de los valores se encuentran dentro de los permitidos por la Legislación vigente. El incremento en los parámetros mencionados se debió a la rotura en un aereador de una pileta del sistema de tratamientos de efluentes líquidos.

Se ha observado un leve incremento un nivel de sólidos sedimentables del efluente. Se solicitarán a la empresa las correspondientes medidas mitigatorias.

Monitoreo del Canal Colector Consorcio Polo Petroquímico

Se llevó a cabo un monitoreo periódico sobre el Canal Colector del Consorcio Polo Petroquímico. Los valores promedio obtenidos y su comparación con la legislación vigente se muestran en la Tabla V.

Conclusiones

Se puede observar que todos los valores encuadran dentro de los permitidos por la normativa vigente, con excepción de la turbidez. Se solicitará al consorcio la correspondiente limpieza del canal.

Tabla I: Valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos de los efluentes que vierten al Canal Colector del Polo Petroquímico. Período Septiembre 2001 – Octubre 2004.

EMPRESA	Caudal (m ³ /h)	pH	Conductividad (uS/cm)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	SS 10' (ml/l)	SS 2 h (ml/l)	DBO (mg O ₂ /l)	DQO /mg O ₂ /l)	Sulfuros (mg/l)	HC tot (mg/l)	GRASAS Y ACEITES (mg/l)	Fenoles (mg/l)	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	Zn (mg/l)	Hg (mg/l)
Solvay-Indupa	127.11	9	30700	48	5.5	38	0.16	0.55	80	191	0.03	---	---	---	0.31	0.04	0.01	0.09	0.005
HDPE	---	7.4	630	16	5	33	0.1	0.15	14	68	0.02	1	1	0.3	0.73	0.07	0.01	0.05	---
LHC-I	45	7.3	7432	33	6.4	24	0.1	0.2	24	156	0.03	1	1	0.08	0.4	0.2	0.01	0.09	---
LHC-II	12.2	8.5	2890	25	8.5	23.3	0.1	0.5	7.5	98	0.02	---	---	---	0.27	0.14	0.01	0.04	---
LDPE	---	7.7	930	32	5.5	24	0.1	0.1	15	90	0.03	---	---	---	0.36	0.05	0.01	0.07	---
EPE	5	7.5	1749	22	7	20	0.1	0.1	6	94	0.017	---	---	---	0.7	0.2	0.01	0.14	---
Res 336/03	N/E	6.5-10	N/E	50	N/E	45	Aus	1.0	50.0	250.0	1.0	50.0	50.0	0.5	2.0	1.0	0.5	2.0	0.005
OM 8862	N/E	6.0-10	N/E	N/E	N/E	40	0.2	5.0	100.0	300.0	2.0	30.0	100.0	0.5	20.0	0.5	0.5	5.0	0.005

Al final de la tabla se adjuntan los valores legales obtenidos de la Resolución 336/03 y la Ordenanza Municipal 8862.

Tabla II: Valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos de los efluentes vertidos al arroyo Saladillo García. Período Septiembre 2001 – Octubre 2004.

EMPRESA	Caudal (m ³ /h)	pH	Conductividad (uS/cm)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	SS 10' (ml/l)	SS 2 h (ml/l)	DBO (mg O ₂ /l)	DQO /mg O ₂ /l)	Sulfuros (mg/l)	HC tot (mg/l)	GRASAS Y ACEITES (mg/l)	Fenoles (mg/l)	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	Zn (mg/l)
TGS (Gral. Cerri)	7.5	8.9	2190	23	8.4	24	0.1	0.1	21	71	0.03	--	--	--	0.36	0.04	0.01	0.04
Res 336/03	N/E	6.5-10	N/E	30.0	N/E	45	Aus.	1.0	50	250	1.0	5.0	50.0	0.5	2.0	1.0	0.5	2.0
OM 8862	N/E	6.0-10	N/E	N/E	N/E	40	0.2	1.0	50	250	N/D	N/D	50.0	0.1	2.0	1.0	0.25	2.0

Al final de la tabla se adjuntan los valores legales obtenidos de la Resolución 336/03 y la Ordenanza Municipal 8862.

Tabla III: Valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos de los efluentes vertidos directamente a la Ría. Período Septiembre 2001 – Octubre 2004.

EMPRESA	Caudal (m³/h)	PH	Conductividad (µS/cm)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	SS 10' (ml/l)	SS 2 h (ml/l)	DBO (mg O₂/l)	DQO /mg O₂/l)	Sulfuros (mg/l)	N tot (mg/l)	N amon (mg/l)	HC tot (mg/l)	GRASAS Y ACEITES (mg/l)	Fenoles (mg/l)	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	Zn (mg/l)
MEGA	--	8.5	534	15	6.8	23.1	0.1	0.1	11	52	---	---	---	---	---	---	0.04	---	---	0.04
PETROBRAS	31	8.2	3262	125	7.2	16	0.1	0.2	30	153	0.053	---	---	1.5	---	---	0.7	0.08	0.01	0.1
PROFERTIL	145	8.0	2193	9	6.4	25	0.1	0.2	28	80	---	15	7	---	---	---	0.6	0.04	0.01	0.38
Res 336/03	N/E	6.5-10	N/E	50	N/E	45	Aus.	1.0	50	250	1.0	30.0	75.0	5.0	50.0	0.5	2.0	1.0	0.5	2.0
OM 8862	N/E	6.0-10	N/E	N/E	N/E	40	0.2	5.0	100	300	2.0	30.0	10.0	30.0	100.0	0.5	20.0	0.5	0.5	5.0

Al final de la tabla se adjuntan los valores legales obtenidos de la Resolución 336/03 y la Ordenanza Municipal 8862.

Tabla IV: Valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos de los efluentes vertidos directamente a la red cloacal. Período Septiembre 2001 – Octubre 2004.

EMPRESA	Caudal (m ³ /h)	pH	Conductividad (uS/cm)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	SS 10' (ml/l)	SS 2 h (ml/l)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Fijos (mg/l)	Sólidos Volátiles (mg/l)	DBO (mg O ₂ /l)	DQO /mg O ₂ /l)	Sulfuros (mg/l)	N tot (mg/l)	Fe (mg/l)	Zn (mg/l)
Air Liquide	1	8.6	1227	---	---	---	0.1	0.1	---	---	---	3.7	47	---	---	0.05	0.5
CARGILL	45	8.3	5140	300	5.7	22.3	0.45	1.9	1996	1087	981	154	321	---	18	---	---
Res 336/03	N/E	7.0-10	N/E	N/E	N/E	45	Aus.	0.1	N/E	N/E	N/E	200.0	700.0	2.0	30.0	2.0	2.0
OM 8862	N/E	6.0-10	N/E	50	N/E	40	5.0	5.0	N/E	N/E	N/E	200.0	700.0	2.0	90.0	20.0	5.0

Al final de la tabla se adjuntan los valores legales obtenidos de la Resolución 336/03 y la Ordenanza Municipal 8862.

Tabla V: Valores promedios obtenidos en los diferentes monitoreos efectuados en el Canal Colector del Consorcio Polo Petroquímico. Período Septiembre 2001 – Octubre 2004.

EMPRESA	Caudal (m ³ /h)	pH	Conductividad (uS/cm)	Turbidez (NTU)	Oxígeno disuelto (mg/l)	Temperatura (°C)	SS 10' (ml/l)	SS 2 h (ml/l)	Sólidos Totales (mg/l)	Sólidos Fijos (mg/l)	Sólidos Volátiles (mg/l)	DBO (mg O ₂ /l)	DQO /mg O ₂ /l)	Sulfuros (mg/l)	N tot (mg/l)	N amon (mg/l)	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Cr (mg/l)	Zn (mg/l)
Canal Colector	--	8.9	24500	76	6.38	25	0.1	0.4	14358	12543	1389	35	101	0.04	16	8	0.17	0.04	0.01	0.04
Res 336/03	N/E	6.5-10	N/E	50	N/E	45	Aus	1.0	N/E	N/E	N/E	50.0	250.0	1.0	30.0	75.0	2.0	1.0	0.5	2.0
OM 8862	N/E	6.0-10	N/E	N/E	N/E	40	0.2	5.0	N/E	N/E	N/E	100.0	300.0	2.0	30.0	10.0	20.0	0.5	0.5	5.0

Al final de la tabla se adjuntan los valores legales obtenidos de la Resolución 336/03 y la Ordenanza Municipal 8862.

Hidrodinámica del Area Costera

Comité Técnico Ejecutivo

Diciembre 2004

Hidrodinámica del área costera de Ingeniero White

2da. Etapa

COMITÉ TÉCNICO EJECUTIVO, SECRETARÍA DE POLÍTICA URBANO
AMBIENTAL, MUNICIPALIDAD DE BAHÍA BLANCA

Cátedra de Hidrogeología, Departamento de Geología
UNS - FUNS

Abril 2003-Mayo 2004

1. Alcance del estudio

- *Evaluar la descarga de potenciales contaminantes que se producen en la ría de Bahía Blanca, como resultado de la actividad industrial del Polo Petroquímico, a través del sistema natural (acuífero freático) y antrópico (canales superficiales).*

De acuerdo con los resultados alcanzados en el estudio hidrodinámico desarrollado entre junio de 2002 y marzo de 2003 y las pautas de investigación propuestas en el documento original, se propone continuar los trabajos de evaluación de la contaminación del acuífero freático del área industrial de Ingeniero White con los siguientes lineamientos:

2. Objetivos específicos

- *Generar información básica, hidrogeológica e hidrodinámica, para elaborar el modelo de funcionamiento del sistema acuífero costero.*
- *Evaluar la magnitud de los aportes de agua superficial y subterránea a la ría.*
- *Caracterizar química del agua superficial y subterránea y análisis de la evolución espacial.*
- *Diagnóstico sobre la presencia de contaminantes disueltos en el agua superficial y subterránea, en relación con las especies asociadas a cada una de las plantas del área del polo industrial*

3. Hipótesis de trabajo

El funcionamiento de las diferentes plantas que integran el polo industrial y petroquímico de Bahía Blanca (Central Térmica Comandante Luis Piedra Buena, Cargill, Grupo Solvay Indupa, Polisur, Mega, Profertil, Petroquímica Bahía Blanca), Petrobras, Esso, TGS, etc.) asentadas en los alrededores del puerto de Ing. White, generan permanentemente emisiones gaseosas, residuos sólidos y residuos líquidos.

Estos residuos por diversas vías alcanzan el suelo e ingresan a la zona no saturada donde son lixiviados hacia el acuífero freático provocando la incorporación al flujo subterráneo de diferentes contaminantes, metales e hidrocarburos pesados para mencionar los más peligrosos.

La hidrodinámica del sistema acuífero freático de la zona de Ing. White posee características muy particulares que difiere de los descritos en la literatura especializada para acuíferos costeros. Se trata de un acuífero somero, cuyo nivel freático se encuentra aflorante o a escasa profundidad, con muy bajo gradiente hidráulico y constituido por un conjunto de sedimentos de baja permeabilidad lo que determina una muy lenta velocidad del flujo subterráneo y, consecuentemente, una merma en el caudal drenado hacia la ría. El sistema hidrológico descrito denota una predominancia de los movimientos verticales de agua de evaporación, evapotranspiración, infiltración y recarga sobre el escurrimiento subterráneo lateral. Esta dinámica trae aparejado un mayor tiempo de contacto mayor agua-sedimento que favorece a la disolución de sales y a la formación de aguas saladas y salmueras.

Esta dinámica natural del sistema hidrológico ha sido sustancialmente modificada por el efecto de distintas obras civiles y de infraestructura realizadas, tal como la construcción de terraplenes y balastros, rellenos artificiales, impermeabilizaciones, etc. A ellas hay que sumarle las obras de drenaje asociadas a las mismas constituidas fundamentalmente por zanjas excavadas a cielo abierto, que provocan una descarga del agua subterránea a través de estas vías de escurrimiento y un rápido tránsito de la misma hacia el cuerpo de agua superficial que conforma la ría de Bahía Blanca, destino final también de los contaminantes disueltos en el agua subterránea.

A los procesos antes mencionados se le agrega además los frecuentes anegamientos del área ocurridos en el último decenio, como resultado del ingreso a un período húmedo que afecta a toda la provincia de Buenos Aires.

En síntesis, el funcionamiento actual del sistema acelera la velocidad de drenaje del área, pero provoca una extraordinaria disminución del tiempo de llegada de contaminantes a la ría.

4. Actividades y metodología

Fase de Preparación

1. Instrumentación del área de estudio

El área de trabajo, de alrededor de 80 hectáreas, se sitúa en los alrededores del puerto de Ingeniero White y abarca todas las plantas del polo petroquímico.

A los efectos de cuantificar en la forma más precisa posible las variables intervinientes en el balance hidrológico del área - precipitación, evaporación, evapotranspiración, escurrimiento superficial (natural e inducido) y subterráneo, se instalarán y utilizarán distintos instrumentos de medición.

Los datos meteorológicos serán aportados por estaciones meteorológicas ya instaladas en el área, especialmente la estación automática instalada y operada por el Comité Técnico Ejecutivo de la Secretaría de Política Urbano Ambiental del Municipio, en su sede de Ing. White, más las instaladas en casi todas las plantas industriales y petroquímicas cuyos datos están a disposición del proyecto.

Para cuantificar el escurrimiento superficial, se realizará, en una primera etapa, un pormenorizado relevamiento de los canales y zanjas de drenaje existentes en el área y posteriormente la medición de sus caudales de descarga mediante aforos periódicos con molinete hidrométrico y/o vertederos de sección fija.

Las oscilaciones del nivel freático serán de suma utilidad para dilucidar la hidrodinámica de la ZNS y ZS, mediante la cuantificación de las variaciones de almacenamiento subterráneo resultantes de la relación recarga-descarga del acuífero freático y sus variaciones temporales. Dichas oscilaciones se medirán mediante la instalación de dos freatómetros digitales LF-323 de registro continuo a intervalos de tiempo seleccionados, con enlace directo a una PC. Por otra parte, los freatogramas obtenidos por el instrumental mencionado, permitirá la calibración de los programas computarizados de balance diario del área (Código Visual Balan V.1, Samper et. al; 1999) y del suelo (programa Balshort V.3.; modificado de Carrica 1993). Una vez calibrados y validados, los programas podrán realizar estimaciones confiables de las variables de las interceptación vegetal, evapotranspiración real, escurrimiento superficial y subterráneo, recarga y de las variaciones diarias de humedad en el suelo.

Actualmente el área posee una red de 55 piezómetros distribuidos dentro de las plantas industriales (36) y en la periferia de las mismas (19). En principio y hasta tanto pueda completarse la red de observación estos pozos servirán para medir las oscilaciones del nivel freático a escala areal.

2. Red de pozos de observación del nivel inferior del acuífero freático

Teniendo en cuenta el diferente comportamiento hidráulico de los dos niveles que componen el sistema acuífero freático y la escasa información piezométrica del nivel inferior, se ha previsto la ejecución de 5 pozos de observación, entubados en caño de PVC de 2" de diámetro, ranurados en su extremo inferior y cementados en su longitud restante. Estos pozos permitirán delinear la red de flujo en profundidad y definir la magnitud de la incidencia de dicho nivel en el sistema hidrológico subsuperficial.

Fase Experimental

3. Muestreo de agua de pozos de los niveles superior e inferior

Se seleccionarán pozos de los niveles superior e inferior para llevar a cabo un muestreo de agua de los mismos. Esta operación tiene como objetivo la

caracterización química general del agua subterránea en los sectores aún no analizados y la determinación de la presencia de contaminantes.

4. Muestreo de agua en canales y zanjas de drenaje

Se muestreará el agua de los cursos superficiales en diferentes secciones, las cuales estarán relacionadas con las fuentes de contaminantes que, se sabe, son incorporados al agua subterránea y que serán corroboradas, también, con el análisis de los mapas de concentración de contaminantes generados en el punto anterior. El muestreo se efectuará a lo largo de un año en época de alto déficit de humedad (enero/febrero) y en la de máximos excesos hídricos (septiembre/octubre). Se analizará la relación de los potenciales elementos contaminantes hallados con los procesos particulares de cada planta.

Fase de Modelación

5. Modelado del flujo de agua subterránea

El modelo conceptual de funcionamiento del acuífero freático del área servirá de base para la modelación numérica tridimensional del flujo mediante el programa Visual MODFLOW V2.61 (Waterloo Hydrogeologic, 1997).

La modelación del flujo de agua en el acuífero libre en régimen estacionario se empleará como condición inicial de la futura simulación transitoria del flujo y transporte de sustancias, a realizar en una tercera etapa de investigación. Este proceso permitirá verificar el modelo hidrogeológico conceptual desarrollado previamente y constituirá una herramienta que permitirá estimar cualquier acción futura sobre el sistema.

Fase Final

6. Elaboración del Informe Final

5. Procesamiento de la información

La representación gráfica de las características químicas se realizará mediante: diagramas de Stiff (estelares) y Piper (triangulares), diagramas bidimensionales de dispersión, diagramas de frecuencia, perfiles hidroquímicos (concentración-profundidad), índices geoquímicos de agua, aplicación de software para graficación AquaChem y confección de los siguientes mapas hidroquímicos: total de sólidos disueltos (TSD), aniones (cloruros, bicarbonatos y sulfatos) y cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) principales, y de contaminantes en la medida que su distribución y concentración permita la representación espacial.

Los freatigramas obtenidos por el instrumental instalado (freatímetros digitales), permitirá la calibración de los programas computarizados de balance diario del

área (Código Visual Balan V.1, Samper et. al; 1999) y del suelo (programa Balshort V.3.; modificado de Carrica 1993). Una vez calibrados y validados, los programas podrán realizar estimaciones confiables de las variables de las interceptación vegetal, evapotranspiración real, escurrimiento superficial y subterráneo, recarga y de las variaciones diarias de humedad en el suelo.

El modelo conceptual de funcionamiento del acuífero freático del área, servirá de base para la modelación numérica tridimensional del flujo y transporte de sustancia mediante el programa Visual MODFLOW.

6. Capacidad científica y técnica del grupo de investigación y factibilidad del proyecto

La factibilidad de desarrollo de este proyecto se apoya en: los recursos humanos, equipamiento, instrumental, bibliografía e infraestructura de gabinete y laboratorio con los que cuenta la unidad de investigación de la Cátedra de Hidrogeología del Departamento de Geología de la U.N.S. La misma amerita la obtención de más de cuarenta y cinco subsidios para investigación otorgados por el CONICET, la CIC, la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNS y la Agencia Nacional de Promoción Científica, Tecnológica y de Innovación, FONCYT (PID N° 23/98).

El equipo de trabajo de la cátedra de Hidrogeología inició como tal su actividad en el año 1985 y mantiene hasta la actualidad una línea de acción dirigida a la investigación hidrogeológica, aplicada al aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos subterráneos y enfocada al mejoramiento y desarrollo socio-económico del sur de la provincia de Buenos Aires.

Es necesario enfatizar que dicha investigación no solo abarca la simple diagnosis hídrica sino también estudios experimentales de largo aliento, donde es necesario el diseño de equipos e instrumentación de campo para la medida de variables de interés, desarrollo y aplicación de nuevas técnicas de trabajo, elaboración de modelos matemáticos de funcionamiento de sistemas, como así también el procesamiento y análisis de datos y ensayos de laboratorio conducentes a la mejor evaluación cuantitativa de los fenómenos a los que está sometida el agua subterránea.

La cátedra de Hidrogeología del Departamento de Geología de la U.N.S. posee y utilizará el siguiente equipamiento e instrumental:

Denominación	Modelo	Estado de conservación	Otras Especificaciones
Limnígrafo-freatígrafo	LF-323	Nuevo	Registra y almacena oscilaciones de nivel de agua de pozos
Muestreador de agua para perforaciones	Solinst, Model 409	Nuevo	Con bomba centrífuga De bajo caudal
Perfilador de pozos de salinidad y temperatura	Tamann MM Model	Muy bueno	Determinación de temperatura y salinidad del agua
Registrador eléctrico	Mount Sopris MGX	Nuevo	Perfiles de Potencial

de pozos			Espontáneo, Gama natural y Resistividad.
Sonda de neutrones	Troxler, modelo 4300	Muy bueno	Determinar humedad de suelos
Cápsulas de succión	Soil measurements System, doble cámara	Muy bueno	Muestreo de agua intersticial del suelo
Bomba de vacío	Soil Measurements System	Muy bueno	Opera hasta -600 mbar desde superficie
Tensiómetros	Soil Measurements System	Muy bueno	Registra la tensión matricial de la ZNS
Tensímetro digital	Soil Measurements System	Muy bueno	Mide la tensión matricial en los tensiómetros
TDR	Modelo 6050X1 Trase System Soil Moisture Equipment Corp.	Muy bueno	Mide la humedad volumétrica del suelo
Infiltrómetro de tensión	Soil Measurements System	Muy bueno	Determina la permeabilidad saturada
PH metro	Cole-Palmer 5669-00	Nuevo	Medición de pH
Conductímetro	Cole-Parmer, 19815-00	Muy bueno	Medición de la conductividad eléctrica del agua
Sonda piezométrica	A.Ott	Nueva	Medición de nivel de agua en pozos
Camioneta	Patrol 4 x 4	Muy buena	Vehículo para movilidad en campo
Soft para modelar flujo y transporte de contaminantes en medio no saturado	VS2DT	En uso	Modelación para simulación de flujo y transporte de contaminantes en una dimensión
Soft para modelar flujo subterráneo y transporte de contaminantes	Visual Modflow	En uso	Modelación ambiental para simulación de flujo y transporte de contaminantes en tres dimensiones
Grupo electrógeno	Tecumseh 3300 W	Muy bueno	Unidad portátil para operaciones en campo
Notebook	Compaq	Muy bueno	PC portátil para operaciones de campo
Tres PC	64 Mb de RAM, 8 Gb	Muy buenas	c\Copiadoras de CD
Medidor del potencial redox	Geolec, electrodo de Pt	Muy bueno	Medición del potencial de óxido-reducción

7. Necesidades y contribuciones

La mano de obra para la realización de aforos en canales y zanjas será aportada por la Municipalidad de Bahía Blanca. Los costos para la ejecución de 5 pozos de monitoreo, de unos 12/15 metros de profundidad serán cubiertos por la Municipalidad de Bahía Blanca, como así también su nivelación. En tanto que el control de las tareas de perforación estarán a cargo de la Cátedra de Hidrogeología. Por último la realización de los análisis químicos de agua superficial y subterránea estará a cargo de la Municipalidad.

8. Tiempo de ejecución, costo del estudio y forma de pago

El tiempo de ejecución del estudio se estima en un año y dos meses a partir del mes de Abril de 2003. Su costo se fija en \$ 28.600 (Pesos veintiocho mil seiscientos). Se propone la siguiente forma de pago: 20% con la orden de compra, 12 cuotas mensuales de \$ 1.200 (pesos un mil doscientos) a partir de los 60 días de la fecha de la orden de compra, y el saldo contraentrega del informe final.

Aportes de Agua a la Ría de Bahía de Blanca

Comité Técnico Ejecutivo

Diciembre 2004

Realizado por:
Heffner, Matías
Colaboradores:
Ing. Bodnariuk, Pedro
Ing. López, Fabricio
Ing. Vaschetti, Guillermo
Dr. Leandro Konopny

Introducción

Se realizó un estudio de los aportes de agua que recibe la Ría de Bahía Blanca diariamente.

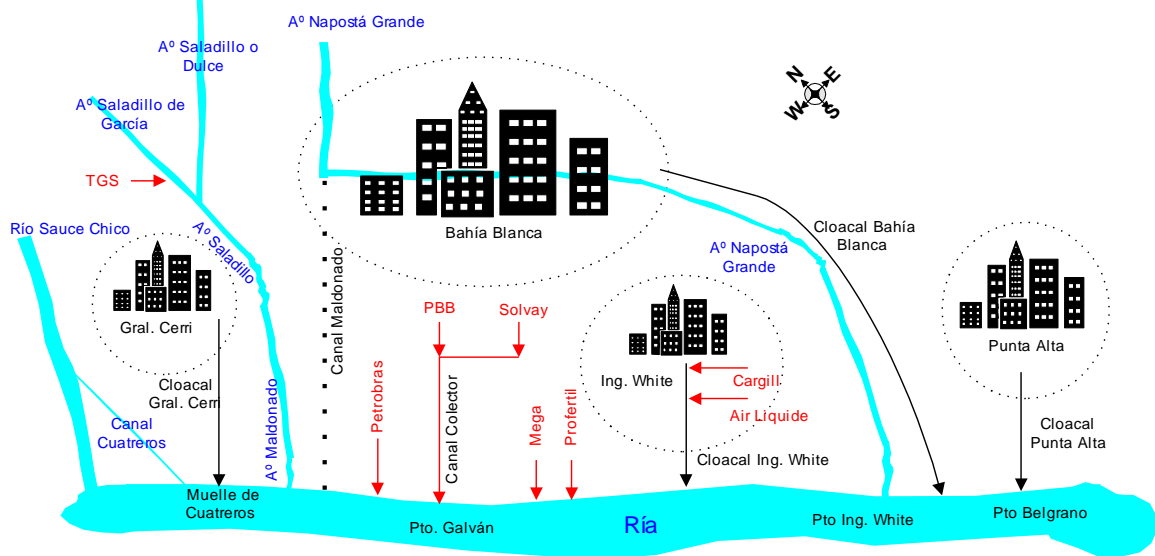
Dicho estudio contempló la orilla norte de la Ría de Bahía Blanca tomando en cuenta el área comprendida desde la desembocadura del Río Sauce Chico hasta puerto Belgrano inclusive.

Esta zona abarca toda el área poblada sobre la costa de la Ría conjuntamente con la influencia de las industrias y el aporte de los principales ríos que en ella desaguan.

Se consideran los aportes

- Cloacales.
- Industriales.
- Superficiales.
- Subterráneos.

En la siguiente figura se pueden observar la ubicación de los distintos ríos y canales de desagües que se tendrán en cuenta en este trabajo.



Aporte Cloacal

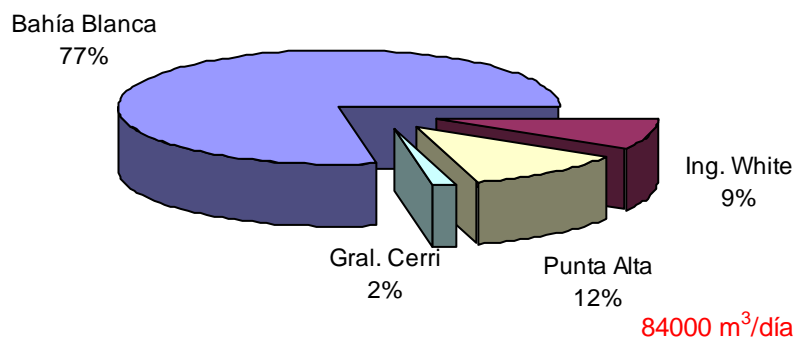
En este punto se consideran los aportes de Bahía Blanca, Ing. White, Punta Alta y Gral. Cerri.

- *Bahía Blanca*: 65000 m³/día ¹
- *Ing. White*: 7500 m³/día (*)
- *Punta Alta*: 10000 m³/día (*)
- *Gral. Cerri*: 1500 m³/día (*)

(*) Valores estimados con un factor de 0.2 m³/día x hab.

Finalmente el aporte cloacal es de 84000 m³/día. (no se considera Cargill y Air Liquide que realizan sus descargas en el colector de Ing. White)

Mostrándose la distribución porcentual por ejido urbano en el gráfico siguiente



Aporte Industrial

En este punto se consideran las plantas de mayor aporte a la Ría.

Descarga directa a la Ría:

- *Profertil*: 3900 m³/día
- *Petrobras*: 690 m³/día
- *Mega*: 340 m³/día

Estas empresas aportan un caudal 4930 m³/día a la Ría.

Descarga por medio del Canal Colector:

- *Solvay-Indupa*: 3170 m³/día
- *HDPE*: 120 m³/día
- *LCH-I*: 1280 m³/día
- *LCH-II*: 340 m³/día
- *LDPE*: 380 m³/día
- *EPE*: 45 m³/día

¹ Valor medido en la planta de tratamiento de residuos cloacales de Bahía Blanca.

Por lo tanto el canal colector aporta un caudal de 5335 m³/día.

Descarga por medio del colector cloacal de Ing. White:

- *Cargill*: 864 m³/día.
- *Air Liquide*: 336 m³/día.

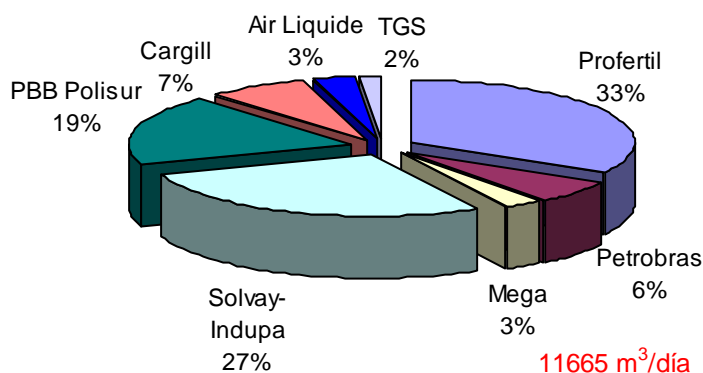
Estas Empresas aportan un caudal de 1200 m³/día.

Descarga por medio del Arroyo Saladillo de García:

- TGS: 200 m³/día.

Finalmente el caudal total que aportan las empresas a la Ría es de 11665 m³/día.

La discriminación de la descarga de los efluentes líquidos industriales se muestra en el siguiente gráfico.



Aporte Superficial

La red de drenaje superficial en el área está compuesta por los siguientes cursos principales: Río Sauce Chico, A^o Napostá Grande, Canal Maldonado (canalización del drenaje natural), A^o Saladillo de García y Dulce estos dos últimos componen el A^o Maldonado.

El A^o Napostá Grande nace en la Sierra de la Ventana, donde recibe los mayores aportes a su caudal. El caudal medio de este curso a la altura del estuario es de 1m³/seg. (aprox. 86400 m³/día)².

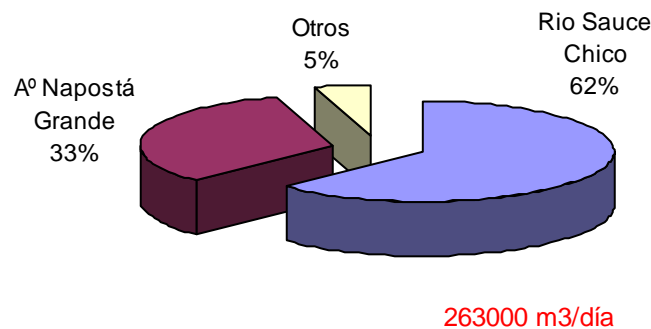
²Jorge Carrica 1998. Tesis doctoral (inédita) "Hidrogeología de la cuenca del arroyo Napostá Grande". UNS.

El Río Sauce Chico también tiene sus nacientes en el sistema serrano y descarga una media anual de 1.9 m³/seg. (aprox. 164000 m³/día) de agua en las cabeceras del estuario, a aproximadamente 10 Km de Puerto Galván.

El comportamiento de los cursos principales es similar para la época de máximas precipitaciones, pero sufre cierta disociación durante las épocas invernales más secas.

Finalmente el aporte superficial total es de 263000 m³/día.

El siguiente gráfico muestra las relaciones porcentuales de aportes a la ría.



Aporte Subterráneo

En el área de estudio, la evapotranspiración es relativamente alta. Esta característica se debe a la relación entre las variables meteorológicas (temperatura, viento, humedad, etc.), características geológicas y geomorfológicas. Esto provoca que los movimientos verticales de agua sean más importantes que los horizontales; a ello se le agrega el hecho de que el gradiente hidráulico local es muy pequeño.

El flujo subterráneo local conforma una superficie freática relativamente plana, modificada por la acción de obras de relleno y nivelación del terreno. En ese sentido, es importante considerar no solo obras del Polo Petroquímico y las vías férreas, sino también el relleno proveniente de las obras de dragado del canal principal.

La dinámica del flujo subterráneo está relacionada con los movimientos en el nivel de base de descarga a partir de sus posiciones de bajamar y pleamar.

Para considerar este tipo de aporte se supone que es válida la ley de Darcy, la cuál indica que el flujo de agua a través de una columna de arena es proporcional a los cambios de carga hidráulica y al área transversal de flujo, e inversamente proporcional a la longitud de la columna de arena. Los cambios de carga hidráulica con la longitud de la columna de arena se resumen en el gradiente hidráulico, el cual describe las alteraciones que influyen en la pérdida de carga (o energía) a medida que el agua fluye a través de los materiales porosos.

$$Q \text{ [m}^3\text{/día]} = -Kc \text{ [m/día]} \cdot A \text{ [m}^2\text{]} \cdot \partial h/\partial L \quad (1)$$

Donde Kc es el valor de la permeabilidad del suelo, A el área de flujo, y $\partial h/\partial L$ es el gradiente hidráulico.³

Para estimar el aporte subterráneo se definen cuatro zonas distintas:

- Zona 1: abarca la costa del puerto Galván.
- Zona 2: abarca la costa donde se ubica Mega.
- Zona 3: abarca la costa donde se ubica Profertil.
- Zona 4: abarca el resto de la costa que incluye el área de estudio, y que no esta contenida en las 3 zonas anteriores.

Se calcula un caudal diario para cada zona teniendo en cuenta :

Se adopta un único valor de Kc que es un promedio de los valores hallados en la bibliografía².

Del mapa de nivel freático actual⁴ se obtienen los valores de gradiente hidráulico para las tres primeras zonas, y para la zona restante se adopta como válido el promedio de los otros tres.

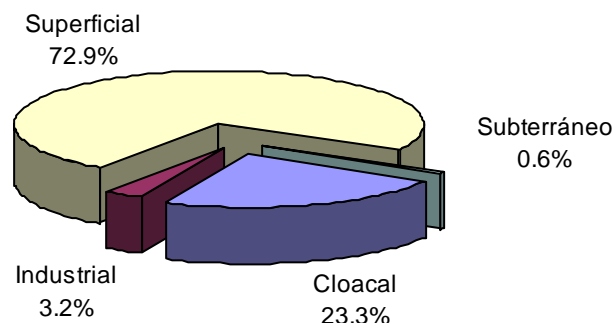
Se calcula el área de flujo para cada zona. Ésta es el producto entre el espesor de la napa y la distancia a lo largo de la costa.

Con la ecuación (1) se obtienen los caudales de cada zona individual, luego la suma de los mismos permite obtener el caudal global que aportan las napas.

El cálculo muestra un aporte directo de las aguas subterráneas a la ría de 2000 m³/día.

Contribución global

El flujo total que descarga en la ría es de aprox. 360000 m³/día., discriminado porcentualmente como se muestra en el siguiente gráfico.



³LaGrega M.D.; Buckingham, P. L.; Evans, J.C. (1996), "Gestión de Residuos Tóxicos: Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos", McGraw-Hill.

⁴ Informe de Hidrodinámica del área costera de Ing, White, cátedra de Hidrogeología de la UNS, Departamento de Geología. (Carrica *et. al.* 2003)

Conclusiones

La mayor contribución hídrica a la ría está dada por la cuenca superficial del Río Sauce Chico y el Arroyo Napostá Grande.

Pequeñas concentraciones de contaminantes arrastrados a la cuenca, como herbicidas, pesticidas, fertilizantes, desechos clandestinos, etc. impactan significativamente en el cuerpo receptor⁵.

La segunda contribución hídrica esta dada por los efluentes cloacales que son proporcionales a la población de cada ejido urbano.

Mayoritariamente estos aportes son descargados sin tratamiento. A modo de ejemplo la descarga cloacal de Bahía Blanca solo es sometida a un proceso de desbastado (remoción de sólidos). Este reducido tratamiento unido a las descargas al colector cloacal de pequeñas y medianas industrias (frigoríficos, fábricas de productos alimenticios, etc.) generan un impacto importante en la ría.

Los aportes industriales son bajos (3.2%), siendo las contribuciones más importantes las de Profertil, Solvay-Indupa y PBB-Polisur.

Todos las plantas del polígono industrial realizan tratamientos a sus efluentes líquidos, siendo estas descargas monitoreadas periódicamente por personal del CTE.

Finalmente los aportes subterráneos son muy bajos (0.6%) indicando un muy bajo impacto en el cuerpo receptor, sobre estas napas el CTE también realiza controles permanentes en una grilla de pozos de monitoreo.

Los resultados tampoco muestran en este caso concentraciones de contaminantes importantes excepto hidrocarburos.⁶

Bibliografía

- Jorge Carrica 1998. Tesis doctoral (inédita) "Hidrogeología de la cuenca del arroyo Napostá Grande". UNS.
- LaGrega M.D.; Buckingham, P. L.; Evans, J.C. (1996), "Gestión de Residuos Tóxicos: Tratamiento, eliminación y recuperación de suelos", McGraw-Hill, Madrid.
- Informe de Hidrodinámica del área costera de Ing, White, cátedra de Hidrogeología de la UNS, Departamento de Geología. 2003
- Metcalf & Hedí (1996), "Ingeniería de aguas residuales: Redes de alcantarillado y bombeo", McGraw-Hill.

⁵ Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca. IADO. Bahía Blanca 2003.

⁶ Informe de Hidrodinámica del área costera de Ing, White, cátedra de Hidrogeología de la UNS, Departamento de Geología. (Carrica *et. al.* 2003)

- Programa de Monitoreo de la Calidad Ambiental de la Zona Interior del Estuario de Bahía Blanca. IADO. Bahía Blanca 2003.
- Mediciones realizadas por personal del CTE en los canales de aforo industriales y en la planta de tratamiento de residuos cloacales de Bahía Blanca.
- Estudio de impacto ambiental TGS, realizado por Inspectorate SA.
- Apuntes de la cátedra de Tratamiento de Efluentes y Residuos Sólidos de la Universidad Nacional del Sur.
- Consulta directa a la cátedra de Hidrogeología de la Universidad Nacional del Sur.

Monitoreo del Acuífero Freático

Comité Técnico Ejecutivo

Diciembre 2004

PROTOCOLO DE INFORME

Fecha de Muestreo: 17/12/03

Lugar: Pozos de Monitoreo de Agua Subterránea 1, 2, 3.

Resultados

<u>ANALITO</u>	RESULTADOS		
	POZO N° 1	POZO N° 2	POZO N° 3
pH	8.02	8.09	7.25
Conductividad (µs/cm)	38000	22800	92500
Turbidez (NTU)	42	40	20
Oxígeno disuelto (mg/l)	2.16	0.85	0.90
Temperatura (°C)	16.6	17.0	17.5
Sólidos sedimentables 10' (ml/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sólidos sedimentables 2h (ml/l)	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Sólidos Totales (mg/l)	2135	1372.5	25140
Sólidos Fijos (mg/l)	1732.5	945	20162.5
Sólidos Volátiles (mg/l)	402.5	427.5	4977.5
DQO (mg/l)	36	26	36
Nitratos (mg/l)	55	71	150
Nitritos (mg/l)	0.8	0.6	< 0.1
Nitrógeno total (mg/l)	0.37	0.37	0.93
Amonio (mg/l)	0.28	0.25	0.43
HC tot (mg/l)	0.2	0.3	0.3
Grasas y Aceites (mg/l)	0.4	0.4	0.4
Sodio (mg/l)	862	423	6305
Potasio (mg/l)	40	23	2933
Calcio (mg/l)	42.1	96.5	368.4
Magnesio (mg/l)	42.1	32.4	1000
Hierro (mg/l)	0.09 / 0.53	0.02 / 0.41	0.08 / 0.12
Mercurio (mg/l)	< 0.005	< 0.005	< 0.005
Plomo (mg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Cobre (mg/l)	0.08 / 0.12	0.12 / 0.12	/ 0.19
Cromo (mg/l)	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Zinc (mg/l)	0.08 / < 0.25	0.29 / 0.43	0.16 / 0.31
Níquel (mg/l)	< 0.05	< 0.05	< 0.05
1-2 EDC (mg/l)	< 1	< 1	< 1

Pozo 1: vagón doblado

Pozo 2: intersección pluviales

Pozo 3: lateral Air Liquide

PROTOCOLO DE INFORME

Fecha de Muestreo: 05/12/03

Origen: Pozo de Monitoreo

Lugar: Zona Land Farming Eg3

Metodología:

Se realizaron tres pozos de monitoreo, manualmente con pala hélix hasta atravesar la capa freática unos 50 centímetros. A través de las perforaciones se tomaron muestras del líquido de la napa freática y se efectuaron análisis de parámetros fisicoquímicos cuyos resultados se muestran en las tablas adjuntas.

Resultados

ANALITO		RESULTADOS	
		Pozo 1 (aguas abajo)	Pozo 2 (aguas arriba)
1	DQO (mg/l)	1320	165
2	Nitratos (mg/l)	0.02	10
3	Nitritos (mg/l)	0.01	0.01
4	HC tot (mg/l)	< 1	< 1
5	Hierro (mg/l)	0.24	0.31
6	Mercurio (mg/l)	< 0.001	< 0.001
7	Plomo (mg/l)	0.05	0.05
8	Cobre (mg/l)	< 0.05	< 0.05
9	Cromo (mg/l)	< 0.005	0.02
10	Zinc (mg/l)	0.25	0.24
11	Níquel (mg/l)	< 0.005	< 0.005
12	Cadmio (mg/l)	< 0.005	< 0.005

Técnica Analítica

1. HACH 8000
2. Espectrofotométrico
3. Espectrofotométrico
4. IR/418.1
5. Absorción atómica – Horno de grafito
6. Absorción atómica – Vapor frío
7. Absorción atómica – Horno de grafito
8. Absorción atómica - Horno de grafito
9. Absorción atómica - Horno de grafito
10. Absorción atómica - Horno de grafito
11. Absorción atómica – Llama
12. Absorción atómica - Horno de grafito