

RESUMEN DIAGNOSTICO AMBIENTAL

RECURSOS HIDRICOS EN LA REGION METROPOLITANA DE SANTIAGO

El territorio de la Región Metropolitana alberga una parte importante de la cuenca del Río Maipo a la cual aportan las subcuencas del Río Mapocho, del Río Angostura, del Estero Puangue y del Estero Popeta. A su vez, el Río Mapocho tiene las subcuencas tributarias del Estero Colina y del Estero Lampa, y además existen otras dos cuencas que no tributan al Maipo, que son las del Estero de Alhué y del Estero Yali, pertenecientes a la provincia de Melipilla.

El río Maipo -principal cauce de la cuenca hidrográfica- constituye la fuente primordial de agua potable de la Región. De él se abastece alrededor del 70% de la demanda actual de agua potable, y cerca de un 90% de las demandas de regadío. Su cuenca nace en la Cordillera de los Andes y descarga sus aguas en el estuario de la Provincia de San Antonio, en la V Región de Valparaíso.

Por su parte, el río Mapocho, segundo cauce en importancia dentro de la cuenca hidrográfica, constituye el principal receptor de las descargas de aguas servidas domiciliarias y residuos industriales líquidos.

La actividad humana ha generado riesgos para la protección y conservación del medio ambiente, así como para la preservación de la naturaleza asociada a dicho territorio. Algunas actividades humanas que han producido efectos son, entre otras, la deforestación de las laderas, la extracción irregular de áridos, la pérdida de suelo y las fuentes puntuales y difusas que vertieron sus contenidos a los cuerpos receptores sin tratamiento durante años en la cuenca.

De acuerdo al estudio *“Percepción de los Problemas Ambientales en las Regiones de Chile”*. Espinoza, Gross y HajeK, CONAMA, 1994, los tres problemas ambientales más destacados por la población en la RM y en la V región de Valparaíso, en nivel de importancia respectivamente eran:

PROBLEMA AMBIENTAL EN LA RM 1994	PROMEDIO IMPORTANCIA (0-5)	PROMEDIO CONTROL (0-3)
Falta de tratamiento de aguas servidas	5.0	1.6
La contaminación biológica de cursos de agua por aguas servidas	4.9	1.6
La contaminación atmosférica por gases debido a fuentes móviles	4.8	1.6

Sin perjuicio de lo anterior, tras 10 años de gestión ambiental hídrica, se han promovido y generado a la fecha iniciativas tendientes a revertir el daño producido en el tiempo. De esta manera, se cuenta actualmente (2006) con el 75% de las aguas servidas

tratadas en la Región Metropolitana y en términos de gestión normativa se cuenta con un conjunto de normas de emisión vigentes o prontas a entrar en vigencia. Esta nueva condición sanitaria de la Región, permite ubicarla a nivel de estándares ambientales hídricos internacionales.

Antecedentes hidrogeográficos

Río Maipo: La cuenca hidrográfica de este río está situada entre las latitudes 32° 55', con una extensión de 14.600 km². Drena las aguas de la Cordillera de Los Andes. Parte de ellas provienen de glaciares y nieve asociados a altas cumbres, que en algunos casos superan los 6.000 m de altura sobre el nivel del mar.

La escorrentía superficial se estima en 58 millones de mt³. Un 70% de ella proviene del deshielo de los Andes, que ocurre entre octubre y marzo. El resto del territorio tiene una escorrentía de 6,16 millones de mt³. El 90% de la escorrentía total se genera por la precipitación que cae en el invierno, entre abril y septiembre.

El Maipo nace en el extremo sur de la Cordillera de Los Andes, en las laderas del volcán Maipo (5.323 m s.n.m.). Al cual se unen los ríos tributarios Volcán y Yeso, en las inmediaciones de San Gabriel (1.250 m s.n.m.). El principal afluente cordillerano es el Río Colorado, que nace a los pies del volcán Tupungato y colecta las aguas de parte de la hoya andina septentrional (norte).

El Maipo abandona el sector cordillerano en La Obra (700 m s.n.m.) y entra al valle central sin recibir otros aportes de la magnitud del Río Colorado. Atraviesa el valle central por un cauce profundo recortado por detritos que lo rellenan y corre en dirección oeste. Cuando se aproxima a la Cordillera de la Costa recibe por el sur las aguas del Río Angostura, que aporta aguas de la cuenca de Rancagua.

Cruzando la Cordillera de la Costa por un valle angosto, a la altura de la localidad de El Monte, confluye con el Río Mapocho, y más al oriente, recibe las aguas del Estero Puangue y el Estero Popeta.

Río Mapocho y otros: Drena las aguas cordilleranas del sector El Plomo y tiene como afluentes principales al Río Molina, el río San Francisco y los Esteros Arrayán y Lampa. Desaparece al confluir con el Río Maipo .

El Estero Puangue drena las altas serranías de parte de la Cordillera de la Costa situada al noroeste de la ciudad de Santiago. A pesar de contar con hoyas de cierta importancia, estos tributarios llegan muy disminuidos al Maipo por efecto de la sustracción de aguas para el riego y otros fines en verano. En invierno se incrementan las aguas de esos cauces.

Las precipitaciones en esta cuenca corresponden al régimen mediterráneo, vale decir ocurren lluvias invernales y una estación seca prolongada en primavera y verano. La precipitación promedio es de 366 mm. El mayor aporte de agua proviene del deshielo de la Cordillera de los Andes que fluye por los ríos.

Los mayores caudales provienen principalmente de los deshielos cordilleranos, por ello estos disminuyen en abril, mayo, junio y julio. Y empiezan a incrementarse en agosto, para alcanzar los máximos en octubre, noviembre y diciembre, y decrecer en los meses de verano.

Aguas abajo del sector conocido como La Obra, el Río Maipo sufre importantes extracciones para regadío, agua potable, hidroelectricidad, uso industrial, etc., con lo cual el caudal que escurre es inferior al natural.

La cuenca hidrográfica del estero Yali, compartida con la regiones V y Metropolitana, comprende una superficie aproximada de 55.000 ha. dentro de la comuna de San Pedro. Esta cuenca, junto con las del Estero Popeta y los Esteros de Alhué y Cholqui drenan las aguas de estribaciones cordilleranas de Altos de Cantillana.

Calidad de los recursos hídricos

En términos cualitativos y cuantitativos, el agua constituye una parte vital de los seres humanos y de los ecosistemas acuáticos. Una reducción de la calidad y/o de la cantidad del recurso, genera efectos negativos sobre los usos humanos y sobre dichos ecosistemas, por lo que es necesario recuperar o mantener la calidad y la cantidad de las aguas para mantener los diferentes usos y para la conservación de biodiversidad, no sólo por su valor intrínseco, sino también por su servicio fundamental para el ser humano.

La información presentada de calidad del agua de la Región Metropolitana de Santiago, corresponde a un resumen extraído del estudio "*Modelo de simulación hidrológico operacional cuencas de los ríos Maipo y Mapocho*", del Depto. de Estudios y Planificación de la Dirección General de Aguas, realizado por Ayala, Cabrera y Asociados LTDA., S.I.T N°62 de mayo de 2000.

Para la interpretación de la calidad de las aguas, este estudio ha considerado por separado los cauces del río Maipo, desde la desembocadura del río Volcán hasta la descarga del Maipo al mar, y del río Mapocho, desde la unión de los ríos San Francisco y Molina, hasta su desembocadura en el río Maipo.

Los ríos Maipo y Mapocho presentan niveles aceptables de pH y temperatura, aunque se observan valores de este último parámetro que perjudican algunos aspectos de la calidad del agua, como la capacidad de disolver el oxígeno. Estos niveles de temperatura no están asociados a fuentes de contaminación puntuales, si no más bien a las condiciones naturales del Valle.

Los indicadores de salinidad (conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos y bicarbonatos) y sus iones asociados, presentan niveles aceptables desde el punto de vista del uso en riego de las aguas. a excepción de los sulfatos que sobrepasan los límites de la norma para riego en varios sectores. Adicionalmente se observa tendencias crecientes de estos parámetros hacia aguas abajo en el Maipo y Mapocho. Estas tendencias son más acentuadas en el este último. El aumento de los niveles de salinidad hacia aguas

abajo en los cauces, en su mayor parte sería explicado por el fenómeno de la evapotranspiración asociado al uso intensivo del agua en riego.

En cuanto al contenido de nutrientes, se observan bajas concentraciones de fósforo/fosfato, aunque éstas crecen aguas abajo en los cauces, se observan aumentos sostenidos en el tiempo de este parámetro en algunos aportes del sistema. En el caso del fósforo, este parámetro no está normado en Chile para los cauces de agua superficiales puesto que no existen riegos similares a la eutroficación en este tipo de cauces, particularmente en los ríos.

El contenido de nitrógeno presenta valores aceptables excepto en algunos tramos del río Mapocho altamente contaminados con aguas servidas domésticas.

Otros elementos aniónicos como boro y flúor se presentan en concentraciones aceptables desde el punto de vista del uso de agua en riego y agua potable.

Los principales problemas de contaminación en el río Mapocho están asociados a la contaminación por coliformes fecales y al balance de oxígeno. Esto es resultado del gran volumen de descargas de aguas servidas sin tratamiento a este cauce. En cuanto al río Maipo, no se presentan problemas serios en términos de balance de oxígeno, aunque si hay problemas por contaminación biológica.

Cabe señalar que el río Mapocho recibe la mayor cantidad de descargas de aguas servidas del Gran Santiago, y descargas de localidades menores ubicadas aguas abajo. Por otro lado, el río Maipo recibe las descargas de aguas servidas de varias comunas y localidades, entre las que se cuentan Puente Alto y San José de Maipo. Además de las aguas servidas, los residuos industriales líquidos contribuyen a aumentar la carga orgánica de las aguas superficiales del sistema a través de descargas directas a los cauces o descargas a los sistemas de alcantarillado.

Familias orgánicas como detergentes y fenoles se presentan en bajas o despreciable concentraciones en el sistema. Existe una incidencia apreciable de la contaminación por aguas servidas en el río Mapocho en el contenido de detergentes observado en este río.

Los niveles de dureza, calcio y magnesio, aunque no restringen el uso del agua para consumo humano, son un factor limitante para determinados usos industriales del agua. Su presencia en las aguas superficiales se debe fundamentalmente a las condiciones geológicas naturales del sistema.

Coliformes fecales

La presencia de coliformes fecales (CF) en el río Maipo está asociada a las descargas de aguas servidas que recibe. A su vez, en el río Mapocho, se observa un fuerte incremento del contenido de CF aguas abajo del puente Pedro de Valdivia hasta valores entre 104 y 106 org/100ml y se mantienen o aumentan hasta los sectores de puente Pudahuel y Rinconada de Maipú. A partir de esos puntos, se observa un

decaimiento de los CF hacia aguas abajo, aunque en la zona de la desembocadura se presentan todavía contenidos muy altos de CF.

Oxígeno Disuelto

El perfil de óxido disuelto (OD) a lo largo del río Maipo presenta valores altos, cercanos a la saturación, en torno a los 9 mg/L. Se observa una tendencia decreciente del contenido de OD desde valores del orden de 9,5 mg/L en el sector de El manzano, hasta valores del orden de 8mg/L en el sector de Chiñigue.

El Mapocho presenta una tendencia decreciente hacia aguas abajo hasta el sector de Rinconada de Maipú, donde se produce un mínimo, encontrándose incluso, en ocasiones, condiciones anaeróbicas. A partir de este punto el río comienza a recuperar su nivel de OD, fenómeno asociado a procesos de autopurificación.

DBO₅ y DQO

Los niveles de DBO₅ y DQO a lo largo del río presentan en general un patrón creciente desde aguas arriba hacia aguas abajo. El perfil de estos parámetros se caracteriza por la presencia de “peaks” asociados a descargas contaminantes y un posterior descenso explicado por los procesos de autopurificación que ocurren en el río. En todo caso los valores medidos de DBO₅ y DQO son bajos, predominando valores entre 0 y 6 mg/L de DBO₅, y entre 2 y 20 mg/L de DQO. Los valores se consideran bajos si se les comparan con ríos seriamente contaminados con las aguas servidas, como es el caso del río Mapocho, donde se observan grandes tramos del río en que la DBO₅ y DQO superan los 80 y 120 mg/L, respectivamente.

En el río Mapocho, la DBO₅ y DQO, presentan perfiles inversos a los del oxígeno disuelto, con un máximo entre 80 y 145 mg/l para la DBO₅ y entre 100 y 250 mg/L para la DQO, en los sectores del Pte. Pudahuel y de Rinconada de Maipú. estos perfiles característicos se explican por el gran volumen de descargas de aguas servidas sin tratamiento que recibe el río Mapocho y por los procesos de autopurificación que ocurren en el río.

Metales

Según el estudio citado, el contenido de **metales** de las aguas superficiales del sistema, es en general bajo. También señala que se presentan algunos problemas de contaminación por mercurio y plomo pero son de carácter leve. También supone que la presencia de metales pesados en las aguas superficiales podría estar asociado a las numerosas descargas de residuos industriales líquidos que se presentan en el sistema.

No obstante lo anterior, para el caso de los metales, los antecedentes recopilados en el expediente público del anteproyecto de “Normas Secundarias de Calidad Ambiental para la Protección de las Aguas Continentales Superficiales de la Cuenca del Río Maipo” señalan que en la cuenca superior del Río Mapocho los ríos San Francisco y Estero Yerba Loca presentan altos contenidos de cobre y una condición ácida, relacionada con la actividad de yacimientos cupríferos de la cuenca. Para el caso de los contenidos de Cu del estero Yerba Loca, dicha condición es estrictamente natural.

Esas aguas son diluidas por el río Molina. En Los Almendros, el Río Mapocho ha mejorado su condición de acidez del agua, aunque aún mantiene elevados contenidos de cobre. El Estero Arrayán de buenas condiciones físico químicas diluye las concentraciones de cobre, aunque continúa superando la norma para riego. En general el río Mapocho mantiene los niveles altos de cobre.

Fuentes de Contaminación Hídrica en la Región Metropolitana

Uno de los principales focos de contaminación puntual en la región son las descargas de residuos líquidos sin tratamiento previo (Aguas Servidas, AS y Residuos Industriales Líquidos, RILES) . Otro foco de contaminación difusa es el mal manejo de la actividad agrícola que puede generar productos contaminantes cuando no son bien controlados o aplicados, por ejemplo, abonos, fertilizantes, plaguicidas, etc., que pueden percolar (infiltrar) y alcanzar los ríos, lagunas o acuíferos en aquellos sectores donde la cobertura del suelo es permeable.

Las fuentes de contaminación puntual son muchísimo más fáciles de controlar y reducir que la contaminación difusa, ya que las fuentes de contaminación son totalmente detectables, identificables y evaluables. Por ello, existe legislación al respecto para su control. Por el contrario, es muy difícil controlar las fuentes difusas ya que provienen de diferentes fuentes y actividades identificables pero muy poco evaluables. Por lo anterior, las actividades que pueden ocasionar contaminación difusa no pueden ser controladas a través de una norma de descarga de riles, aunque si pueden y deben ser controladas a través de educación y otro tipo de restricciones como prohibición de productos, impuestos, entre otros aspectos.

La contaminación de las aguas subterráneas varía respecto de la vulnerabilidad del propio acuífero (ver Decreto Supremo N°46/02). Cabe señalar que los sectores de mayor vulnerabilidad, según el estudio de CONAMA "Análisis de la contaminación de aguas subterráneas en la Región Metropolitana, por Aguas Servidas". (Estudio N°22-0023-05/98 elaborado por Ayala, Cabrera y Asociados, en Julio de 1999), corresponden a Maipú, Peñaflores y Paine por nombrar a algunos, siguiendo con zonas con una vulnerabilidad media alta como Santiago Norte, Cerrillos y Estación Central. Todos ellos corresponden a zonas donde se ha detectado históricamente una alta contaminación. Los casos donde se tiene una vulnerabilidad baja, corresponden a las comunas ubicadas al Oriente y Sur Oriente de Santiago, San Bernardo, Quilicura, la confluencia de los esteros Lampa y Colina, etc. Sin embargo es importante consignar que a largo plazo todos los acuíferos son vulnerables a contaminantes persistentes en el tiempo y no degradables. En este caso, incluso la capacidad de dilución del acuífero puede no ser efectiva para mitigar la contaminación. Adicionalmente, aquellos acuíferos considerados como de menor vulnerabilidad a la contaminación, tienden a ser los más difíciles de rehabilitar una vez contaminados. En este sentido, es posible definir que no existe ninguna zona donde no se vea afectado el recurso acuífero, cuando existe una presencia permanente de algún tipo de contaminantes conservativo y persistente en el medio.

Otra fuente importante de contaminación se relaciona con el riego con aguas servidas sin tratamiento y excediendo la norma de riego. En las zonas de riego, la carga potencial está determinada por la cantidad de agua servida empleada y su concentración, y los fertilizantes y plaguicidas utilizados en cada sector.

Residuos Industriales Líquidos

De acuerdo a datos aportados por la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), la tabla siguiente expone el número de Industrias con autorización del sistema de tratamiento por D.S. MOP respecto al tipo de disposición de la descarga, consideradas en el análisis.

Tabla 1. Número de Industrias con autorización del sistema de tratamiento por D.S. MOP respecto al tipo de disposición de la descarga, consideradas en el análisis.

Región	Nº de industrias					Total Final
	Descarga al alcantarillado		Descarga a cuerpos superficiales	Descarga a riego e infiltración.	% Cuerpos de agua/ riego-inf.	
	Nº	%	Nº	Nº		
II	2	100	0	0	0	2
IV	1	50	1	0	50	2
V	6	46,1	5	2	53,8	13
VI	1	11,1	5	3	88,9	9
VII	3	42,8	4	0	57,1	7
VIII	6	54,5	5	0	45,5	11
IX	1	100	0	0	0	1
X	8	44,4	7	3	55,5	18
XII	1	100	0	0	0	1
RM	80	71,4	21	11	28,6	112
Total	109	61,9	48	19	38,1	176

Fuente: SISS (2000).

Agua Potable y Saneamiento

Según el estudio *“Proyecto Regional, Sistemas Integrados de Tratamiento y uso de Aguas Residuales en América Latina: Realidad y Potencial. Estudio General del caso. Santiago, Chile”*. Convenio IDRC – OPS/HEPS/CEPIS, 2000-2002, elaborado por la Ing. María Pía Mena Patri, en junio de 2001, el 90% de la captación, tratamiento y distribución de agua potable, así como la recolección de aguas servidas, tratamiento y disposición final en la región, está en manos de la Empresa Metropolitana de Obras Sanitarias (EMOS S.A.), actualmente llamada Aguas Andinas, y que incluye a Aguas Manquehue, Aguas Cordillera y Aguas Los Domínicos. El 10% restante corresponde a dos empresas comunales.

Las coberturas de agua potable y alcantarillado alcanzan al 100% y 97,8% respectivamente. Sin embargo, la autora destaca que en ese periodo la cobertura en tratamiento de aguas servidas en la región no superaba el 5,5%. No obstante lo anterior, en la actualidad, destacamos que dicha cobertura asciende al 75%.

Fiscalización

Las instituciones vinculadas a procesos de fiscalización en el recurso hídrico en la RMS son:

1. **Dirección General de Aguas (DGA):** Regulación de derechos de agua; vigilancia en el cumplimiento del Código de Aguas, calidad de aguas, entre otras materias.
2. **Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DIRECTEMAR):** Aunque no realiza fiscalización en esta región, esta institución es de alta relevancia en otras regiones a través de la fiscalización de Ley de Navegación; fiscalización y regulación de descarga de Riles a cuerpos de agua; control de la contaminación marina; protección del medio ambiente acuático, entre otras materias.
3. **Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN):** Este servicio tiene facultades en la Operación y vigilancia de tranques de relaves.
4. **Servicio Agrícola y Ganadero (SAG):** Este servicio tiene relación con aspectos de Cambio de uso del suelo, división de predios agrícolas, vigilancia de aguas destinadas a regadío y bebida animal; fiscalización de normas ambientales; fiscalización de Ley de Bosques, Ley de Caza, regulaciones de Agroquímicos, entre otros.
5. **Autoridad Sanitaria de la Región Metropolitana (ASRMS):** Protección de la vida humana; fiscalizar cumplimiento de normativa; normas ambientales; planes de descontaminación; Código Sanitario.
6. **Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS):** Fiscalización vertido de RILES; fiscalización empresas de Servicios Sanitarios; fiscalización usuarios de los servicios de alcantarillados.
7. **Servicio Nacional de Pesca.** Este servicio tiene atribuciones, entre otros aspectos, respecto de los recursos hidrobiológicos.

Normas Vigentes Bajo la Ley de Bases N°19.300

Normas de Emisión

1. D.S. N° 90/2000 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia - Norma de Emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales. Norma Nacional
2. D.S. N° 609/98 del Ministerio de Obras Públicas - Norma de Emisión para la Regulación de Contaminantes asociados a las Descargas de Residuos Industriales Líquidos a Sistemas de Alcantarillado. Norma Nacional
3. D.S. N° 46/02 del Ministerio Secretaría General de la Presidencia - Norma de Emisión de Residuos Líquidos a Aguas Subterráneas. Norma Nacional

Normas de Calidad

Actualmente se está en proceso de elaboración del anteproyecto de “norma de calidad secundaria para la protección de las aguas continentales superficiales de la cuenca del Maipo”.