

CURSOS DE AGUA DE MONTEVIDEO CUENCA DEL ARROYO MIGUELETE

*Ing. Quím. Alicia Raffaele, Lic. Hernán Méndez, Ing. Civil H/S Daniel Nogueira,
Bach. Quím. Jorge Acosta, Bach. Quím. Verónica González, Est. Ing. H/A Rafael Bernardi,
Est. Ing. H/A Tania Paez.*

Unidad de Efluentes Industriales. División Saneamiento - Departamento de Desarrollo Ambiental
Intendencia Municipal de Montevideo - Avda. 18 de Julio 1360 6° piso - CP 11200
uei@piso6.imm.gub.uy

SUMARIO

El presente artículo muestra un panorama general de la situación de los recursos hídricos de la cuenca del Arroyo Miguelete, y el impacto del parque industrial que afecta a la misma, basándose en un trabajo realizado en la Unidad de Efluentes Industriales de la Intendencia Municipal de Montevideo.

Se indican valores de monitoreos del curso de agua y de sus principales afluentes, así como un relevamiento de la zona en cuanto a número de habitantes y su comparación con el parque industrial, especificando los caudales y cargas contaminantes vertidos por cada ramo industrial.

Por último se llevó a cabo un análisis de situación y se estudió la vulnerabilidad del arroyo, tomando como referencia la normativa vigente -Código de Aguas, Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las Aguas (Decreto 253/79 y modificativos)

ABSTRACTS

This paperwork present a general view of the water resources situation at the basin of the Miguelete brook. What is more it would evaluate the environmental impact produced by the industries around it based on the researchs made at the «Unidad de Efluentes Industriales» (Intendencia Municipal de Montevideo). This work involves samples of the basin and its affluents specifying the flow and contaminating charge spilled by each kind of industry. Furthermore, this paper covers the study of the area taking into account its inhabitants in comparison to the industries.

Finally it was made a situation analysis and a vulnerability study of the brook taking as a reference the normative in force - Código de Aguas, standards to prevent environment contamination by means of the water control-(Dec. 253/79 and modifications).

1. BREVE HISTORIA DE LA ZONA

El Arroyo Miguelete acompaña la historia de crecimiento de la ciudad de Montevideo. Hacia 1720, se hablaba del Arroyo de los Voluntarios y luego del Arroyo de los Miguelete.

Precisamente sobre el Arroyo Miguelete, Bruno Mauricio de Zabala repartió a los primeros colonos las tierras más fértiles, creándose así las

quintas que alimentaban la ciudad.

En 1749, la orden religiosa de los jesuitas instala un molino a sus orillas, con lo cual se constituye el Paso del Molino, en lo que hoy es la Avenida Agraciada.

El Miguelete poseía varios pasos como el paso del Molino, el de las Duranas, el de Casavalle, el de la Española y el del Sauce (Orestes Araujo, 1912). (5)

Las grandes quintas, el arroyo y sus arboledas fueron transformando a la zona en un paseo, así en 1892 Orestes Araujo, lo presentaba entre los lugares más bellos de la capital, mencionando especialmente el paso del Molino y el paso de las Duranas «en las risueñas márgenes del Miguelete, por los delicados jardines y casas de recreo que constituyen la residencia y el paseo favorito de la sociedad más distinguida de Montevideo». (5)

Era conocido por sus crecidas, que inundaban las márgenes en una amplia extensión, alcanzando casas y muchas veces arrastrándolas. Por esta razón, en la década del 40 se realizaron los primeros trabajos de regularización, rectificación y canalización en el tramo más urbano, mejorando el escurrimiento de las aguas y eliminando los problemas de inundaciones. Sin embargo, la tala de los bosques nativos de las márgenes del arroyo y la ocupación de los espacios libres de vegetación por parte de poblaciones carentes de viviendas, dieron lugar a la formación de los actuales asentamientos precarios, en permanente expansión.

En épocas más recientes la ciudad se extendió en la cuenca del arroyo, provocando la progresiva contaminación doméstica e industrial del curso, que pasó de constituir un elemento paisajístico y nucleador de actividades recreativas a ser un mero transporte de residuos.

2. DESCRIPCION DE LA CUENCA

El A° Miguelete nace en las estribaciones de la Cuchilla Pereira próximo al nacimiento del A° Las Piedras y del A° Toledo, en el límite con el departamento de Canelones. Atraviesa el departamento de norte a sur, desembocando en la Bahía de Montevideo.

A lo largo de su recorrido, recibe el aporte de varios tributarios importantes, que junto con otros cursos de agua menores constituyen una cuenca de área de impacto de aproximadamente 165 Km² (ver Tabla 2.1). (1)

2.1. Principales afluentes del A° Miguelete

Arroyo Mendoza :

Tiene sus nacientes próximas al Camino de las Colmenas en la zona noreste del departamento y corre en dirección sur cambiando su curso hacia el oeste poco antes de su desembocadura en el A° Miguelete. Su curso transcurre primero por una zona rural para luego entrar en una zona industrial.

Cañada Pajas Blancas :

Nace en las proximidades del cruce entre la calle Camino de las Tropas a la Cuchilla Pereira y la calle César Mayo Gutiérrez. Su cauce se dirige con dirección sureste recibiendo cuatro brazos o cañadas secundarias. Finalmente desemboca en el A° Miguelete entre las calles Carlos A. López y Camino Durán.

Canal Casavalle :

El Canal Casavalle está ubicado en la zona urbana; su curso tiene dirección este-oeste y atraviesa el Cementerio del Norte previo a su desembocadura en el A° Miguelete próximo a Camino Edison.

TABLA 2.1. Dimensiones de la Cuenca y Sub-cuencas del A° Miguelete:

Curso	Área de la Cuenca Topográfica (Km ²)	Área real de impacto sobre la Cuenca (Km ²)	Longitud (Km)
A° Miguelete	113.6	97	20.9
A° Mendoza	30.2	30.2	11.7
Canal Casavalle	10	10	3.7
Cda. Pajas Blancas	13.5	13.5	6.5
Cda. de la Chacarita*	14	14	6
TOTAL		164.7	

Fuentes: (1) y (12)

* Se encuentra ubicada en la cuenca geográfica del Arroyo Carrasco y desde el año 1990 se realiza una exportación de caudales en tiempo seco hacia el A° Miguelete por medio de bombeo.

2.2. Población que afecta a la unidad funcional Miguelete

TABLA 2.2

Area de Saneamiento	Población estimada
<i>Saneamiento existente</i>	
Miguelete-Margen Derecha*	68.000
Miguelete-Margen Izquierda*	109.000
Paraguay Norte	92.000
Barrio Instrucciones	2.000
La Teja	15.000
Puerta de Rieles**	13.000
Piedras Blancas-Jardines del Hipódromo	37.000
Sub-Total	336.000
<i>Saneamiento incluido dentro de obras del PSU III ***</i>	
Peñarol	33.000
Casavalle 3era Sección	11.000
Casavalle Cda. Matilde	11.000
Manga	14.000
Bola de Nieve	11.000
Bolizo-Lanza	4.000
Zona Industrial Cda. Pajas Blancas	1.000
Sub-Total	85.000
TOTAL	421.000

Fuente: «Formulación del Plan Director de Saneamiento de Montevideo»; C..5; Consorcio SOGREAH-SEURECA-GKW-CSI.

* Incluyen los Barrios: Belvedere, Sayago, Lavalleja, Capurro, 19 de Abril, Prado, Brazo Oriental, Bolivar, Villa Española, Perez Castellano, Ituzaingó, Cerrito y Marconi.

** Pertenecen a la Sub-Cuenca Chacarita.

*** Plan de Saneamiento Urbano III.

La contaminación de origen doméstico proveniente de la población que afecta actualmente al Arroyo Miguelete (considerando las áreas con saneamiento) es de 336.000 habitantes aproximadamente (Tabla 2.2), lo que representa casi el 24 % de la población total del departamento.

Por otro lado, a partir de este número, es posible hacer una comparación entre la contaminación orgánica de origen industrial y doméstico, lo que permitirá establecer en que medida se puede lograr una disminución del nivel de la contaminación total con un mejoramiento en el tratamiento de los efluentes a nivel industrial.

3. CONTAMINACION INDUSTRIAL

Respecto a la situación industrial, el número de industrias relevadas de la cuenca del Arroyo Miguelete es de 67. De estas, 49 industrias presentan vertimientos, las restantes presentan descargas puntuales mínimas, recirculación del efluente, retiran con barométrica o se encontraban cerradas en el período considerado. De las industrias que afectan el curso de agua, 38 vierten a colector y 11 vierten en forma directa al mismo (incluyendo los vertimientos por infiltración de sus efluentes). Asimismo, se encuentran aquí comprendidas las industrias relevantes de la sub-cuenca Chacarita, cuyos efluentes son trasvasados por medio de la estación de bombeo Chacarita,

Sucesión de Jorge F. Zunino

**Productos químicos industriales,
especiales y a façon.**

Siliconas. Aerosoles

ESTIVAO 1975 - CP 11600 Montevideo
Telefax. 481 0161 - E-mail: lamanyl@adinet.com.uy

de la Cuenca del Arroyo Carrasco a la cuenca del Arroyo Miguelete.

Para determinar la situación en que se encuentran los vertimientos, se realizan monitoreos de las industrias determinándose la concentración de

contaminantes presentes en los mismos.

En las Tablas 3.1.1 y 3.1.2 se observan los promedios por ramo, considerando los aportes directos a curso y los aportes más significativos de la sub-cuenca Chacarita. (13).

3.1 Caudales y cargas contaminantes vertidas por cada ramo industrial

TABLA 3.1.1. Caudales y cargas contaminantes vertidas a la Cuenca del Arroyo Miguelete.

	Número de Industrias	Caudal (m ³ /día)	B.D.O. (Kg/día)	D.Q.O. (Kg/día)	Grasas y Aceites (Kg/día)	Amonio (Kg/día)	Hab. eq.
Curtiembres	10	832	1.158	2.755	266	123	23.160
Lav. de Lana	4	829	3.575	13.344	3.019	115	71.500
Textiles	7	1.469	230	991	96	6	4.600
Químicas	4	51	170	482	36	1	3.400
Chacinerías	6	391	644	1.015	150	15	12.880
Mataderos	3	1.369	204	532	61	190	4.080
Papeleras	1	45	13	28	0	0	260
Alimenticias	5	290	208	952	6	3	4.160
Lav. de ropa y botellas	5	1.246	203	425	1	0	4.060
Metalúrgicas y galv.	4	42	11	45	1	0	220
TOTALES	49	6.564	6.415	20.569	3.636	453	128.320

* Se excluyen aquellas que no presentan vertimiento o que se encontraban cerradas en el período considerado.

TABLA 3.1.2. Caudal y cargas contaminantes aportadas por las industrias de la Sub-cuenca Chacarita (cuenca del Arroyo Carrasco).

	Número de Industrias	Caudal (m ³ /día)	B.D.O. (Kg/día)	D.Q.O. (Kg/día)	Grasas y Aceites (Kg/día)	Amonio (Kg/día)	Hab. eq.
Curtiembres	4	192	144	334	20	23	2.880
Lav. de lana	1	349	1.604	7.151	1.529	35	32.080
SUB-TOTAL	5	541	1.748	7.485	1.549	58	34.960

* Se excluyen aquellas que no presentan vertimiento o que se encontraban cerradas en el período considerado.



Teniendo en cuenta la población estimada que afecta actualmente la unidad funcional Miguelete (336.000 habitantes), se desprende que la contaminación orgánica de origen industrial (128.000 hab. equivalentes), corresponde al 28% de la contaminación orgánica total (doméstica e industrial).

De los cuadros anteriores también se observa que el aporte en carga orgánica de las industrias ubicadas en la Sub-cuenca Chacarita corresponde al 27% del total industrial. Sólo el lavadero de lanas aporta el 25% de la carga orgánica y el 42% de la carga de grasas de todas las industrias de la cuenca, lo que demuestra su importancia desde el punto de vista de la contaminación. En la actualidad, estos efluentes junto con las descargas domésticas de la zona, son trasvasados al Miguelete mediante la Estación de Bombeo Chacarita, situación que será revertida por obras incluidas en el Plan de Saneamiento Urbano III (PSU III), las cuales implican el trasvase de los mismos al Sistema Costero. Esta modificación en la disposición de dichos efluentes, traerá aparejado una disminución importante en las cargas contaminantes aportadas al arroyo Miguelete. En el caso de la carga orgánica total (industrial y doméstica), puede considerarse que la disminución será del orden del 18 %, sólo por este concepto. (13)

3.2. Gráficos correspondientes a las cargas vertidas al A° Miguelete por los distintos ramos

En el Gráfico 3.2.1. se presenta el porcentaje del caudal total aportado por cada ramo, mientras que en el Gráfico 3.2.2. se aprecia el porcentaje de aporte de carga orgánica.

Gráfico 3.2.1 Distribución de caudales

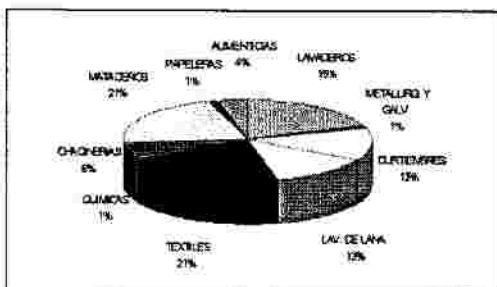
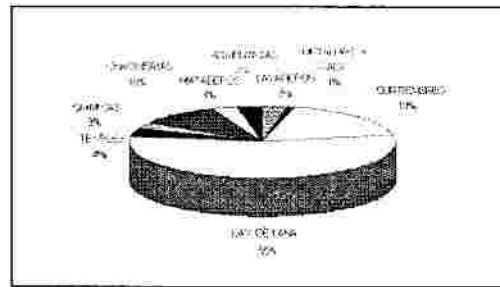


Gráfico 3.2.2 Distribución de la carga orgánica



De la distribución de caudales y cargas entre los distintos ramos, se puede observar una característica importante que pone de manifiesto la diferencia entre los efluentes de cada uno. Si bien los ramos Textil y Mataderos son los que tienen el mayor volumen de efluente (21% cada uno), no son los más contaminantes de materia orgánica. Por otro lado el ramo Lavadero de lanas se encuentra en cuarto lugar en volumen de efluente vertido (13%), siendo sin embargo lejos el más contaminante en materia orgánica (55%), seguido del ramo Curtiembres (18%). Los ramos Textil y Mataderos juntos suman el 7% de la carga orgánica industrial. (13)

TABLA 3.2.1 Parámetros específicos del ramo curtiembre

RAMO	Número de ind.	Caudal (m ³ /día)	Cromo (Kg/día)	Plomo (Kg/día)	Sulfuro (Kg/día)
Curtiembres	10	832	71	19	9

TABLA 3.2.2 Parámetros específicos del ramo lavaderos de lanas

RAMO	Número de ind.	Caudal (m ³ /día)	Grasas Libres (Kg/día)	Grasas y aceites (Kg/día)
LAV. DE LANAS	4	829	256	3.019

3.3 Comentarios

En las **curtiembres** el principal problema se presenta con los metales pesados cromo y plomo, y los altos niveles de sulfuro en los efluentes, en general de las que realizan pelambre. Este último involucra la formación, en medio ácido, de gas

sulfhídrico, que, en el aire, a una concentración mayor a 100mg/l comienza a producir irritaciones de los ojos y de las vías respiratorias, y al aumentando la concentración las consecuencias son más graves, hasta incluso ocasionar la muerte. (2),(7).

En este ramo la situación se ve agravada por el número importante de industrias que trabajan zafalmente sin dedicarle el mínimo de atención a los parámetros de sus vertidos y que resultan difíciles de controlar por estar solo dos o tres meses trabajando por año.

Como se observa en el Gráfico 3.2.2, las curtiembres de la Cuenca aportan aprox. el 18% de la carga orgánica industrial.

Otro de los ramos difíciles desde el punto de vista del tratamiento de sus efluentes, es el correspondiente a los **lavaderos de lana**. En este se aprecian dos situaciones. Por un lado, se encuentra aquel lavadero que disponiendo de terreno suficiente e invirtiendo con el fin de disminuir sus cargas contaminantes, no logra bajarlas lo suficiente, llegando sólo a alcanzar cierta estabilidad en las cargas vertidas, a pesar de tener un elevado rendimiento en la remoción de materia orgánica. Por otro lado, se tienen aquellas industrias que disponen sólo de sedimentadores que incluso resultan deficientes para los caudales vertidos. Debe tenerse en cuenta que este ramo contribuye con aprox. el 56% de la carga orgánica industrial, y el 15% de la total (industrial más doméstica), mientras que con respecto a la carga de grasas y aceites, esta equivale al 83% de la aportada por todos los ramos de la Cuenca, lo que pone de manifiesto la relevancia desde el punto de vista contaminante de este ramo.

Respecto a los otros ramos se realizaron las siguientes observaciones:

- En lo que respecta a las industrias **químicas** en general, los caudales vertidos son pequeños ya sea por necesidades de proceso o por recirculación, siendo los valores aceptables dentro de lo exigido.

- En el ramo de **metalúrgicas y galvanoplastia** también los caudales del efluente son bajos, contando en general con descargas puntuales de los baños los cuales poseen una elevada con-

centración de metales (cromo, níquel, zinc, etc.) y pH extremos.

- Para los ramos de **chacinerías, mataderos y alimenticias** en su conjunto, los valores más comprometidos son las grasas y aceites y la carga orgánica, siendo esta última aprox. el 16% del total vertido por las industrias. Las chacinerías cuentan en general con cámaras desengrasadoras resultando insuficientes para el tratamiento. En cambio, los mataderos disponen en general de grandes predios para la construcción de plantas, que permiten disminuir la concentración de materia orgánica en sus vertidos. Sin embargo muchos no logran el cumplimiento de la normativa ya que en su mayoría, estas industrias por su ubicación, vierten a curso de agua, y la calidad de vertido para este caso es más exigente.

- En cuanto a los **lavaderos** de ropa como los de botellas, el parámetro más importante a tener en cuenta es el pH, debido al uso de soda para realizar el lavado, lo cual da por resultado un efluente con elevada alcalinidad, si no se realiza una adecuada etapa de neutralización antes de su vertido.

- Por su parte, en el ramo **textil**, los valores de los parámetros están dentro de los valores máximos permitidos por la normativa para los distintos tipos de vertimiento, ya sea a curso de agua o colector, aunque hay que tener en cuenta que últimamente, la producción de este ramo se vio disminuida notablemente por razones de mercado.

Cabe destacar que muchas industrias se encuentran amparadas por plazos para ampliar sus proyectos, o los mismos se encuentran a estudio por parte de la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DI.NA.M.A.), perteneciente al Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (M.V.O.T.M.A.). Por este motivo se tolera que los efluentes de dichas industrias no cumplan aún con los valores de la normativa vigente.

3.4 Evolución del aporte de carga orgánica

En la Tabla 3.3.1 se observa la evolución de la carga orgánica industrial vertida a la cuenca del Arroyo Miguelete, en el período 96-98, en habi-



tantes equivalentes.

En la Tabla 3.3.2 se plantea la relación entre la carga (en habitantes equivalentes) y las industrias que la generan, considerando para esto las mismas industrias en los tres años, para que fuera comparativo. Las industrias consideradas en esta comparación contribuyen con más del 80% de la carga orgánica industrial. (11),(13),(14)

TABLA 3.3.1

Año	Nº ind.	Hab.eq.	Hab.eq/ind.
1996	22	121.692	5.531
1997	39	187.540	4.809
1998 Segundo Semestre	49	128.480	2.622

TABLA 3.3.2

(tomando las mismas industrias los 3 años)

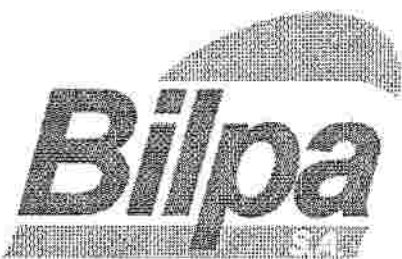
AÑO	1996	1997	1998
HAB.EQ./IND.	8.218	9.226	5.833

Debe observarse que pese a que se ha ido ampliando el número de industrias relevadas, no se observa un incremento en la carga total, hecho que se explica por dos factores preponderantes: a) los descensos en la producción, y b) la incorporación de nuevas unidades en las plantas de tratamiento aumentando la eficiencia de remoción, principalmente en los más importantes desde el punto de vista del impacto en el medio ambiente.

4. CONTAMINACIÓN DEL ARROYO

Con la finalidad de estimar la afectación que tienen sobre el curso de agua los efluentes industriales, se realizaron una serie de monitoreos.

Estos permiten determinar el nivel de contaminación de las aguas a lo largo del curso del A° Miguelete y de sus afluentes. En el Esquema 4.1 se presentan las estaciones de muestreo, seleccionadas por ser puntos significativos y tener fácil accesibilidad. (13)



SANTA FE 1131
 TELS.: 209 33 43* - FAX: 209 06 87
 E-MAIL: BILPASA@ADINET.COM.UY
 MONTEVIDEO - URUGUAY

NUESTRA LINEA DE PRODUCTOS

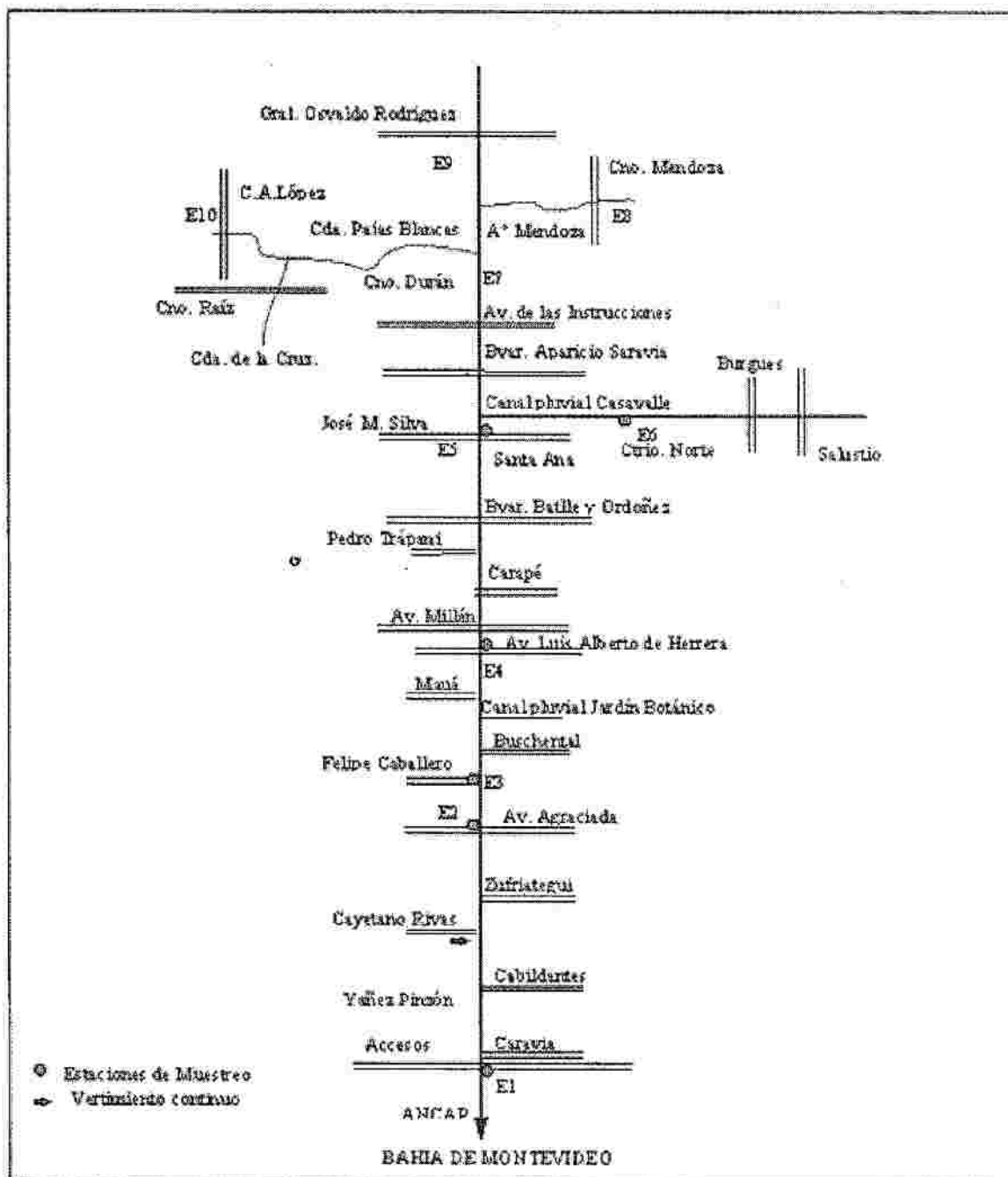
- Mangueras Industriales y para el agro.
- Terminales para prensar, reutilizables y flejados.
- Acoples rápidos para uso hidráulico, vapor, combustibles.
- Sellos mecánicos para bombas.
- Sellos hidráulicos: O'Ring, Polypack, Fluoropack.
- Juntas industriales.
- Cintas transportadoras:
Goma y tela, PVC y especiales
- Sistema de flejado «BAND-IT»

NUESTROS SERVICIOS

- **MANGUERAS:**
Relevamiento - Diseño - Montaje
- **CINTAS TRANSPORTADORAS:**
Diseño del Transportador
Empalmes - Reparaciones
- **VALVULAS:**
Reacondicionamiento integral
- **SELLOS MECANICOS:**
Selección - Montaje - Reparación
- **CILINDROS HIDRAULICOS:**
Repuestos - Reparación



ESQUEMA 4.1 - Estaciones de muestreo



4.1. Resultados de monitoreos

En las Tablas 4.1.1 y 4.1.2 se observa la situación promedio de parámetros significativos de contaminación en el período comprendido entre febrero de 1998 y febrero de 1999.

TABLA 4.1.1. Monitoreo del Arroyo Miguelete.

Estación		pH	O.D (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	DQO (mg/l)	A y G (mg/l)	S ⁻ (mg/l)	SST (mg/l)	Turb. (NTU)	C.Fecales (ufc/100ml)	Cr (mg/l)	Cond. (mS/cm)	Temp. (°C)	Salin. (%)
E1	Accesos	6.9	0.4	39	110	<50	<0.1	39	47	990000	-	1.16	14.1	0.05
E2	Agraciada	7	0.2	120	290	110	<0.1	100	-	1900000	6.3	-	13	-
E4	Luis A. de Herrera	6.7	2.6	33	120	<50	<0.1	55	45	15000	0.7	0.65	13.5	0.02
E5	José M. Silva	7	4.4	25	140	<50	<0.1	36	50	790000	1.5	0.65	13.3	0.02
E7	Camino Durán	6.9	5.8	8	80	<50	<0.1	22	10	9500	<0.1	1.26	11.8	0.05
E9	Oswaldo Rodríguez	6.8	3.7	2	<20	<50	<0.1	10	1	1500	<0.1	1.04	11.6	0.04

TABLA 4.1.2. Monitoreo de los Afluentes.

Estación		pH	O.D (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)	DQO (mg/l)	A y G (mg/l)	S ⁻ (mg/l)	SST (mg/l)	Turb. (NTU)	C.Fecales (ufc/100ml)	Cr (mg/l)	Cond. (mS/cm)	Temp. (°C)	Salin. (%)
E6	Canal Casavalle (Cno. Norte)	6.9	2.5	60	165	<50	<0.1	100	180	3200000	2.8	0.72	15.1	0.03
E8	Aº Mendoza (Camino Mendoza)	7.2	2.5	4	<20	<50	<0.1	15	2	700	<0.1	0.62	12.8	0.02
E10	Csa. Peñas Blancas (Carlos A. López)	7	8.3	4	<20	<50	<0.1	<10	6	1400	<0.1	1.37	11.3	0.06

Nota: Los análisis de las muestras extraídas son realizados por el Laboratorio de Servicio de Operación y Mantenimiento del Sistema Costero de Saneamiento. Intendencia Municipal de Montevideo.

4.2. Situación de los vertederos y aliviaderos

En el Esquema 4.1., que indica los puntos de muestreo del Arroyo Miguelete, pueden observarse las ubicaciones de los vertederos y aliviaderos del sistema de saneamiento.

Existen dos vertederos, uno de ellos se encuentra a la altura de la calle Cayetano Rivas y el otro es un vertimiento directo a la Bahía, el resto son aliviaderos.

Inmediatamente después de limpiezas efectuadas a los colectores, el único de los aliviaderos que continúa funcionando en época seca, es el de Felipe Caballero (por esta razón es que comúnmente se denomina como vertedero). Sin embar-

go, es frecuente encontrar cinco puntos con vertimiento continuo, siendo aliviaderos cuatro de ellos.

Esta situación se debe a que los colectores se ven colmatados debido a los sedimentos o a la basura que llega a los mismos tanto por los arrastres que causan las lluvias, como por lo que es tirado por los vecinos. Esto trae como consecuencia obstrucciones, roturas, etc., además de obligar a efectuar un mantenimiento más frecuente.

La importante influencia de los vertederos del sistema de saneamiento sobre los resultados obtenidos en los distintos puntos del Arroyo, se muestra más adelante, destacando que por los mismos llegan los vertimientos industriales y do-



mésticos de la cuenca. (13)

4.3 Tipos de contaminación y análisis de los datos obtenidos. Gráficos.

Mediante el Decreto 253/79 y modificativos, del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Artículo 3, se clasifican los cursos o cuerpos de agua del País, según sus usos preponderantes actuales o potenciales en cuatro clases de acuerdo a lo siguiente:

Clase 1: Aguas destinadas o que pueden ser destinadas al abastecimiento de agua potable a poblaciones con tratamiento convencional.

Clase 2:

a) Aguas destinadas al riego de hortalizas o plantas frutícolas u otros cultivos destinados al consumo humano en su forma natural, cuando estas son usadas a través de sistemas de riego que provocan el mojado del producto.

b) Aguas destinadas a recreación por contacto directo con el cuerpo humano.

Clase 3: Aguas destinadas a la preservación de los peces en general y de otros integrantes de la flora y fauna hídrica, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyo producto no se consume en forma natural o en aquellos casos que siendo consumidos en forma natural se apliquen sistemas de riego que no provocan el mojado del producto.

Clase 4: Aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma.

Teniendo en cuenta la clasificación anterior y la situación actual del Arroyo Miguelete, es de esperar que el mismo se encuentre dentro de los cursos de agua de Clase 4, con el objetivo de llegar a Clase 3. (4)

A continuación se detallan para los cursos de

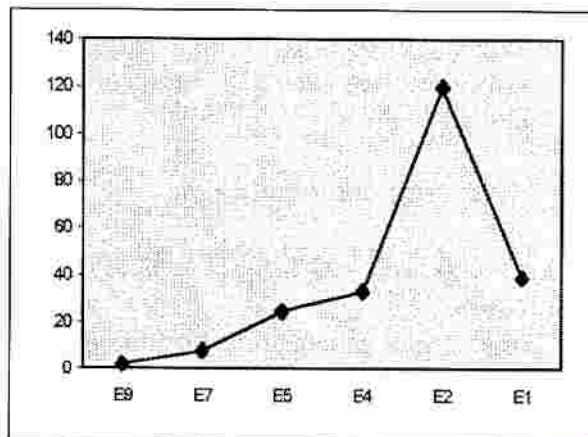
dichas Clases 4 y 3, los valores máximos admisibles para los parámetros determinados en el monitoreo y que se consideran más relevantes a los efectos de estudiar el impacto de la actividad industrial sobre el curso de agua. (4)

PARAMETRO	ESTANDAR (Clase 4)	ESTANDAR (Clase 3)
DBO ₅	Máx. 15mg/L	Máx. 10mg/L
Coliformes Fecales	No se deberá exceder el límite de 5000 UFC/100mL en al menos el 80% de por lo menos 5 muestras	No se deberá exceder el límite de 2000 UFC/100mL en ninguna de al menos 5 muestras, debiendo la media geométrica de las mismas estar por debajo de 1000 UFC/100mL
Cromo total	Máx. 0,5mg/L	Máx. 0,05mg/L
Nitratos	Sin límite	Máx. 10mg/L en N
Fósforo total	Sin límite	Máx. 0,025mg/L en P
Amonio	Sin límite	Máx. 0,05mg/L en N
Sólidos suspendidos totales	Sin límite	Sin límite

4.3.1 Contaminación Orgánica

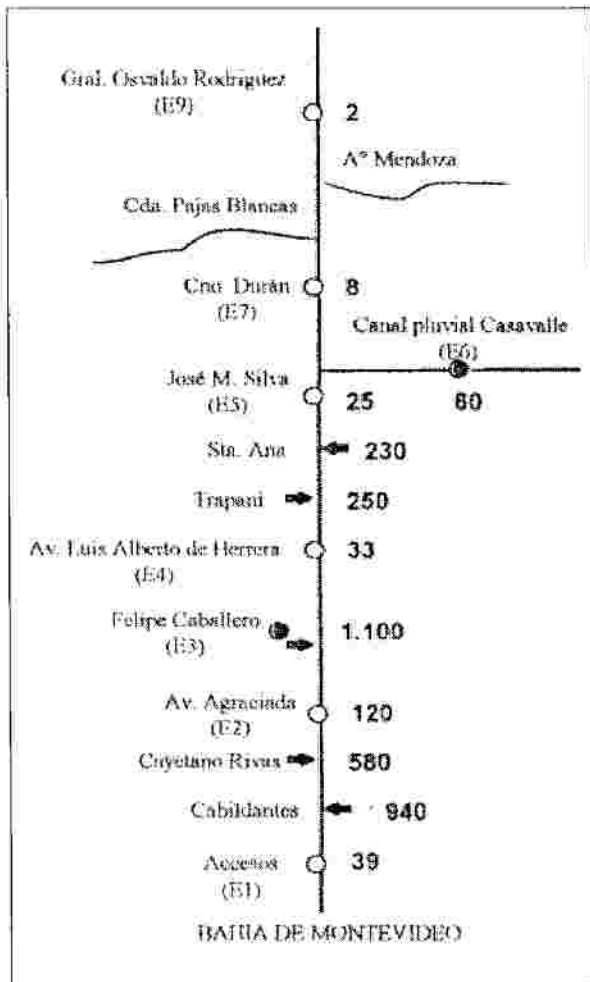
Se presenta en el Gráfico 4.3.1. los valores promedios de DBO₅ para las estaciones de monitoreo donde se aprecia el comportamiento del mismo. A su vez se presenta el esquema 4.3.1 donde se resaltan los valores en cada punto correspondientes a DBO₅.

Gráfico 4.3.1 DBO₅ (en mg/L)





Esquema 4.3.1



Estaciones de muestreo ○ Arroyo
● Afluente
Vertimiento Contínuo ➡

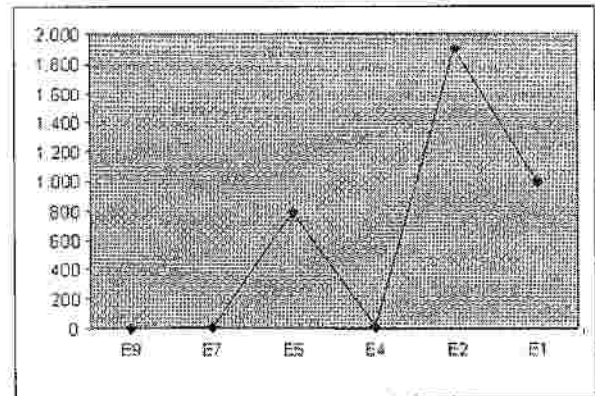
En el Esquema 4.3.1, se puede apreciar claramente la influencia del vertedero Felipe Caballero (E3) en la contaminación orgánica del curso (E2), como así también la influencia de los aliviaderos.

4.3.2 Contaminación patógena

Se utiliza como indicador el nivel de coliformes fecales.

Los picos que aparecen en el Gráfico 4.3.2 se deben al aporte del Canal Casavalle y del vertedero Felipe Caballero. También incide el funcio-

Gráfico 4.3.2 Coliformes fecales (en UFC x 10⁻³/ 100 ml)



namiento de los aliviaderos en el tramo medio e inferior del arroyo, como se mencionara anteriormente, los cuales generalmente trabajan con vertimiento continuo, y contribuyen de manera importante en los niveles de coliformes fecales.

4.3.3 Contaminación por nutrientes (Eutrófica)

Los excesos de nutrientes (fósforo y nitrógeno), provocan el crecimiento desmedido de algas o macrofitas que afectan la vida acuática. La principal fuente de esta contaminación son las actividades agrícolas por el uso de fertilizantes.

En la Tabla 4.3.3 se indica la concentración de nutrientes en los distintos tramos.

Tabla 4.3.3

	Nitratos (como nitratos en mg/L)	Fosfatos (como fósforo en mg/L)	Amonio (como nitrógeno en mg/L)
Cno. Mendoza	3.41	1.48	16
O. Rodríguez	0.55	1.05	2
C. A. López	5.25	0.09	13
Cno. Durán	1.67	1.43	16
J. Ma: Silva	0.23	1.49	21
L. A. Herrera	0.2	2.1	22
Agraciada	0.9	3.12	25



Gráfico 4.3.3 Nitratos
(como nitratos en mg/L)

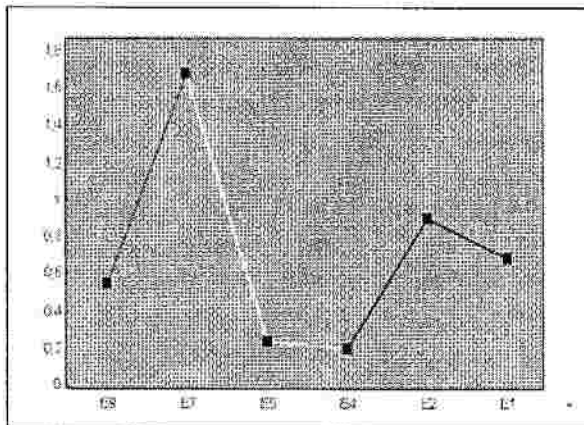


Gráfico 4.3.4 Fosfatos
(como fósforo total en mg/L)

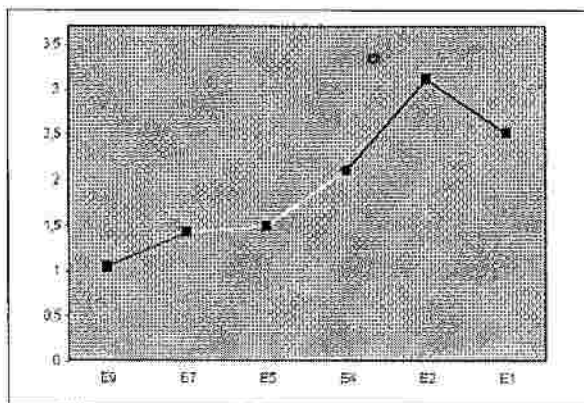
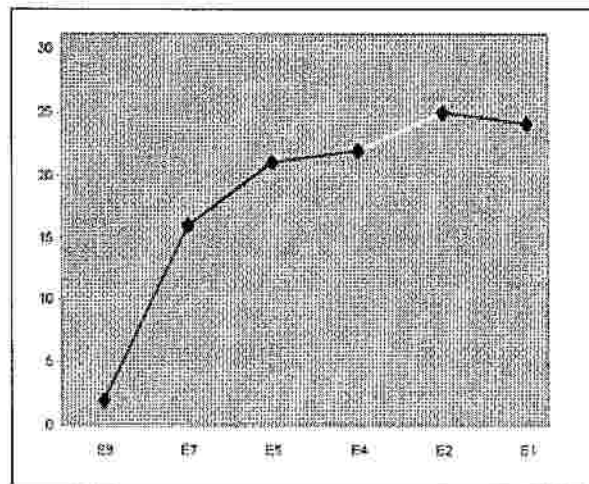


Gráfico 4.3.5 Amonio
(como nitrógeno en mg/L)



La relación usual de N/P es 10:1, considerándolo como situación de equilibrio. De los datos obtenidos se comprueba que se está lejos de esta relación, con lo cual se puede hablar de una situación de eutroficación potencial, aunque en este caso existen contaminantes que inhiben el crecimiento desmedido de algas.

4.3.4 Contaminación tóxica

El cromo es uno de los contaminantes que proviene principalmente del ramo de las curtiembres.

ARTEPLAS S.A.

Ciba - Especialidades Químicas

PEDERNAL 2029/31

CP 11800 - Montevideo - Uruguay

Tel.: 203 0325 - 203 0581 - 209 1898

Fax: 005982 - 2030325

PIGMENTOS:

Orgánicos y Fluorescentes

ADITIVOS:

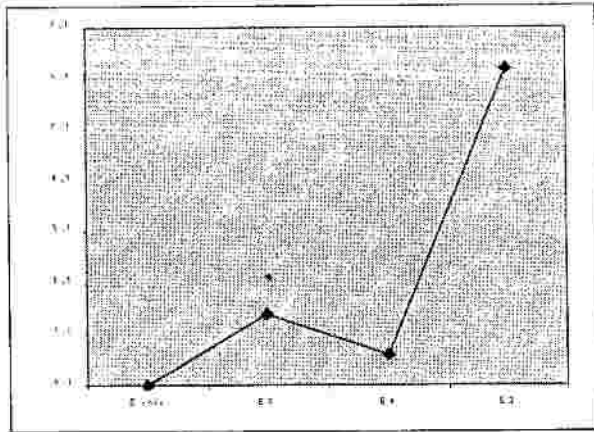
Absorbedores de UV, Blanqueadores Ópticos y Antioxidantes para: PLÁSTICOS en gral., MADERAS, PINTURAS, TINTAS. Estabilizantes, Lubricantes, etc., para PVC

RESINAS EPOXI:

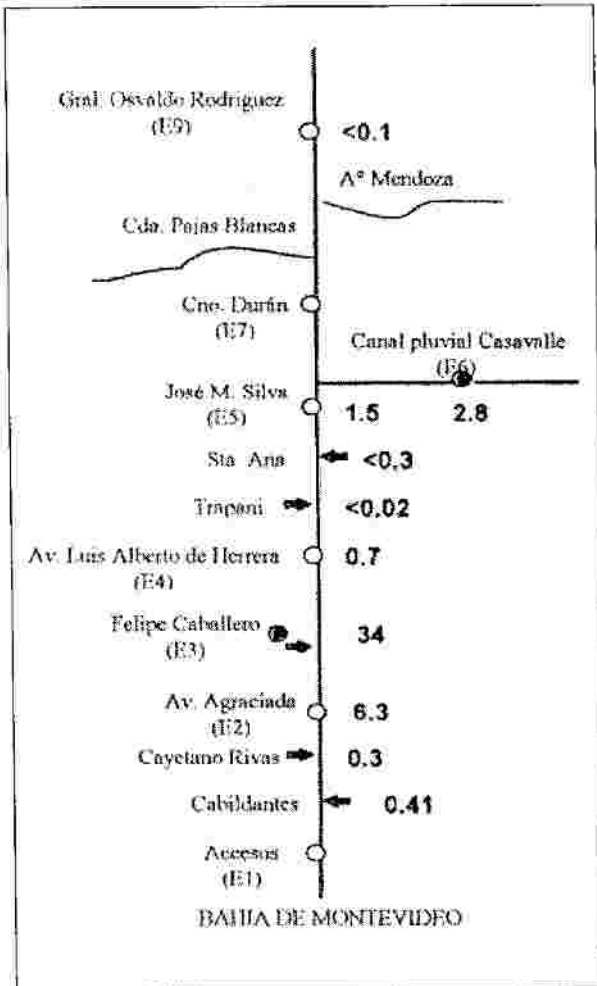
ARALDIT para: Revestimiento de Tanques, Cubas de Vino, Piso y Paredes. Matricería - Uso Eléctrico.



Gráfico 4.3.6 Cromo (en mg/L)



Esquema 4.3.2

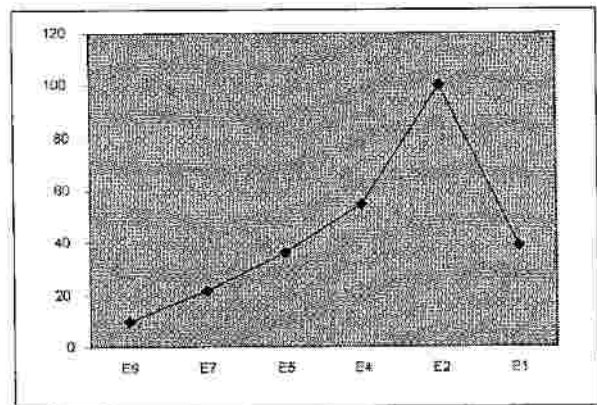


Estaciones de muestreo ○ Arroyo
● Afluente
Vertimiento-Continuo ➡

Nuevamente, los puntos correspondientes a las estaciones 2 y 5, presentan elevados niveles en las concentraciones de cromo debido a la descarga de residuos, originados principalmente en curtiembres, tanto en el Canal Casavalle como en el vertedero de Felipe Caballero (ver 4.4 Análisis de la situación).

4.3.5 Contaminación física

Gráfico 4.3.7 Sólidos suspendidos totales (en mg/L)



4.4 Análisis de la situación

El análisis de datos se realizó tomando como base la situación promedio de la comparación de los datos obtenidos en los diferentes muestreos efectuados al A° Miguelete.

A partir de las series de datos con los cuales se trabajó (muestreos de la Unidad de Efluentes Industriales, 1998 y del Laboratorio de Higiene: muestreos 1997, Evaluación de la contaminación de la Cuenca del Arroyo Miguelete, 1994) no es posible establecer la variabilidad anual. Con este fin y para ver si existe un comportamiento diferencial, sobre todo, entre las estaciones de verano e invierno se deben realizar muestreos junto con aforos de caudal del Arroyo y datos meteorológicos. Sin embargo, entre los datos analizados, las tendencias observadas en los niveles de contaminación se mantienen.

En todos los gráficos y esquemas correspondientes al muestreo del Arroyo se aprecia un punto a destacar que es el ubicado sobre la calle José



Ma. Silva (E5). Si se observa el diagrama donde se marcan las estaciones de muestreo, dicho punto esta aguas abajo de la desembocadura del Canal Casavalle. Este último fue creado con el fin de recoger las aguas pluviales de la zona. Actualmente recoge tanto las aguas domiciliarias como los efluentes industriales de una vasta zona, la cual incluye no solo las zonas aledañas al canal sino también aquellas cuyos vertimientos derivan en los aliviaderos que terminan en el canal. Existe también un pico importante de concentraciones en el punto 2 (Av. Agraciada) que se debe al aporte del Vertedero Felipe Caballero (aliviadero del colector de margen derecha del Arroyo, funcionando continuamente), el cual vierte entre otras, las aguas provenientes del Volcadero N°2, ubicado en la calle María Orticoechea. En este descargan barométricas con el líquido domiciliario proveniente de zonas sin saneamiento y los lodos extraídos de las plantas de tratamiento de efluentes de industrias, incluyendo las curtiembres.

Por su parte, el colector de la margen izquierda del Arroyo recibe el aporte proveniente del Volcadero N°1, sobre el cual se descargan tanto líquidos domiciliarios como industriales, aunque en menor cantidad. Dentro de las obras del Plan de Saneamiento Urbano III (contrato I.M.M.-B.I.D), se prevé el refuerzo de ambos colectores (margen izquierda y derecha) y la unificación de los mismos previo a la entrada de una planta de pre-tratamiento a construir en Capurro (3). Esto, conjuntamente con el mantenimiento adecuado de los colectores, permitirá eliminar el vertimiento desde de la red de saneamiento al Arroyo en tiempo seco.

La ejecución de dicho Plan, posibilitará además que muchas zonas que actualmente no tienen saneamiento y retiran sus aguas negras con barométrica, sean conectadas a la red de saneamiento, lo que implica una reducción importante en los volúmenes que llegan a los volcaderos.

Todo esto debe ir de la mano con la solución de la problemática de los asentamientos precarios, que provocan la consiguiente generación de residuos sólidos y dificultades para el mantenimiento de la red de colectores.

Las medidas antes mencionadas, permitirán

en un futuro disminuir la carga contaminante que llega al Arroyo por medio de los vertederos, como así también mantener la red de saneamiento en mejores condiciones evitando el vertimiento a tiempo seco de los aliviaderos, lo que conlleva a una recuperación natural del curso de agua.

Un tema fundamental a solucionar y en el cual la I.M.M. se encuentra trabajando, es la creación de un relleno sanitario en donde se depositen los barros provenientes de las industrias, que tienen un alto contenido de metales pesados.

4.5 Vulnerabilidad del Arroyo Miguelete

Los niveles de calidad de aguas deseables en un curso de agua, están en estrecha relación con los usos del recurso que se pretenden explotar en la cuenca hidrográfica. En este sentido se definen:

Criterios de calidad de aguas. Valor numérico de concentración recomendado internacionalmente para soportar y mantener un uso del agua.

Objetivos de calidad de agua. Valor numérico de concentración recomendado para soportar y mantener un uso del agua en un lugar determinado. (1)

Así, para asegurar la eficaz gestión del recurso en una cuenca, deben definirse geográficamente los usos del recurso a proteger y asegurar. Es decir, los usos y los tramos del curso en los que los mismos se exploten.

A continuación se presentan los usos preponderantes ubicados por tramo:

Tramo 1: Nacientes del arroyo hasta desembocadura del A° Mendoza. Uso de la cuenca principalmente agrícola.

Tramo 2: Desde la desembocadura del A° Mendoza hasta Av. de las Instrucciones. Recibe los efluentes de la mayoría del parque industrial de la cuenca directamente y a través de sus afluentes principales, el A° Mendoza y la Cda. Pajas Blancas. Zona suburbana.

Tramo 3: Desde Av. de las Instrucciones hasta la represa Meillet, aguas arriba de donde descarga el Vertedero Cayetano Rivas. Zona urbana. Recibe la descarga del 90% del sistema alcantari-

llado de la zona urbana así como del Canal Casavalle.

Tramo 4: Desde la represa hasta la bahía correspondiendo a un sistema tipo estuarial.(1)

Para evaluar la vulnerabilidad del arroyo se estima un Índice de Calidad General (10) que discrimina la situación por tramos. A fin de elaborar una escala donde puedan ubicarse los distintos tramos del Arroyo se procede a calcular los índices para los límites superiores de los parámetros de la clase 4 (*«aguas correspondientes a los cursos o tramos de cursos que atraviesan zonas urbanas o suburbanas que deban mantener una armonía con el medio, o también aguas destinadas al riego de cultivos cuyos productos no son destinados al consumo humano en ninguna forma»*), definida en el decreto de control de calidad de agua, 253/79.

Se toma esta categoría debido a que la situación actual del arroyo no satisface las exigencias de las restantes categorías.

El índice toma en cuenta algunos de los parámetros que se emplean para categorizar los distintos tipos de aguas, ellos son : coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, nitrógeno total, fosfato total, temperatura, turbidez, residuo total y oxígeno disuelto. Se tomó un número importante de datos correspondientes a monitoreos realizados en el año 1997.

Para el cálculo se realizan algunas aproximaciones y suposiciones :

- Por carecer de datos de nitrógeno total, se aproxima dicho valor a la suma del nitrógeno proveniente de nitritos, nitratos y amonio.

- Por no considerar el método al parámetro de grasas y aceites, se supone que la curva de DBO_5 del mismo, puede aproximarse a una de grasas y aceites.

- El método no toma en cuenta el aporte de metales, por tal motivo éstos no pueden incluirse en el cálculo. Si se analiza la influencia de dichos parámetros (cromo, plomo) en los índices calculados, se reafirma la tendencia observada. Por lo tanto, desde la naciente del arroyo hasta Avda. Instrucciones no aparecen concentraciones detectables, no siendo así desde este punto hasta la desembocadura, debido al importante aporte del parque industrial.

- Algunos parámetros considerados por la normativa no se toman en cuenta por no disponer de información suficiente (detergentes, otros metales)

En la Tabla 4.5.1 se determina el índice general para cada tramo del arroyo:

donde:

q_i : calidad del i -ésimo parámetro, varía entre 0 y 100, obtenido del respectivo «gráfico de calidad», en función de su concentración.

w_i : peso correspondiente al i -ésimo parámetro, atribuido en función de la importancia de ese parámetro para la conformación global de la calidad, un número entre 0 y 1.

ICA: índice de calidad de aguas, un número entre 0 y 100.

- Fórmula para hallar el índice general de calidad: $ICA = P \sum q_i^{w_i}$



ECOTECH
uruguay

Laboratorio de Química Ambiental

- ✓ ANÁLISIS DE EFLUENTES LÍQUIDOS Y RESIDUOS SÓLIDOS INDUSTRIALES
- ✓ ENSAYOS, DESARROLLO E INVESTIGACIÓN EN TRATAMIENTO DE EFLUENTES

Andes 1111 /1303

Telefax: 901 5321

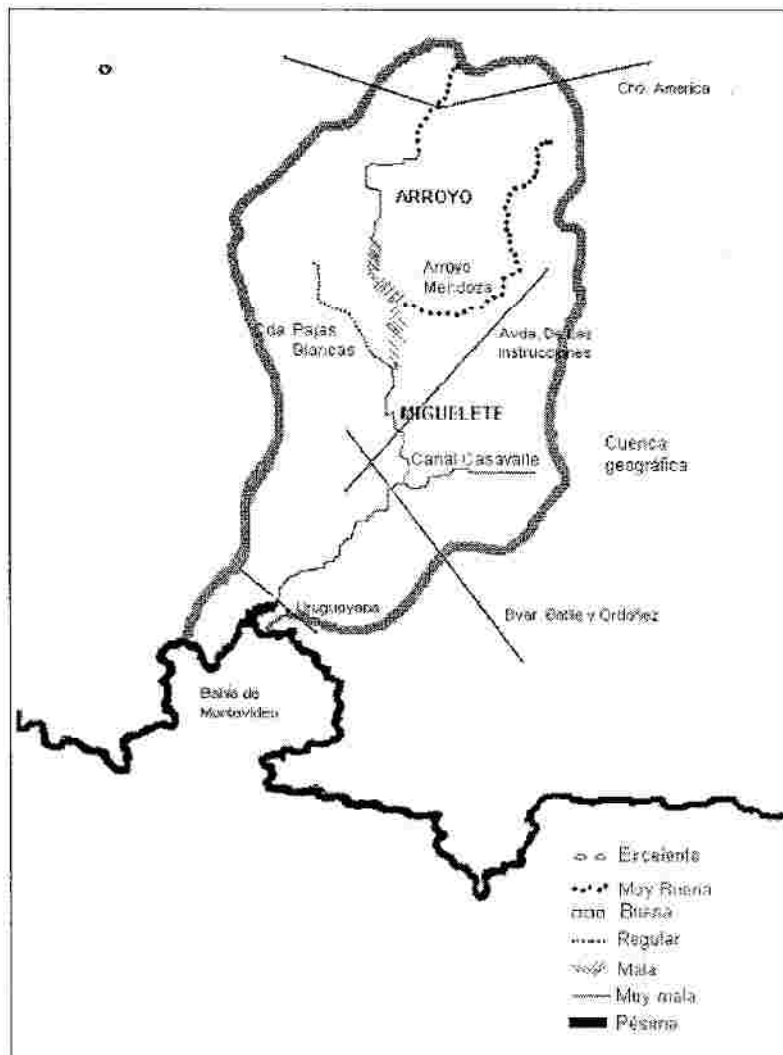
Tabla 4.5.1

Est. de Monitoreo:	3	4	5	7	10	18	23	11	30	31										
	qi	qi w	qi	qi w	qi	qi w	qi	qi w	qi	qi w										
O.D. en % sat.	35	1.83	8	1.42	11	1.50	35	1.83	25	1.73	5	1.31	2	1.13	12	1.53	18	1.63	5	1.31
COLIF	23	1.60	3	1.18	5	1.27	3	1.18	15	1.50	3	1.18	3	1.18	3	1.18	22	1.59	3	1.18
A.Y.G.	30	1.41	30	1.41	2	1.07	2	1.07	2	1.07	2	1.07	2	1.07	2	1.07	2	1.07	100	1.58
D.B.O.	2	1.07	2	1.07	7.5	1.22	60	1.48	30	1.41	2	1.41	2	1.07	2	1.07	60	1.51	2	1.07
TURB.	66	1.40	65	1.40	60	1.39	65	1.40	38	1.34	65	1.34	62	1.39	45	1.36	95	1.44	1	1.00
pH	88	1.71	90	1.72	90	1.72	90	1.72	90	1.72	90	1.72	92	1.72	92	1.72	90	1.72	90	1.72
Indice General		10.56		6.06		5.97		8.20		8.97		4.27		3.65		4.82		10.36		4.52

Estaciones de muestreo: 3- Camino América. 4- Camino de los Molinos. 5- Gregorio Rodríguez. 7- Osvaldo Rodríguez. 10- Carlos A. Lopez. 18- José M. Silva. 23- Uruguayana. 30- Camino Colman. 31- Arroyo Mendoza

Del procesamiento de los datos del año 1997, surge la categorización del Arroyo en dicho período (13):

Esquema 4.5.1



La representación del Esquema 4.5.1, corresponde a la situación del arroyo y sus afluentes, obtenida a partir del Índice de Calidad General, pudiéndose realizar las siguientes observaciones:

Desde la naciente del Arroyo Miguelete hasta Cno. de los Molinos se obtiene una calidad muy buena, lo mismo se observa para el Arroyo Mendoza. Esto se debe al escaso número de industrias presentes en la zona y la baja densidad de población.

En Cno. de los Molinos disminuye bruscamente la calidad. Este cambio probablemente se deba a aportes puntuales de algunos establecimientos de la zona como criadero de pollos, entre otros, los cuales no representan una carga contaminante importante pero influyen en la calidad del arroyo debido al bajo caudal de éste en esta zona.

La autodepuración del Arroyo junto con el aporte del Arroyo Mendoza, mejoran la situación hasta llegar a la Cañada Pajas Blancas. En la zona donde esta cañada desemboca en el arroyo se concentra una gran parte del parque industrial, empeorando la calidad del agua.

Igual situación se observa desde el Canal Casavalle hasta la calle Uruguayana, donde se recibe los vertimientos de otro gran número de industrias incluyendo lavaderos de lana, curtiembres y alimenticias.

Al llegar a la calle Uruguayana el Arroyo se ve francamente desbordado al sumarse a su curso los aportes de los vertederos.

5 CONCLUSIONES

Si realizamos una proyección a futuro respecto a la situación del Arroyo Miguelete debemos considerar:

En el capítulo correspondiente a la situación industrial se vio que la contaminación correspondiente a la carga orgánica ha disminuido (ver tablas 3.3.1 y 3.3.2). Esto se debe a que: el número de industrias ha venido decreciendo desde hace unos años, y además algunas industrias han mejorado su tratamiento de efluentes, sobre todo las que generan mayor carga contaminante.

La situación del curso de agua, promedio del año 1998 mejoró. (ver Tablas 4.1.1 y 4.1.2).

Que con las obras comprendidas en el PSU III, el aporte proveniente de la Sub-cuenca Chacarita, que corresponde al 18% del aporte total al Arroyo Miguelete, va a ser trasvasado al Sistema Costero.

También a través del PSU III los aportes de los volcaderos al curso de agua se modificarían, ya que se piensa construir una planta de pre-tratamiento en Capurro, a la cual llegarían las aguas de estos volcaderos y además toda la zona saneada de la cuenca.

Cuando estos planes se concreten se habrá eliminado casi en su totalidad el aporte de efluentes tanto industrial como doméstico a las aguas del Arroyo Miguelete. Sin embargo queda aún por resolver el problema de los vertimientos de residuos sólidos, que configura una situación de difícil solución, pues en gran parte está relacionado con los asentamientos precarios ubicados en la margen del Arroyo.

AGRADECIMIENTOS:

- Laboratorio de Servicio de Operación y Mantenimiento Costero. IMM.
- Laboratorio de Higiene. IMM.

BIBLIOGRAFIA

1. Amorín, Cáceres Carlos - Cabral Segalerba, Angel. "Evaluación de la contaminación de origen orgánico en la cuenca del Arroyo Miguelete". Montevideo Uruguay. Año 1994.
2. Cantera, C. y Angelinetti, A. "Informe Técnico sobre minimización de residuos en una curtiembre de CEPIS/OPS". Año 1982.
3. Consorcio SOGREA-H-SEURECA-GKW-CSL. Cap.5. Año 1995 Intendencia Municipal de Montevideo. *Formulación del Plan Director de*

Saneamiento de Montevideo -

4. Decreto 253/79. Código de Aguas - Normas para prevenir la contaminación ambiental mediante el control de las aguas. Uruguay. Años 1979-1989.

5. De León, J. *El Arroyo Miguelete*, Movimiento Scout. Eco-Boletín nº 18. Año 1996

6. Laboratorio de Higiene. *Evaluación de la contaminación de la cuenca del Arroyo Miguelete*. División Salud y Bienestar Social Intendencia Municipal de Montevideo. Julio 1994.

7. Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). *Guía de protección ambiental. Material auxiliar para la identificación y evaluación de impactos ambientales*. Tomo 3. Catálogo de Estándares Ambientales. Alemania.

8. Plan de Ordenamiento Territorial. Intendencia Municipal de Montevideo. Mayo 1998.

9. *Resolución 761/96*. Intendencia Municipal de Montevideo. Año 1996.

10. Secretariado Meio Ambiente. *Relatorio de Qualidade das Aguas interiores no Estado de*

Sao Paulo 1991. CETESB. Serie Relatorios. Sao Paulo. Brazil. Julio 1992.

11. Raffaele.A, Nogueira D, Méndez H; *"Problemática de la Cuenca del Arroyo Miguelete - Situación Industrial"*. Unidad de Efluentes Industriales. División Saneamiento. Intendencia Municipal de Montevideo. Setiembre de 1996

12. Raffaele.A., Nogueira D., Méndez H., Tassani A., Quirós C.; *"Estado de Situación Ambiental de la Cuenca del Arroyo Carrasco"*. Unidad de Efluentes Industriales. División Saneamiento. Intendencia Municipal de Montevideo. Junio 1997.

13. Raffaele.A., Nogueira D., Méndez H., Paez T., González V., Bernardi R., Acosta J.; *"Evaluación de la Contaminación de Origen Industrial en la Cuenca del Arroyo Miguelete"*. Unidad de Efluentes Industriales. División Saneamiento. Intendencia Municipal de Montevideo. Febrero 1999.

14. Raffaele.A., Nogueira D., Méndez H.; *"Evaluación Anual de Contaminación de Origen Industrial"*. Unidad de Efluentes Industriales. División Saneamiento. Intendencia Municipal de Montevideo. Noviembre 1997.-

ALTONSA



Comandante Braga 2706
Tel.: 487 212677
Fax: 487 6805

Balanzas e instrumentos analíticos.
Mediciones ON - LINE. Electrodo.
Instrumentos de medición y control Industrial.
Medición de caudales no invasivos.
Balanzas de camiones.
Service de calibración de balanzas.
Service y mantenimiento.