



Editorial de la
Universidad Tecnológica Nacional

Reutilización de agua en Bahía Blanca Plata 3era Cuenca

Seminario: Aguas.

12/10/2010

Ing. Pamela Blazquez - Ing. Ma.Cecilia Montero

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional - edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>
edutecne@utn.edu.ar

© edUTecNe

La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

Índice

- Objeto del trabajo	3
- Introducción	4
- Agua Residual – Definición	6
- Ubicación de la planta tercer cuenca	7
- Ubicación de los Colectores	8
- Memoria Descriptiva	9
- Rejas	12
- Repartición de Caudales	
- Sopladores	
- Ingreso y Egreso al Recinto de Aireación	
- Cámaras Reactoras	
- Interconexión del Recinto de Aireación y el Sedimentador Secundario	
Sedimentador	
- Egreso del Sedimentador hacia la Cámara de Contacto de Cloración	
- Cámara de Contacto de Cloración	
- Conducto de Descarga del Efluente Tratado	
- Alternativas Reutilización de Aguas	18
- Su origen.	
- Aplicación del Agua Reutilizada:	
- Uso recreativo y urbano	
- Uso Agrícola	
- Uso Industrial	
- Aplicaciones en argentina	24
- Conclusión	28
- Referencias	29

1) Objeto del trabajo

“Toda comunidad genera residuos tanto sólidos como líquidos. La fracción líquida de los mismos -aguas residuos- es esencialmente el agua de que se desprende la comunidad una vez que ha sido contaminada durante los diferentes usos para los cuales ha sido empleada. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, podemos definir el agua residual, como la combinación de los residuos líquidos, o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias como de instituciones públicas y establecimientos industriales y comerciales, a los que puede agregarse, eventualmente, aguas subterráneas, superficiales y pluviales.”¹

“Si se permite la acumulación y estancamiento del agua residual, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases malolientes. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual bruta, de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el aparato intestinal humano o que pueden estar presentes en ciertos residuos industriales. También suelen contener nutrientes que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas, y puede incluir también compuestos tóxicos. Es por ello que la evaluación inmediata y sin molestias del agua residual de sus fuentes de generación, seguidas de su tratamiento y eliminación, es no solo deseable sino también necesaria en toda sociedad industrializada.” “(Metcalf y Eddy).

El tratamiento del agua de desecho y su posterior reutilización con diversos propósitos, permite obtener con grandes beneficios económicos y ambientales, evitando por ejemplo, su vertido y preservando de ésta manera la calidad de las aguas receptoras.

¹ INGENIERIA DE AGUAS DE RESIDUO- TRATAMIENTO, VERTIDO Y REUTILIZACIÓN (Tercera Edición) Metcalf y Eddy

Cuando se obtienen buenos estándares de calidad, las aguas tratadas pueden ser utilizadas para diversos fines, como ser, riego, refrigeración industrial, acuicultura, recarga de acuíferos y hasta puede ser consumida por el hombre, si se completa el proceso de potabilización.

El manejo de las aguas residuales se ha convertido en una de las problemáticas de mayor complejidad a alto costo que tienen que resolver las comunidades para alcanzar una mejor calidad de vida.

“La ingeniería sanitaria es la rama de la ingeniería ambiental que aplica los principios básicos de la ciencia y de la ingeniería a los problemas de control de las aguas contaminadas. El objetivo final –gestión del agua residual- es la protección del medio ambiente empleando medidas conforme a las posibilidades e inquietudes económicas, sociales y políticas.” (Metcalf y Eddy)

Con el objeto de proporcionar una perspectiva inicial sobre la reutilización de las aguas residuales en Bahía Blanca, en este trabajo se presenta una breve descripción sobre sistema de tratamiento de una de las plantas de la localidad y se plantean las nuevas tendencias de reutilización para distintos usos y las alternativas a implementar para el desarrollo sustentable de los recursos hídricos.

2) Introducción

La ciudad de Bahía Blanca, ubicada en la provincia de Buenos Aires, sufre un déficit de agua importante, con lluvias que otorgan un carácter sub-húmedo.

Cuenta con las siguientes fuentes de provisión de agua dulce:
el Dique Paso de las Piedras,
el Arroyo Naposta,

el Arroyo Sauce Grande y

Desde el verano pasado y como medida paliativa a la crisis hídrica, se incorporaron:

Perforaciones en la zona del Bajo San José

Luego de su extracción desde las distintas fuentes, el agua es potabilizada en las Plantas Patagonia y Grunbein, se almacena y se distribuye a los usuarios. A partir de allí se generan las aguas “negras”, que deben ser recolectadas, impulsadas y tratadas.

Hasta hace unos años el tratamiento de aguas residuales de Bahía Blanca se realizaba en dos plantas de tratamiento de líquidos cloacales:

→ Planta Depuradora Bahía Blanca, ubicada sobre la ruta 252 km 7,5 (Reconquista al 2800), habilitada en el año 1997. Posee tratamiento primario, que consiste en pozo de bombeo, filtro con tamices rotativos, sistema de extracción de sólidos y cámara de contacto para desinfección.

Cuerpo receptor: Ria de Bahía Blanca.

→ Planta Depuradora Ing. White, ubicada en Carrega 3050 de Ing. White, habilitada desde el año 1977. Cuenta con tratamiento tipo secundario, sistema de rejillas, pozo de bombeo, desarenador, sedimentadores, digestores, playas de secado y cámara de contacto para desinfección.

Cuerpo receptor Ria de Bahía Blanca (sitio 19 Puerto de Ing. White).

A partir del año 2008. entró en funcionamiento la nueva planta de tratamiento:

→ Planta Depuradora Tercera Cuenca, cuya descripción se detallara mas adelante.

El presente trabajo permitirá conocer el funcionamiento de este sistema y la factibilidad de reuso del agua tratada.

3) Agua Residual

DEFINICIÓN:

“Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.....” (Mara, 1976)

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendonca, 1987).

Así, de acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

→ **Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

→ **Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

→ **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas

pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

→ **Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

“Cada persona genera 1.8 litros de material fecal diariamente, correspondiendo a 113.5 gramos de sólidos secos, incluidos 90 gramos de materia orgánica, 20 gramos de nitrógeno, más otros nutrientes, principalmente fósforo y potasio.” (Mara y Cairncross, 1990)

4) Ubicación de la planta tercer cuenca

La Planta Depuradora se encuentra ubicada en el sector suroeste de la ciudad, sobre la proyección de la Avenida Sesquicentenario, delimitada por la Ruta Nacional N° 3 al Noreste y el canal Brasili del Estuario de Bahía Blanca al Suroeste.

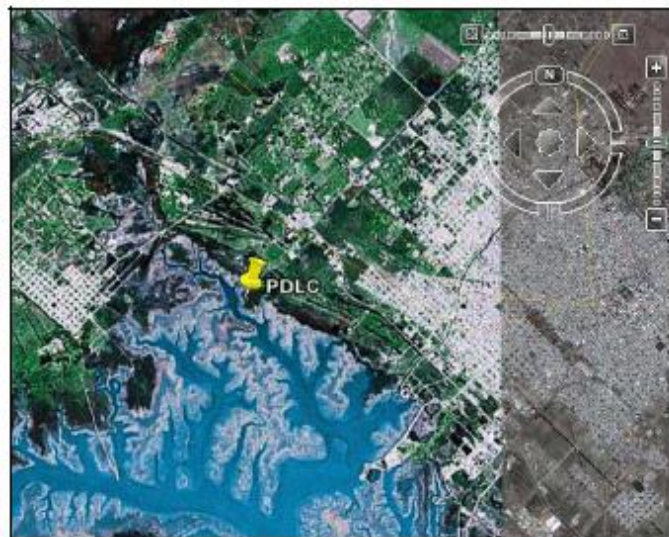


Figura 1. Imagen Satelital de la ciudad de Bahía Blanca.

Localización de la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales (PDLC)

Desde el punto de vista de su altimetría, es un punto favorable para la descarga de líquidos cloacales. En este caso el desnivel entre el punto más alejado de la red y el punto de descarga de los líquidos cloacales, es muy significativo, lo cual favorece su evacuación.

La Planta Depuradora recibirá los efluentes del sector de la ciudad de Bahía Blanca, denominado Tercera Cuenca.

Se proyectó para ello, la construcción de tres colectores: Colector Máximo Tercera Cuenca, Colector Máximo Irupé y Colector Máximo Patagonia. Ver Figura 1

Éstos aunarán los líquidos cloacales domiciliarios y los conducirán por gravedad hacia la Planta Depuradora.

El lugar de emplazamiento de estos nuevos colectores troncales se determinó en base al estudio de las cuencas de dicha región, teniendo sus límites en las divisorias de agua.

Ubicación de los Colectores:

- Colector Máximo Tercera Cuenca: recibe la descarga de la Cuenca Irupé y del Colector Máximo Brasil.
- Colector Máximo Irupé: Conduce los vertidos del sector Oeste de la ciudad.
- Colector Máximo Patagonia: Permitirá dotar del servicio de cloacas a los barrios del sector noreste. Actualmente aliviar el servicio de cloacas de los barrios que se hallan próximos al canal Maldonado.

- Colector Villa Irupé
- Colector Barrio Patagonia y Aledaños
- Colector Tercera Cuenca y emisario
- Colectores Existentes a Planta de Pretratamiento
- Traza de colector de zona N.O. a considerar en un futuro



Figura 1. Ubicación de los Colectores y la Plata.

5) Memoria Descriptiva

La “Planta Depuradora Cloacal Tercera Cuenca de Bahía Blanca”, consiste en una planta de tratamiento de Aireación Extendida, que se materializa mediante: rejas

finas de separación, desarenador , reactores aeróbicos, sedimentadores secundarios, cámara de cloración y playas de secado.

Esta planta permite el vuelco de líquido cloacal tratado en el Arroyo Saladillo de García con desembocadura final en el Estuario de Bahía Blanca.

El líquido cloacal que arriba a la planta, se eleva mediante la acción de cuatro electrobombas sumergibles, las cuales se alojan en el pozo húmedo de la estación de bombeo.

El líquido una vez elevado pasa a través de rejillas de desbaste e ingresa a una cámara de carga que constituye la primera estructura contigua al desarenador.

A continuación se realiza una descripción de cada una de las estructuras que componen la Planta Depuradora de Líquidos Cloacales. Ver Figura 2, 3 y 4.

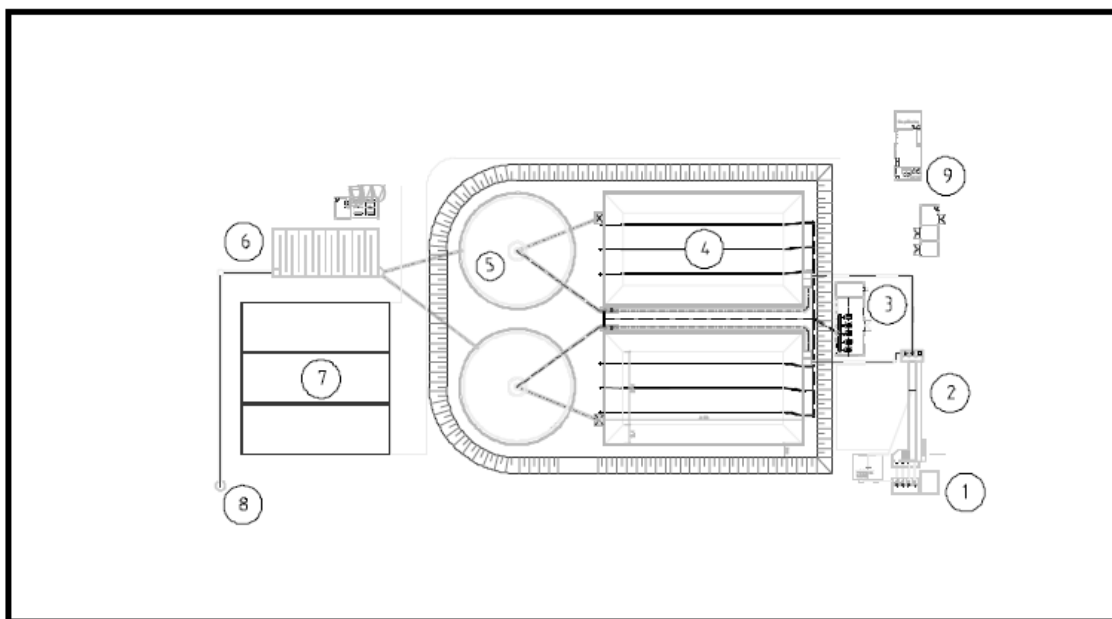


Figura 2. Plano de Planta Depuradora.

1- Rejas Primarias. 2- Desarenador. 3- Sopladores y Sala de Máquinas. 4- Reactores. 5- Sedimentadotes.

6- Cámara de Cloración. 7- Playa de Secado. 8- Salida al Colector de Descarga. 9- Sala de Control.



Figura 3. Vista Panorámica de la Planta Depuradora.



Figura 4. Vista Panorámica de la Planta Depuradora.

REJAS

Las rejas están compuestas por un conjunto de barras inclinadas, esparcidas a intervalos iguales y ubicadas transversalmente en un canal a través del cual escurre el líquido cloacal. Ver Figura 5



Figura 5. Líquido pasando a través de las rejas

Éstas, se encuentran instaladas aguas abajo de las bombas que elevan el líquido crudo. Las rejas no cuentan, en este caso, con equipo mecánico de limpieza, de manera que la remoción periódica de los sólidos se hace, mediante rastrillos en forma manual. La inclinación de la reja con la horizontal es de 45º grados, y teniendo en cuenta que éstas se limpian en forma manual, esta inclinación facilita la limpieza y reduce la formación de obstrucciones entre los espacios libres.

DESARENADOR



Figura 6. Vista general del Desarenador.

La función principal de un desarenador es separar arenas, término que engloba a las arenas propiamente dichas y a la grava, cenizas y cualquier otra materia pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superiores a los de los sólidos orgánicos putrescibles del agua residual. La arena incluye también otros elementos

como cáscaras de huevo, pedazos de hueso, granos de café y grandes partículas orgánicas tales como residuos de comidas. Deben proteger de la abrasión y desgaste anormales a los equipos mecánicos móviles y reducir la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos. Ver figura 6

Una vez terminado el pre-tratamiento de rejas finas y desarenado del efluente, mediante una cámara que reparte en partes iguales el caudal, es posible dividir la planta en tres líneas de tratamiento, dos de las cuales son existentes y la restante será ejecutada en una etapa posterior.

REPARTICIÓN DE CAUDALES

La interconexión entre la unidad de pretratamiento y el recinto de aireación se realizó con dos cañerías en paralelo, que llevan el líquido pretratado a respectivas cámaras reactoras. Se dejó prevista una bajada para una cañería, idéntica a las anteriores para la futura ampliación.

SOPLADORES

La alimentación de aire es provista por cinco sopladores, incluyendo uno de reserva, ubicados en un local anterior a las cámaras reactoras. Ver figura 7.



Figura 7. Sopladores

INGRESO Y EGRESO AL RECINTO DE AIREACIÓN

La cámara de entrada al reactor tiene vertederos rectangulares de pared delgada, con contracción lateral reducida, de 1 m de ancho, con vertido de lámina libre. Ver figura 8



Figura 8. Vertedero rectangular en la salida de la cámara reactiva.

La cámara de salida del reactor tiene también un vertedero rectangular, de pared delgada, con contracción lateral reducida, de 1 m de ancho, con vertido de lámina libre.

CÁMARAS REACTORAS

El líquido ingresa mediante respectivas cámaras a dos reactores rectangulares. Ver figura 9.



Figura 9. Cámaras Reactoras

Los reactores son provistos por tres mangueras flotantes móviles cada uno, en el sentido longitudinal, con mecanismos colgantes en cada manguera, y difusores en el fondo del reactor en cada mecanismo para proveer el aire necesario para que se procreen los microorganismos y degraden la materia orgánica. Ver figuras 10 y 11



Figura 10



Figura 11

Manguera flotante con mecanismo Difusores de Fondo Colgante y difusores de fondo

El movimiento de las cadenas es causado por las burbujas que ascienden desde los difusores. Típicamente, el aire que proviene de los difusores debe aparecer como burbujas finas que rompen en la superficie del tanque.

INTERCONEXIÓN DEL RECINTO DE AIREACIÓN Y EL SEDIMENTADOR SECUNDARIO

La interconexión entre ambos recintos, se ejecutó, mediante dos cañerías de PVC Cloacal.

SEDIMENTADOR SECUNDARIO

Los líquidos efluentes de los reactores son conducidos a dos sedimentadores secundarios de 22 m de diámetro, provistos de un barredor mecánico de mando periférico con limitador de torque, pantalla distribuidora de PRFV, tolva para recolección de flotantes y vertedero perimetral de PRFV. Ver figura 12



Figura 12 Vista del interior del Sedimentador Secundario.

El objetivo del sedimentador es extraer los sólidos sedimentables y reducir el contenido de sólidos en suspensión, mediante la reducción de la velocidad de la corriente por debajo de la llamada velocidad crítica, entonces cuando el líquido que contiene partículas sólidas entra en reposo, las partículas que tienen peso específico mayor que el del agua (1ton/m^3), tienden a asentarse.

EGRESO DEL SEDIMENTADOR HACIA LA CÁMARA DE CONTACTO DE CLORACIÓN

La salida del sedimentador hacia la cámara de contacto de cloración, se realizó mediante cañerías de PVC Cloacal.

CÁMARA DE CONTACTO DE CLORACIÓN

El empleo de desinfectante como complemento de tratamiento, se realiza cuando se pretende alcanzar la mayor pureza del efluente.

La cámara de contacto está construida por paredes de mampostería, que tienen la función de conducir al líquido en su recorrido de tipo serpentín, para que el líquido se vaya moviendo y se mezcle totalmente con la dosis de cloro. Ver figura 13

Las paredes exteriores son de Hormigón Armado debido a que son las encargadas de contener el líquido saliente.



Figura 13 Lámpara de Contacto ó “Serpentín de Cloración”

El desinfectante, se almacenará en dos tanques de Fibra de Vidrio, apoyados sobre camas semicirculares de Hormigón Armado. Ver figura 14



Figura 14. Tanques para contener cloro

CONDUCTO DE DESCARGA DEL EFLUENTE TRATADO

La descarga del efluente tratado y clorado, se proyectó realizar a través de una cañería de Polietileno Reforzado con Fibra de Vidrio (PRFV) Cloacal, de 600 mm de diámetro.

La longitud del conducto hasta el punto de descarga es de $L = 65$ m.

6) Alternativas Reutilización de Aguas

La reutilización de aguas residuales es sin dudas una alternativa útil para contribuir al imperante objetivo de garantizar disponibilidad de agua en la cantidad y con la calidad demandada por la dinámica social. Constituyen un recurso no convencional de agua que se ha desarrollado en los últimos años. Sin embargo, para poder proceder a reutilizar este recurso se requieren las tecnologías adecuadas y unos estudios previos detallados. Debiendo realizar un estudio particular de las tecnologías correspondientes, teniendo en cuenta la ausencia de legislación respecto a la reutilización de aguas residuales.

La demanda de agua aumenta constantemente debido, fundamentalmente, al desarrollo industrial y al aumento de la densidad de población en zonas concretas y, como consecuencia, la cantidad de agua residual que se vierte. Este incremento en la demanda y el volumen de agua contaminada y su impacto sobre el medio, está haciendo que la presión sobre los niveles de contaminación sea más exigente, y la calidad requerida se acerque a los requerimientos de reutilización.

Su origen.

Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades

agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual (Mendonca 1987).

Podemos clasificarlas según su origen como:

Domésticas: utilizadas con fines higiénicos en baños, cocinas, lavanderías, etc. Son los residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

Industriales: son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.

Infiltración y caudal adicionales: las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

Pluviales: son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

Aplicación del Agua Reutilizada:

Los posibles usos para esa agua regenerada serán aquellos en los que la calidad y las propiedades del agua no requieran un control tan estricto como en agua para consumo. Podrían citarse cinco consumos posibles los que tienen distintas exigencias de calidad, y también existen usos prohibidos para el agua reutilizada.

Tabla 1 - Usos previstos para la reutilización del agua residual depurada

1. Uso urbano	1.1. Residencial: riego jardines privados, descarga de artefactos sanitarios 1.2. Servicios: riego zonas verdes, limpieza de calles, incendios, lavado
----------------------	---

	industrial de vehículos
2. Uso agrícola	<p>2.1. Riego de cultivos de productos comestibles en fresco para alimentación humana.</p> <p>2.2. Productos de consumo humano no fresco, pastos para consumo de animales.</p> <p>2.3. Cultivos leñosos, flores ornamentales, viveros, cultivos industriales no alimentarios.</p>
3. Uso industrial	<p>3.1. Aguas de proceso y limpieza, otros usos industriales.</p> <p>3.2. Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.</p>
4. Uso recreativo	<p>4.1. Riego campos de golf, predios deportivos.</p> <p>4.2. Estanques, caudales circulantes con acceso al público prohibido.</p>
5. Uso ambiental	<p>5.1. Recarga de acuíferos por percolación.</p> <p>5.2. Recarga de acuíferos por inyección directa.</p> <p>5.3. Riego de bosques, zonas verdes no accesibles al público.</p>

Cabe aclarar que existen prohibiciones de utilización de este tipo de agua, como por ejemplo el empleo para:

- Consumo humano.
- Uso en la industria alimentaria.
- Uso en hospitales o centros de Salud.
- Uso recreativo como agua de baño.
- Uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos, excepto lo previsto para uso industrial.
- Uso en fuentes ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos.

Dentro de los importantes reúsos describiremos los siguientes:

USO RECREATIVO Y URBANO

Este uso plantea el tema de la reutilización como fuente alternativa de agua como forma de minimizar la contaminación medioambiental, con el empleo del agua residual depurada para fines recreativos y de limpieza viaria, teniendo en cuenta que la reutilización para estos fines no potables jugará un importante papel en la mejora de la calidad de vida en las ciudades.

Esta reutilización va dirigida principalmente para Riego de parques y jardines públicos.

Cabe aclarar que existen también recomendaciones de la OMS para el "Riego de campos deportivos y de zonas verdes con acceso público" en lo que refiere a parámetros microbiológicos que deben ser controlados.

USO AGRÍCOLA

Es el uso destinado al riego de cultivos agrícolas para consumo directo alimenticio, humano y animal.

Presenta muchas ventajas para su uso como agua de riego, aunque se requieren cálculos y herramientas de toma de decisión adaptados a cada circunstancia. Esta es la aplicación más usada, además de que supone una etapa más en el tratamiento de aguas, ya que el suelo es un elemento de alta eficacia depuradora. A medida que el agua se infiltra en el terreno, este actúa a modo de filtro y en su superficie, por la actividad bacteriana se produce la degradación biológica de la materia orgánica de la misma manera que un tratamiento secundario.

El agua residual aporta en este uso abundantes elementos nutritivos, ya que es agua fertilizada, lo que genera riesgos sanitarios importantes. Por el contrario el agua sin contaminar no presenta este tipo de problemas sanitarios.

Los criterios que se emplean para el reúso de aguas residuales en riego depende de la calidad final lograda, para ello se evaluará el impacto o los problemas que puedan generar tanto al suelo como a la planta, valorándolos de la siguiente manera:

- Ninguno**: Agua de buena calidad para cualquier suelo y planta. Apta para riego continuo en todo tipo de suelo.

- Moderado**: Agua mediocre, para plantas tolerantes y suelo de textura fina. El contenido en tóxicos potenciales obliga a riego discontinuo, uso del agua por un periodo hasta 20 años, en suelos neutros o alcalinos de textura fina.

- Severo**: Agua de mala calidad, sólo para plantas muy tolerantes y suelos de textura fina muy bien drenados. Riego discontinuo con muchas precauciones.

Características de las aguas residuales:

La composición del agua residual a tratar debe conocerse antes del tratamiento para que este resulte eficaz. La caracterización del agua permite conocer los elemento químicos y biológicos que contiene, proporcionando la información necesaria para el diseño de una planta de tratamiento eficaz. La composición se establece con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas, sobre todo mediante su contenido de Sólidos, la concentración de Materia Orgánica (DBO5 y DQO) y el PH.

Características físicas:

Estas incluyen la totalidad de los sólidos en suspensión y las sustancias orgánicas disueltas. Si se aplica un segundo tratamiento, los elementos en suspensión presentan muy pocos problemas. Las materias orgánicas que no creen problemas de olores ni de aireación pueden ser beneficiosos para el suelo.

Características químicas:

Las características químicas de importancia para la agricultura de regadío son la salinidad, la toxicidad de micro elementos y metales pesados, el Nitrógeno total, el PH y otros.

USO INDUSTRIAL

Reutilización de Aguas Residuales con fines Industriales

Refrigeración Industrial: Se define como el uso de aguas en plantas de producción de energía y algunas industrias, para extraer calor mediante su circulación por circuitos. Estos pueden ser:

- Abiertos: Requiere grandes volúmenes de agua. Existe contacto entre el agua y el cuerpo refrigerar. No hay recirculación. A veces originan problemas ecológicos graves, si se evacuan a ríos o lagos pues originan contaminación térmica.
- Semi-cerrados: Tienen recirculación, purga y alimentación para evitar excesiva concentración de contaminantes por evaporación. Hay contacto con el aire.
- Cerrado: Hay recirculación, pero no existe contacto con el aire. Son más costosos, pero se eliminan las pérdidas de las purgas.
- Usos: Producción de electricidad, siderurgia, petroquímica, química, automovilísticas, cementeras, incineración de residuos. En algunos países está prohibido en industrias alimentarias afines.

Principales problemas de la reutilización de Aguas Residuales con fines Industriales

- Corrosión: Se deben lograr la Inhibición de la corrosión. El pH deberá ser entre 6.5-7 tal forma que no sea muy ácido y se produzca corrosión o muy alcalino para que no precipiten los hidróxidos insolubles.
- Incrustaciones: Se requiere lograr la inhibición del poder incrustante. Se debe determinar dureza total en todas las condiciones térmicas del agua de

refrigeración, añadiendo a continuación los productos químicos retardadores de la precipitación de la cal.

- Fangos y desarrollos biológicos: Las materias en suspensión originan películas de barro en los circuitos que junto al aporte nutrientes de estas aguas pueden originar desarrollo de organismos que disminuyan la luz la tubería, para evitarlo habrá que purgar con productos químicos para la limpieza de estos elementos biológicos.
- Riesgos sanitarios: Evacuación de gases tóxicos que se producen por determinadas bacterias en condiciones anóxicas.

7) Aplicaciones en argentina

La ciudad de Puerto Madryn, provincia de Chubut, padece de un déficit de importante de agua. Su fuente de provisión de agua dulce es el río Chubut, ubicado a 65 km de la ciudad, desde el cual se bombea para potabilizarla y luego impulsarla a lo largo de acueductos, almacenarla y distribuirla a los usuarios. Desde allí se generan las aguas residuales que deben ser recolectadas, impulsadas y tratadas.

Casi la mitad del agua potable consumida por habitante se destina a riego de espacios verdes y al uso industrial. “Los altos costos de potabilización, bombeo, mantenimiento de acueductos, almacenamiento, recolección de aguas residuales y su posterior volcamiento al golfo, han determinado el interés municipal por incorporar las “aguas regeneradas” a la planificación y ordenamiento de la ciudad, asumiendo que el agua es un recurso escaso en la región y que su eficaz empleo puede redundar en el bienestar y la mayor calidad de vida de los habitantes.”

Desde el año 1998 esta ciudad cuenta con el tratamiento de líquidos cloacales a través del proyecto original de la Planta de Tratamiento Norte (PTN) y el Estudio de Impacto Ambiental de la misma, aprobado por el Ministerio de Ambiente y Control del Desarrollo Sustentable de la Provincia del Chubut.

Los objetivos planteados fueron: Tratamiento de la totalidad de los efluentes cloacales generados en la ciudad; Cero volcado de efluentes al Golfo Nuevo y Reuso del agua tratada en riego de forestaciones.

Desde el año 2000, dichas aguas son recolectadas por la red cloacal, pre-tratadas y bombeadas a una laguna facultativa y fotosintética en la que los líquidos crudos reciben un tratamiento biológico por retención y circulación.

Desde 2006 cuentan con la Ordenanza Municipal Nº 6301 “Reglamento del Reuso de los Efluentes Cloacales Tratados para Riego Forestal”.

Así es que Puerto Madrin se transformó en una de las pocas ciudades en el mundo en incorporar el tratamiento de efluentes para el riego de áreas forestales dentro del ejido urbano, protegiendo de esta manera la gran reserva faunística de la provincia, reconocida como Patrimonio Natural de la Humanidad por la UNESCO. Según las fuente locales el promedio de líquidos cloacales que ingresan para su tratamiento a la laguna es 12.953,3 m³/día., en 2004-2008, con un incremento del 23 %. Teniendo en cuenta que diariamente, la planta dispone para su utilización un volumen promedio de 8.160 m³/día, durante los meses de bajas temperaturas y evaporación mínima hay un excedente del orden de 5.000 m³/día.

Por ello se hace necesario erogar diariamente el equivalente a casi un cuarto del volumen de agua recibido mediante el acueducto. Actualmente se han iniciado las obras de la ampliación del sistema de riego con agua tratada, llegando de esta manera hasta la zona costera el ejido urbano, parques recreativos y clubes deportivos del área sur de la ciudad.

REUSO DEL AGUA SISTEMA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS EN EL PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD PENÍNSULA VALDES, Y USOS ALTERNATIVOS

Arrana, Raúl E. y Sánchez, Verónica - Secretaría de Ecología y Medio Ambiente Municipalidad de Puerto Madryn - Chubut - Argentina

Una de las alternativas a la escasez de agua dulce, es el tratamiento del agua de desecho y su posterior reutilización. Cuando se obtienen estándares de calidad, pueden ser utilizadas para diversos fines: riego, refrigeración industrial, acuicultura, recarga de acuíferos y hasta completar el proceso de potabilización.

Puerto Madryn, ubicada a orillas del Golfo Nuevo en la provincia de Chubut, sufre déficit de agua dulce. Las precipitaciones son de 250 mm/año y una evaporación estimada de 2000mm/año. Su única fuente es el río Chubut a 65 km de la ciudad. Desde allí se bombea para potabilizar e impulsar por acueductos hasta la ciudad.

Casi la mitad del agua potable consumida en nuestra ciudad, se destina a riego y uso industrial, con picos durante el verano. Las aguas "negras" que se generan, deben ser recolectadas, impulsadas y tratadas.

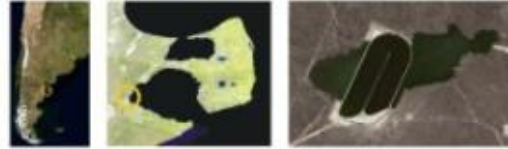
Los altos costos del agua potable y la recolección de líquidos cloacales con vertido al Golfo, determinaron el interés municipal por incorporar las "aguas regeneradas" a la ciudad. Una Comisión Multisectorial de la comunidad estableció objetivos principales:

- Tratamiento total de efluentes cloacales generados en la ciudad.
- "Cero" vertido de efluentes al Golfo Nuevo.
- Reuso del agua tratada en riego de forestaciones.

El tratamiento fue establecido en 1996 a través del proyecto de la Planta de Tratamiento Norte (PTN) con Estadio de Impacto, aprobado por la autoridad ambiental de la Provincia. Desde el año 2000, los desechos cloacales son recolectados, pre-tratados y bombeados a una laguna facultativa y fotosintética en la que los líquidos crudos reciben un tratamiento biológico por retención y circulación.

El volumen promedio de líquidos cloacales que ingresan a la Planta es: 12.953 m³/día. La planta dispone de un volumen de 8.160 m³/día. En los meses de bajas temperaturas y evaporación mínima (mayo a agosto) hay un excedente del 5.000 m³/día, erogando diariamente un cuarto del volumen de agua potable consumida por la ciudad.

Cuando la Planta se ve sobrecargada, existe un canal de desagüe directo al mar, en la zona de El Dunafillo, importante área de avistaje de costa de la bahía franca austral.



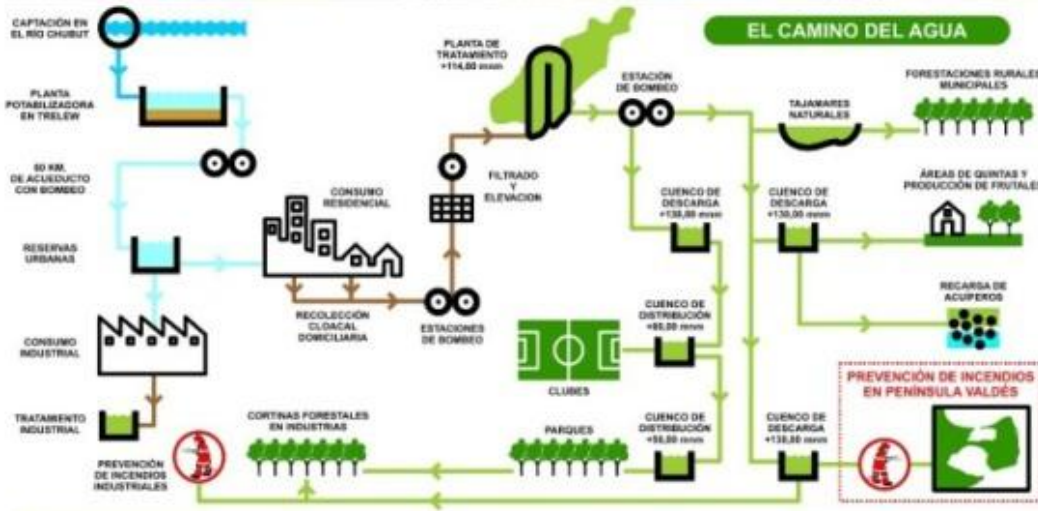
El Ejecutivo Municipal con el fin de incentivar emprendimientos con agua tratada, generó el "Reglamento del Reuso de los Efluentes Cloacales Tratados para Riego Forestal" que fue aprobado en el 2006 por el Consejo Deliberante (Ord. N° 6301). La ciudad se transformó en una de las pocas en el mundo en incorporar el tratamiento de efluentes para el riego de áreas forestales.

En el 2005, se firmó el Convenio Marco con el Ente Nacional de Obras Hídricas de la Nación (ENOHSA) que permitió planificar y ejecutar obras de infraestructuras sanitarias y de reuso. En el mismo año creó el Distrito Forestal Norte (Ord. N°5612/05) donde se está conformando un área de 100 hectáreas forestadas con apoyo de emprendimientos privados y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

En el 2006, se crea el Distrito Forestal Productivo (Ord. N°16077/06), en el que inversiones privadas realizan el riego de 115.000 ejemplares forestales, entre ellos avellanos y nogales.

En 2009, nuevamente junto al ENOHSA, se iniciaron las obras de la ampliación del sistema de riego con agua tratada, para la zona costera del ejido urbano, parques recreativos y clubes deportivos del área sur de la ciudad.

La canalización del agua se encuentra resuelta parcialmente. Cañerías y canales conducen parte del agua a zonas de riego forestal. Una estación de bombeo eleva el agua tratada desde la Planta (+114.00) hasta la cota +136.00. Desde allí, se hace llegar por gravedad a las diferentes áreas de riego.



PROTEGER EL PATRIMONIO DE LA HUMANIDAD



La ciudad se ubica al borde de la Península Valdés, Patrimonio Natural de la Humanidad (UNESCO). Este reserva es una de las principales actividades de la región: el turismo de naturaleza.

Una amenaza importante para este ambiente sensible es el incendio de campo. Principalmente en el verano, se ponen en peligro bienes, ganado y la fauna silvestre. Por este motivo se diseñó y puso en marcha un sistema para la lucha contra incendios con agua de reuso.

El sistema realizó una cañería existente instalada y desinfectada de su uso original, el Gasoducto General San Martín. Esta cañería tiene una extensión aproximada de 70 km, en los que se construyeron diversos reservorios de agua que se utilizan para una carga rápida de los autobombos.

MUNICIPALIDAD DE PUERTO MADRYN SECRETARÍA DE ECOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE
Belgrano 266 - Puerto Madryn - CP 9126 - Tel / Fax: 52945 436370
ecologia@madryn.gov.ar / educamienta@madryn.gov.ar

Discusión

La Organización Mundial de la Salud (1989) estipula las siguientes categorías para el agua de reúso:

Categoría	Uso del agua tratada	Grupo expuesto	Nemátodos intestinales ^a	Coliformes fecales ^b	Tratamiento necesario
A	Riego de cultivos que se consumen crudos, campos de deportes, parques públicos.	Trabajadores, consumidores público	≤ 1	≤ 1000	Serie de lagunas de estabilización o tratamiento equivalente.
B	Riego de cultivo de cereales, industriales y forrajeros, praderas y árboles ^c .	Trabajadores	≤ 1	No se recomienda ninguna forma	Retención en lagunas de estabilización por 8 a 10 días o tratamiento equivalente.
C	Riego localizado de los cultivos en la categoría B, cuando ni los trabajadores ni el público están expuestos.	Ninguno	No es aplicable	No es aplicable	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego, pero no menos que sedimentación primaria.

a) Unidad: media aritmética n° de huevos por litro. En casos específicos, se deberían tener en cuenta los factores epidemiológicos, socioculturales y ambientales de cada lugar y modificar las directrices de acuerdo con ello.

b) Unidad: media geométrica n° por 100 ml.

c) En el caso de árboles frutales, el riego debe cesar dos semanas antes de cosechar la fruta y ésta no se debe recoger del suelo. No es conveniente regar por aspersión.

Conclusión

Es un hecho ampliamente aceptado, que resulta de vital importancia, tanto el manejo del agua residual como su reuso. Corroborado en nuestro país en la ciudad de Puerto Madryn, podemos asegurar que los impactos generados pueden ser minimizado con un manejo adecuado del agua proveniente de actividades industriales y urbanas.

Los beneficios que proporciona el reuso de agua no sólo amplían el espectro de posibilidades agroindustriales, sino que aportan un importante ahorro de agua potable. A través de tratamientos tecnológicos de avanzada, se logran las características requeridas para usos tan diversos como el agrícola, recreativo o industrial.

El agua ha sido siempre la llave para la civilización y el desarrollo sostenible, por ello podemos decir que uno de los problemas mas graves de conservación a los que se enfrenta hoy la humanidad es el de preservar y mantener la calidad de aguas naturales, racionalizando su consumo y minimizando el deterioro de los cauces receptores de nuestras aguas residuales.

Concluimos en que es imperante generar políticas Municipales para que en un futuro cercano se realicen los tratamientos de aguas residuales con vistas a su reúso, y sobre todo que se restrinja el uso de productos derivados de las industrias. Más allá de asegurar la necesidad de una legislación al respecto que cubra las carencias que hoy tenemos, que limite y sancione a los generadores de este tipo de residuos.

Referencias Bibliográficas

- 1) <http://www.madrimasd.org/blogs/remtavares/2010/03/15/131429> REGENERACIÓN Y REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS: ACTUACIONES EN LAS EDAR DE ESPAÑA. Publicado por **José Aguado Alonso** el **15 Marzo, 2010**
- 2) Apuntes de clase Aguas Residuales – Ing. Horacio Camapaña.
- 3) Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Control de la contaminación del agua. Apunte de clase GEIA.
- 4) <http://www.madrimasd.org/>
- 5) Manual de Tratamiento de Plantas de Aguas residuales alimenticias – Lesly da Cámara – Mario Hernandez – Luiselena Paz.