

**REPUBLICA DE COLOMBIA**

**PROYECTO: DESARROLLO DE CAPACIDADES PARA EL USO SEGURO DE  
AGUAS SERVIDAS EN AGRICULTURA  
(FAO, WHO, UNEP, UNU-INWEH, UNW-DPC, IWMI e ICID)**

**SEGUNDO REPORTE NACIONAL  
“Producción de Aguas Servidas, Tratamiento y Uso en Colombia”**

**MARIA JULIANA LOPERA GOMEZ – ASESORA MINISTRO DE  
AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL**

**SARA MARIA CAMPOS –DIRECCION DE DESARROLLO TECNOLOGICO Y  
PROTECCION SANITARIA – MINISTERIO DE AGRICULTURA Y  
DESARROLLO RURAL**

**BLANCA CRISTINA OLARTE – SUBDIRECCION DE SALUD NUTRICIONAL,  
ALIMENTOS Y BEBIDAS - MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL**

**Santafé de Bogotá, Noviembre de 2012**

## TABLA DE CONTENIDO

- Resumen
- 1-Disponibilidad de agua y su uso
- 2-Producción de aguas servidas y su tratamiento
- 3-Uso/vertido de aguas servidas
- 4-Investigación/prácticas sobre diferentes aspectos de las aguas servidas
- 5-Políticas y organización institucional para la gestión de las aguas servidas
- 6-Estado y requerimientos de conocimiento y prácticas sobre el uso seguro de aguas servidas
- 7-Conclusiones y/o información importante sobre este tema no incluidas en los anteriores apartados

## RESUMEN

Teniendo en cuenta que debido a la escasez del recurso hídrico, la reutilización de aguas es una práctica cada vez más común por ser en algunos casos beneficiosa para los suelos agrícolas y para el medio ambiente, y por significar un ahorro para los agricultores; debe entonces realizarse un análisis juicioso de las políticas, reglamentaciones e institucionalidad relacionada con el tema del reúso responsable, de tal manera que la utilización de aguas residuales pueda reglamentarse y el reúso precedido de un tratamiento adecuado pueda fomentarse.

Se hace énfasis en que esta práctica debe ser responsable, ya que en los países de América Latina es común el uso de aguas residuales crudas o diluidas con aguas superficiales, el uso de aguas con residuos peligrosos no identificados debido a los vertimientos indirectos realizados a cuerpos de agua y el bajo porcentaje de tratamiento para aguas residuales; lo que generan riesgos para el ambiente y la salud.

Por lo anterior a partir de este programa se proponen las siguientes acciones que permitan alcanzar el propósito de maximizar el uso del recurso hídrico, proporcionando ventajas a los agricultores y seguridad a los consumidores.

### I. Planificación y Ordenamiento del recurso

Acciones en tratamiento para lograr la recuperación de fuentes hídricas con enfoque regional.

### II. Coordinación Interinstitucional

Concentrar y articular esfuerzos en tratamiento de efluentes y recuperación de fuentes hídricas.

### III. Fortalecimiento Institucional

Materializar las directrices del orden nacional en los niveles regional y local, así como implementar instrumentos eficaces y efectivos.

### IV. Culturización y sensibilización social

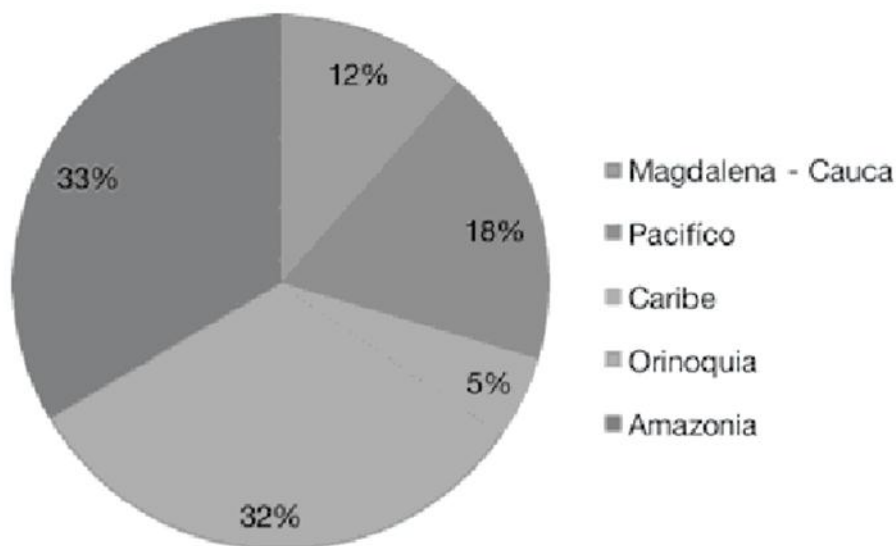
Sensibilizar a la población civil sobre la importancia de reutilizar el recurso hídrico, con el fin de maximizar su uso.

## 1- Disponibilidad y uso de agua:

Por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor.

Según estimaciones del IDEAM, en promedio en Colombia la precipitación media anual es de 3000 mm con una evapotranspiración real de 1180 mm y una escorrentía medial anual de 1830 mm. Teniendo en cuenta lo anterior, del volumen de precipitación anual, 61% se convierte en escorrentía superficial generando un caudal medio de 67000 m<sup>3</sup>/seg, equivalente a un volumen anual de 2084 km<sup>3</sup> que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio nacional continental, de la siguiente forma: 11% en la región Magdalena – Cauca, 5% en la región del Caribe; 18% para la región del Pacífico; 34% en la región de la Amazonia y 32% en la región de la Orinoquia. (Figura 1).

Figura 1. Volumen de agua en áreas hidrográficas representativas, Km<sup>3</sup>



Fuente: IDEAM, Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia, 2004.

- Oferta y disponibilidad de agua

Aguas Superficiales: Estimaciones realizadas por el IDEAM en sus diferentes estudios, anotan que la escorrentía superficial per cápita total del país es de 57000 metros cúbicos al año, en cuanto a la oferta neta en la cual se incorporan reducciones tanto por alteración de la calidad como por regulación natural, se alcanzan apenas los 1260 km<sup>3</sup> que corresponden a una disponibilidad de 34000 metros cúbicos por persona al año. En las condiciones de año seco consideradas, esta disponibilidad se reduce a 26700 metros cúbicos por persona al año.

La abundancia hídrica colombiana puede ser cuantificada mediante valores de escorrentía y rendimientos y se manifiesta mediante una densa red fluvial superficial (con una oferta de 2084 km<sup>3</sup> de escorrentía anual que equivale a un caudal de 67000 m<sup>3</sup>/s) que, dependiendo de determinadas condiciones, es favorable para el almacenamiento de aguas subterráneas. Adicionalmente se han estimado 38 km<sup>3</sup> almacenados en ciénagas, lagunas, lagos y embalses. (IDEAM -SIAC, 2001).

La oferta natural ambiental almacenada de 38 km<sup>3</sup> supera con creces las capacidades actuales de almacenamiento artificial del país de 7 km<sup>3</sup> en reservorios y embalses, por lo que estos almacenamientos naturales deben protegerse debido a las ventajas comparativas que presentan para el manejo de los excesos y deficiencias de agua.

La riqueza hídrica colombiana también se manifiesta en la favorable condición de almacenamiento superficial, representada por la existencia de cuerpos de agua lénticos, distribuidos en buena parte de la superficie total y por la presencia de enormes extensiones de ecosistemas de humedales. Del volumen total de escorrentía anual, 1,81% se almacena superficial y temporalmente de la siguiente manera: 0,47% en pantanos, 1,30% en lagos naturales y, 0,04% en los páramos, constituyéndose en la oferta de almacenamiento ambiental que bajo ciertas condiciones racionales es utilizada, bien para otros usos productivos o para el funcionamiento de los sistemas naturales. (IDEAM -SIAC, 2001)

Aguas subterráneas: La mayor parte de los recursos hídricos utilizables en el planeta, se encuentran en el subsuelo y Colombia presenta similares condiciones con un gran potencial de aguas subterráneas; INGEOMINAS resalta en el Mapa Hidrogeológico de Colombia (1986) y en el Atlas Hidrogeológico (2004), que aproximadamente el 75% del territorio, cuenta con zonas favorables para el almacenamiento de agua subterránea, especialmente en formaciones sedimentarias de edades Cuaternaria, Terciaria y Cretácica, la misma institución calcula a manera de pronóstico que las zonas con mayor potencial abarcan alrededor de un 36% del área del país (415.000 Km<sup>2</sup>).

Según menciona INGEOMINAS, (Consideraciones sobre las aguas subterráneas en Colombia y sus posibilidades de explotación, 1997), solo se han realizado estudios

relacionados con este componente en alrededor de 5% del área total del territorio, pero esta cifra puede aumentar alrededor de un 10%, (Programa de Exploración de Agua Subterránea - PEXAS). Estos estudios cubren especialmente las zonas con escasa oferta hídrica superficial, fundamentalmente la Costa Atlántica; también existen estudios regionales en la Sabana de Bogotá, Valle del Cauca, Norte de Santander, Tolima y Huila, igualmente algunas de las autoridades ambientales han realizado investigaciones en las áreas de su jurisdicción.

Actualmente el PEXAS, adelanta exploración hidrogeológica en Santander, Valle del Patía, Nariño y Llanos Orientales; existen zonas inexploradas como la Orinoquia, la Amazonia y el Chocó, con características favorables para la acumulación de agua subterránea.

Aguas marinas y estuarinas: Colombia tiene 1.141.748 Km<sup>2</sup> en su parte continental (56%) y 919.376 Km<sup>2</sup> en su territorio marítimo (44%), distribuidos en 540.876 Km<sup>2</sup> en el mar Caribe y 378.500 Km<sup>2</sup> en el océano Pacífico, con lo cual posee una inmensa riqueza que incluye la producción de oxígeno, recursos pesqueros, líneas de comunicación marítima, energía renovable y no renovable, entre otros. Por esta razón, las aguas jurisdiccionales, la plataforma continental y los espacios costeros son áreas en las cuales se realizan diferentes tipos de actividades y procesos como: turismo, pesca, transporte marítimo, exploración y explotación minera, generación de energías alternativas, conservación y recuperación de la diversidad biológica, la ciencia, tecnología e innovación, la cultura marítima, el cambio climático global y la gobernabilidad, ente otros.

Humedales, ciénagas y embalses: En lo que respecta a otros ecosistemas que albergan grandes cantidades de agua, como ciénagas y otros cuerpos de agua similares, se destaca que existen 5.622.750 ha, las cuales se encuentran principalmente en los departamentos de Bolívar y Magdalena. Las lagunas representan cerca de 22.950 ha y las sabanas inundables cubren una superficie total aproximada 9.255.475 ha, ubicadas en los departamentos del Amazonas, Guainía y Guaviare. Los bosques inundables representan aproximadamente 5.351.325 millones de hectáreas y se localizan en la Orinoquia, Amazonia, bajo Magdalena y en menor medida en la zona pacífica.

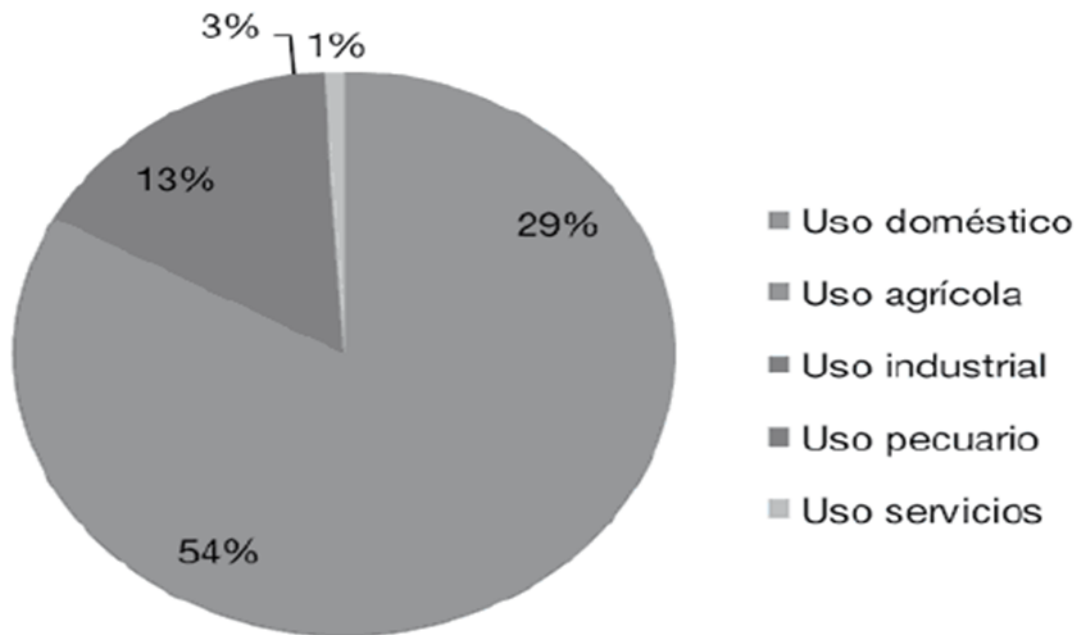
Glaciares: Según el IDEAM, en Colombia existen actualmente seis masas glaciares de tamaño relativamente pequeño que ocupan un área de aproximadamente 48 Km<sup>2</sup> que corresponden entre el 2% y 3% de los glaciares tropicales en Suramérica. Estos seis glaciares o nevados como se suelen llamar localmente, están distribuidos en las cordilleras Central (volcánica), Oriental (rocas sedimentarias) y en la Sierra Nevada de Santa Marta, esta última con las masas de hielo más septentrionales del país. Por su ubicación latitudinal, los glaciares de la zona ecuatorial han sido considerados como un excelente laboratorio para estudiar el calentamiento de la baja atmósfera, debido a la variabilidad

climática de esta franja y a la consecuente susceptibilidad de estas masas de hielo ante estas variaciones.

- La demanda

En estimaciones realizadas por el IDEAM, la demanda para el desarrollo de las actividades socioeconómicas en Colombia se representa principalmente mediante los siguientes usos: agrícola, doméstico, industrial, pecuario y servicios; el uso que presenta un mayor porcentaje es el agrícola con el 54%, con el 29% el doméstico y con el 13% el industrial, en menor escala el pecuario y el de servicios con porcentajes del 3%, y el 1% respectivamente. (Figura 2).

Figura 2. Demanda de agua para las actividades socioeconómicas, %



**Fuente: IDEAM, Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia, 2004.**

Para el abastecimiento de agua de la población colombiana se requieren en promedio 200 litros al día por habitante.

## 2- Producción de aguas servidas y su tratamiento:

De acuerdo con el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales (PMAR) en Colombia, publicado en el año 2004, la materia orgánica generada por las actividades domésticas en 1999 fue de 482.193 ton (1321 ton/día) medida como DBO, de las cuales se trató apenas el 4%, para un vertimiento neto de 462.759 ton.

La materia orgánica generada por las actividades industriales en el 2008 fue de 639.765 ton (1,752 Tm/día), lo que equivale a 17,5 millones de habitantes, siendo las actividades de fabricación de papel, cartón y productos de papel y cartón, elaboración de productos alimenticios y bebidas y fabricación de sustancias y productos químicos las que mayor carga generaron. Lo anterior permite establecer que las cargas contaminantes generadas por los sectores industriales son un importante factor de deterioro de la calidad del recurso hídrico urbano.

Así mismo, se estima en el PMAR que en el país el caudal de aguas residuales generado por los centros urbanos es de  $67\text{m}^3/\text{s}$ , en donde Bogotá representa más del 15,3%, Antioquia el 13%, Valle del Cauca el 9.87% y los demás departamentos están por debajo del 5%. Esta proporcionalidad condiciona el grado de impacto sobre las corrientes hídricas y marca la tendencia de impacto en las regiones.

Figura 3. Total de vertimientos generados por actividades industriales, comerciales y de servicios por año.

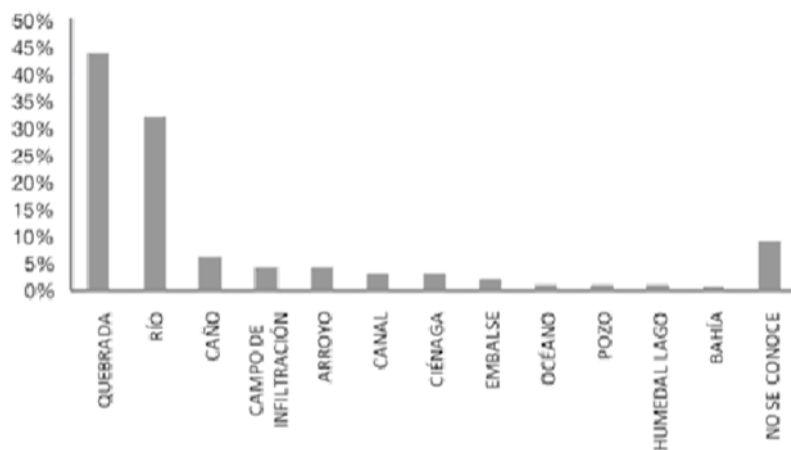


Fuente: MAVDT, Dirección de Desarrollo Sectorial Sostenible, noviembre de 2009.



También se evidencia que en la mayoría de municipios, principalmente de la zona andina, se vierte directamente las aguas residuales a los cuerpos de agua ubicados dentro del perímetro urbano (ver Figura 4).

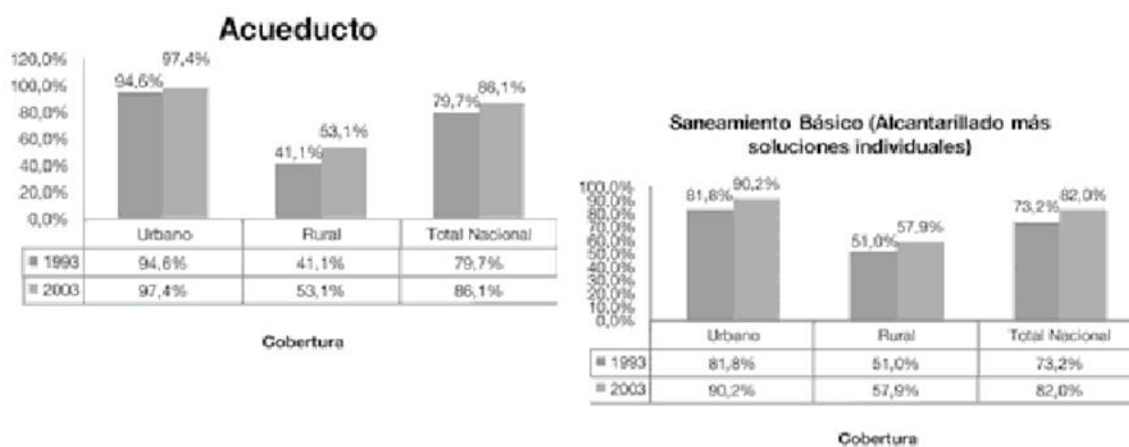
Figura 4. Cuerpos de agua receptores de las aguas residuales



Fuente: MAVDT; UNIANDES, Plan Decenal de Aguas Residuales, 2002.

De otro lado, en lo que respecta a la cobertura de los servicios de acueducto y alcantarillado, se destaca que entre los años 1993 y 2003 la cobertura de los servicios de acueducto en Colombia ha aumentado significativamente, al pasar del 79,7% al 86,1% y la de alcantarillado pasó de 73,2% a 82,0% (ver Figura 5).

Figura 5. Cobertura de acueducto y alcantarillado en Colombia.



Fuente: MAVDT, Dirección de Agua Potable, Saneamiento Básico y Ambiental, "Abastecimiento de agua y alcantarillado en comunidades rurales en Colombia", 2006.

Datos más recientes obtenidos por el censo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE correspondientes al año 2005, muestran que de los 9'742.928 hogares

que hay en el país, 8'125.908 (83,4%) cuenta con el servicio de acueducto. Con respecto al alcantarillado, 7'117.781 hogares cuentan con el servicio (73,05%) (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Cobertura de acueducto y alcantarillado, Censo 2005

| DETALLE        | VIVIENDAS OCUPADAS | ACUEDUCTO |           | ALCANTARILLADO |           |
|----------------|--------------------|-----------|-----------|----------------|-----------|
|                |                    | SI        | NO        | SI             | NO        |
| Total nacional | 9.742.928          | 8.125.908 | 1.617.020 | 7.117.781      | 2.625.147 |
| Cabecera       | 7.488.833          | 7.063.971 | 424.862   | 6.717.477      | 771.356   |
| Resto          | 2.254.095          | 1.061.937 | 1.192.158 | 400.304        | 1.853.791 |

**Fuente: DANE, Censo 2005.**

Los hogares que no cuentan con sistemas adecuados de abastecimiento o tratamiento de las aguas recurren a los servicios de abastecimiento de agua potable alternativos como son fuentes públicas, pozos individuales, camiones cisternas, conexiones ilegales a la red pública o directamente a los ríos, lagos u otros cuerpos de agua sin tratamiento. La mayoría de estas soluciones representan altos costos para los usuarios y no garantizan la calidad del agua, poniendo en riesgo la salud de la población, especialmente de los niños y adultos mayores.

Entre los años 2002 y 2006 ha habido un importante avance en el número de municipios que cuentan con sistema de tratamiento de sus aguas residuales al pasar de 218 en el 2002 a 355 en el 2006, no obstante, esta última cifra solo representa el 32,33% de los municipios del país (incluido el Distrito Capital), lo cual se puede calificar como una baja cobertura.

Asimismo, los datos muestran que en el año 2006 habían 411 sistemas de tratamiento de aguas residuales construidos y 44 en proceso de construcción, cifra que también deja ver el importante avance frente a los 237 Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales - STAR reportados en el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales del año 2004, es decir un incremento del 192% (incluidos los sistemas en construcción).

Se observa que de los 75,95 m<sup>3</sup>/s de aguas residuales municipales que se produjeron en el país en el año 2010, se trataron 18,93 m<sup>3</sup>/s (24,92%). Se destaca la importancia del Distrito Capital que representa el 24,92% del caudal total nacional.

En este contexto es conveniente indicar que si bien hay un número importante de sistemas de tratamiento de aguas residuales implementado o en proceso de ello, la operación y mantenimiento de estos sistemas se convierte en otros de los grandes retos, pues solo el 51% de ellos presenta un funcionamiento bueno o regular (Ver Tabla 2). Esta situación se debe en parte al desconocimiento, o a la poca importancia que se le da a la operación y mantenimiento de estos sistemas, pues se cree que el problema se soluciona con la construcción de la infraestructura. Otra de las causas de esta situación, es la falta de sostenibilidad financiera de los sistemas, pues el 77% de los casos no ha elaborado un estudio de impacto tarifario y en el 80% de los casos no se han utilizado las metodologías

establecidas por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico - CRA; esta situación implica que los STAR construidos no tienen garantizada su sostenibilidad.

Tabla 2. Estado de los sistemas de tratamiento de aguas residuales

| ESTADO                 | Año 2006 |      |
|------------------------|----------|------|
|                        | No.      | (%)  |
| Bueno                  | 108      | 24%  |
| Regular                | 122      | 27%  |
| Deficiente             | 100      | 22%  |
| No se conoce el estado | 124      | 27%  |
| Total PTAR Construidas | 454      | 100% |

**Fuente: MAVDT, Inventario realizado por el MAVDT en el marco del SINA, 2006.**

Otros factores que pueden señalarse como impedimentos para el tratamiento de las aguas residuales son la falta de conciencia sanitaria de la población, la escasa participación público- privada en iniciativas para impulsar proyectos sanitarios y deficiencias institucionales.

En relación con los diferentes sistemas de plantas de tratamiento que operan en el país, se observa la tendencia a construir lagunas abiertas aerobias y anaerobias (55%), en razón a que son sistemas fáciles de construir y tienen bajo costo de operación y que además, permiten la eliminación de bacterias y patógenos. En menor grado se construyen sistemas de lodos activados (22%), filtros percoladores (14%) y sistemas de reactor anaerobio de flujo ascendente (UASB, por sus iniciales en inglés) (9%), que remueven materia orgánica y sólidos, pero no tiene efectos sobre bacterias y patógenos.

### **3- Uso/vertido de aguas servidas:**

Frente al crecimiento de la demanda del agua en el mundo, su recuperación y reúso se ha incrementado de manera importante convirtiéndose en un componente integral de la gestión del agua. En países industrializados el reúso del agua se practica para preservar las fuentes de agua naturales y proteger el ambiente. Es así como la planeación de proyectos de reúso se está multiplicando especialmente en áreas con escasez de agua para uso municipal e industrial. Por el contrario, en países en vías de desarrollo la necesidad de incrementar las fuentes de agua en áreas áridas y semiáridas y el uso de aguas contaminadas debido a la falta de sistemas de saneamiento resultan en un uso no planeado del agua residual frente a la escasez del recurso. En este contexto, el interés en promover la planeación del agua recuperada se deriva de la necesidad de disminuir los efectos negativos sobre la salud y el medio ambiente, así como con la necesidad de conservar el recurso.

La calidad del agua requerida para uso agrícola depende del uso del cultivo, ya sea consumible o no, y del tipo de riego utilizado. Para evitar los peligros y minimizar los riesgos sanitarios se requiere al menos un tratamiento secundario y si el riego se hace por aspersión o hay contacto con el cultivo, un sistema de desinfección. Otras de las consideraciones que se deben tener en cuenta son tipo de cultivo, la topografía y las características del suelo; efecto de la calidad del agua especialmente los sólidos disueltos sobre el suelo, los cultivos y la capa de agua subterránea; la gestión del agua de escorrentía y el drenaje y los requerimientos de infraestructura.

En Colombia, los usos compatibles con los efluentes de las PTAR Salitre y Canoas (que corresponden al tratamiento de uno de los ríos más importantes que irriga en su recorrido aprox. 6.000 há. de cultivos agrícolas) son riego agrícola, riego paisajístico, uso industrial en diferentes procesos productivos y recarga de acuíferos. Estos usos se han seleccionado después de la revisión realizada entre todas las posibilidades de reúso que se han evaluado a nivel internacional, teniendo en cuenta que:

1. Se cuenta con un mercado que podría estar interesado en la compra de este tipo de agua
2. Los tratamientos para alcanzar la calidad requerida son sistemas primarios, secundarios y de desinfección y en caso de requerir una calidad superior a la generada por estos sistemas, la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá o el interesado en reutilizar el agua podría implementar dichos sistemas para tratar el caudal que se requiera.
3. Son los usos más ampliamente aplicados a nivel internacional y los que mayor aceptabilidad tienen por parte del usuario, una vez cumplidas actividades de planeación donde se tomen decisiones con todos los implicados en dicho reúso.

Colombia tiene una superficie irrigada con aguas residuales de 1.230.193 ha, con 27% de agua residual tratada y 73% sin tratar, por lo general diluida con aguas superficiales; al igual que sucede en toda América Latina, no se cuenta con información completa y confiable sobre el tema del reuso (Cepis, 2003) y solamente 8% del total de aguas residuales que se producen diariamente es tratado (WSP et al., 2007).

La Tabla 1 muestra los principales cultivos en los que se aplica el reuso de aguas residuales domésticas en América Latina (Cepis, 2003). En esta tabla se observa que el mayor porcentaje (83,1%) de las aguas residuales es usado principalmente en tres tipos de cultivos: hortalizas (30,2%), industriales (29,5%) y forrajes (23,4%). Esta situación es preocupante, pues mientras los cultivos industriales se someten previamente a un proceso de transformación, el forraje lo consumen directamente los animales y las hortalizas, los seres humanos, lo que eleva el riesgo de contaminación microbiológica o parasitológica y, por lo tanto, la generación de problemas de salud pública significativos. La misma situación ocurre para los cultivos de frutales, cuya área regada también representa un elevado porcentaje.

Tabla 1. Principales Cultivos empleados para reuso de aguas residuales domésticas

| Cultivos Regados con Agua Residual | Area (Ha) | Caudal (Litro/Seg) |
|------------------------------------|-----------|--------------------|
| Forestales                         | 97        | 99                 |
| Frutales                           | 46.772    | 40                 |
| Industriales                       | 391.418   | 1.473              |
| Forrajes                           | 6.943     | 1.172              |
| Hortalizas                         | 48.691    | 1.511              |
| Otros                              | 806       | 696                |
| TOTAL                              | 494.727   | 4.991              |

Países: Argentina, Colombia, México, Nicaragua, República Dominicana

Fuente: Adaptada de Cespis 2003

#### **4- Investigación/prácticas sobre diferentes aspectos de las aguas servidas**

A continuación se describen los grupos de investigación que adelantan sus trabajos en los diferentes temas de aguas servidas:

- Universidad Tecnológica de Pereira:

Grupo de Investigación: Agua y Saneamiento la cual tiene las siguientes son las líneas de investigación:

1. Calidad y fuentes de contaminación de recursos hídricos
2. Desarrollo de instrumentos y herramientas para la gestión de recursos hídricos y su adaptación al cambio climático
3. Desarrollo, adaptación y aplicación de tecnologías apropiadas
4. Fitoremediación de aguas residuales domésticas e industriales
5. Gestión de la calidad y cantidad del agua
6. Gestión integral de residuos sólidos

Capítulos de Memorias:

Humedales de Flujo Subsuperficial: Una alternativa para el Tratamiento de Aguas Residuales de Pequeños y Medianos Municipios de Colombia

Colombia, Evento: V Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible Ponencia: año:2002, V Seminario Internacional del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Naturaleza y Conocimiento: Capital en Nuestras Manos ISBN: 95881871. Autores: DIEGO PAREDES CUERVO, JHONNIERS GILBERTO GUERRERO ERAZO,

Artículo Publicado en Revista Científica:

Manejo de aguas residuales orientado hacia procesos de tratamiento por humedales artificiales. Colombia, Scientia Et Technica ISSN: 0122-1701, 2002 vol:VIII fasc: 18 págs: 97 – 102 Autores: JHONNIERS GILBERTO GUERRERO ERAZO, JORGE HUGO GARCIA SIERRA,

<http://www.utp.edu.co/vicerrectoria/investigaciones/>

- Universidad del Valle

Cinara - Instituto de Investigación y Desarrollo en Abastecimiento de Agua, Saneamiento Ambiental y Conservación del Recurso Hídrico

Grupo de Investigación: Agua y Saneamiento Las siguientes son las líneas de investigación:

1. Educación en higiene
2. Saneamiento y educación en higiene escolar
3. Alcantarillados no convencionales Investigar y desarrollar alternativas tecnológicas para la recolección y transporte de aguas residuales domésticas.
4. Gestión integral de residuos sólidos Investigar, desarrollar y transferir tecnologías y metodologías para el manejo integral de los residuos sólidos en municipios pequeños y medianos y en Colombia.
5. Microbiología ambiental aplicada Optimizar los procesos de degradación biológica de contaminantes en sistemas naturales de tratamiento.
6. Modelación y análisis de flujo en birreactores Investigar el comportamiento hidrodinámico de bioreactores utilizados para el tratamiento de aguas residuales domésticas.
7. Métodos naturales para el tratamiento de aguas residuales Investigar y desarrollar alternativas tecnológicas para el tratamiento de las aguas residuales utilizando procesos naturales de biodegradación de contaminantes.
8. Planificación integrada de recursos hídricos Desarrollar metodologías para la planificación y manejo integrado de los recursos hídricos.
9. Planificación de inversiones Investigar y desarrollar modelos de planificación para optimizar las inversiones en el sector ambiental con un enfoque sistémico.
10. Reuso de aguas residuales y subproductos Aprovechar las aguas residuales y subproductos del tratamiento con fines productivos desde una perspectiva de protección de la salud pública y del ecosistema.
11. Sistemas individuales de saneamiento Investigar y desarrollar alternativas tecnológicas para el manejo de las excretas y aguas residuales a nivel de vivienda.
12. Transferencia de tecnología Investigar, desarrollar y adaptar metodologías para la transferencia tecnológica en el sector ambiental.
13. Tratamiento anaerobio de aguas residuales domésticas Investigar y desarrollar alternativas para el mejoramiento de la eficiencia de procesos anaerobios corrientemente utilizados en Colombia para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

<http://cinara.univalle.edu.co/>

- Universidad de Pamplona

Grupo de Investigaciones Ambientales Agua, Aire y Suelo (GIAAS)

Las siguientes son las líneas de investigación:

Líneas de investigación declaradas por el grupo

- 1.- BIOSENSORES
- 2.- CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS
- 3.- CUENCAS Y PALEOAMBIENTE
- 4.- DESULFURACIÓN BIOLÓGICA DE CARBONES

- 5.- GESTIÓN Y TRATAMIENTO DEL AGUA
- 6.- SIMULACIÓN Y MODELAMIENTO DEL RECURSO HÍDRICO
- 7.- SUELOS Y GEOTECNÍA

[http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home\\_1/recursos/facultades/ingenierias/09062009/posgrados\\_ingenierias.jsp](http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_1/recursos/facultades/ingenierias/09062009/posgrados_ingenierias.jsp)



## **5 - Políticas y organización institucional para la gestión de las aguas servidas:**

Tal y como se enuncio en el Primer Reporte Nacional presentado por Colombia dentro de este Proyecto, en la actualidad nuestro país cuenta con una directriz clara en el tema de utilización y conservación de aguas, ya que la Ley 1450 de 2011 por la cual se Expide el Plan Nacional de Desarrollo para 2010 -2014, contiene ocho grandes ejes de gestión de las entidades gubernamentales, dentro de las cuales se encuentra la sostenibilidad ambiental, calificándola como prioridad en pro de garantizar el Principio de Equidad con las generaciones futuras, por lo que la implementación de una Política de Gestión Integral del Recurso Hídrico que garantice la oferta y el control de la disponibilidad, calidad y usos; es un mandato que aún se encuentra en desarrollo por parte de las entidades responsables.

Es importante resaltar que dentro del ordenamiento político colombiano, son los Planes Nacionales de Desarrollo, los que dictan las directrices y fines que la administración pública debe o aspira alcanzar en un periodo determinado de tiempo, estos Planes cuentan con la participación de todas las ramas del poder público, en cuanto, son propuestas por el Gobierno Nacional (ejecutivo), aprobadas por el Congreso de la Republica (legislativo) y examinadas en su constitucionalidad por la Corte Constitucional (judicial). A partir de estos Planes de Desarrollo, las entidades establecen sus mecanismos de acción para dar cumplimiento a los mandatos allí contenidos, de igual manera, las autoridades regionales y descentralizadas se basan en este Plan para el establecimiento de políticas locales y planes de trabajo.

En Colombia la gestión de la calidad hídrica abarca componentes como el manejo y control de los residuos líquidos generados por las actividades industriales, comerciales, institucionales y domésticas, las cuales son vigiladas localmente por las Corporaciones Autónomas Regionales, en el desarrollo de actividades de descontaminación del recurso hídrico en donde se centran en el diagnóstico de la calidad hídrica, realizando actividades de monitoreo, evaluación, modelación y determinación de objetivos de calidad sobre las fuentes hídricas de las cabeceras municipales, complementando con la gestión y seguimiento de los instrumentos de planificación municipales a través de convenios interadministrativos, para la formulación de planes de saneamiento y manejo de vertimientos, planes maestros de alcantarillado y diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales, (PTAR's).

A continuación se menciona todas las políticas y normatividad relacionada con el manejo y tratamiento de aguas residuales:

\* Constitución Política Nacional: En los artículos 78, 79 y 80 establece que el Estado tiene, entre otros deberes, los de proteger la diversidad e integridad del ambiente; fomentar

la educación ambiental; prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental; imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados al ambiente.

\* Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia: Tiene como objetivo propender por el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras. Como objetivos específicos plantea establecer lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivas en los espacios oceánicos y zonas costeras.

\* Ley 715 de 2001, modificada por la Ley 1176 de 2007: Establece el Sistema General de Participaciones constituido por los recursos que la Nación transfiere a las entidades territoriales. En el rubro Participación de propósito general se destinan recursos para agua potable y saneamiento básico, con los cuales al municipio le corresponde promover, financiar o cofinanciar proyectos de descontaminación de corrientes afectados por vertimientos, así como programas de disposición, eliminación y reciclaje de residuos líquidos y sólidos, entre otros programas.

\* Conpes 3146 de 2001: Estrategia para consolidar la ejecución del Plan Nacional para la Prevención y Atención de Desastres en el corto y mediano plazo. Prioriza el fortalecimiento de las acciones que se adelantan sobre evaluación de uso eficiente y ahorro de agua para consumo humano en el país, haciendo particular énfasis en el apoyo a los territorios en la elaboración de planes de contingencia para disminuir el riesgo en caso de déficit o contaminación de aguas.

\* Conpes 3164 de 2002: Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia – Plan de Acción 2002 – 2004. Establece las actividades del programa nacional para la evaluación, prevención, reducción y control de la contaminación generada por fuentes terrestres y marinas.

\* Conpes 3177 de 2002: Acciones Prioritarias y Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR): Define las acciones prioritarias y los lineamientos para la formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) con el fin de promover el mejoramiento de la calidad del recurso hídrico de la Nación. Este documento establece cinco acciones prioritarias enmarcadas en la necesidad de priorizar la gestión, desarrollar estrategias de gestión regional, revisar y actualizar la normatividad del sector, articular las fuentes de financiación y fortalecer una estrategia institucional para la implementación del Plan Nacional de Manejo de aguas Residuales.

\* Ley 1450 de 2011 por la cual se expide plan nacional de desarrollo 2010-2014: Establece como uno de los pilares principales del plan la sostenibilidad ambiental dentro del cual se encuentran lineamientos para la gestión del recurso hídrico en prevención de la contaminación y mejoramiento de la calidad del agua.

\* Decreto 1180 de 2003: (decreto 2820 de 2010) Reglamenta la Ley 99 de 1993 respecto a la Licencia Ambiental (LA). Define que para la construcción y operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales, que sirvan poblaciones iguales o superiores a 200.000 habitantes, se requiere licencia ambiental otorgada por la Autoridad Ambiental.

\* Lineamientos de la Política Nacional del Océano y los Espacios Costeros – LPNOEC. Tiene como objetivo promover el desarrollo sostenible del océano y de los espacios costeros y de los intereses marítimos de la Nación, mediante la estructuración concertada y la puesta en marcha de estrategias que permitan garantizar la cabal administración, aprovechamiento económico, vigilancia y control de dichos espacios territoriales.

\* Decreto 2811 de 1974, modificado por los Decretos 1608 de 1978 , 1715 de 1978, 704 de 1986 , 305 de 1988 , 4688 de 2005 y 2372 de 2010: Denominado Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Contiene las acciones de prevención y control de la contaminación del recurso hídrico, para garantizar la calidad del agua para su uso posterior.

\* Ley 9 de 1979: Conocida como Código Sanitario Nacional. Establece los procedimientos y las medidas para llevar a cabo la regulación y control de los vertimientos.

\* Decreto 1594 de 1984 modificado por el Decreto 3930 de 2010: Norma reglamentaria del Código Nacional de los Recursos Naturales y de la ley 9 de 1979, desarrolla los aspectos relacionados con el uso del agua y los residuos líquidos. En cuanto a aguas residuales, define los límites de vertimiento de las sustancias de interés sanitario y ambiental, permisos de vertimientos, tasas retributivas, métodos de análisis de laboratorio y estudios de impacto ambiental.

\* Ley 99 de 1993 reglamentado por los Decretos este decreto reglamenta la Ley 142 de 1994 no la ley 99de 1993, 4688 de 2005, 3600 de 2007 y 2372 de 2010: Reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables. otorga a las autoridades ambientales Regionales, en su calidad de máxima autoridad ambiental en el área de su jurisdicción, la facultad de ejercer las funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental del uso del agua, las cuales comprenderán el vertimiento, emisión o incorporación de sustancias o residuos líquidos, sólidos o gaseosos, en cualquiera de sus formas, a las aguas en cualquiera de sus formas, al aire, o a los suelos, así como los vertimientos que puedan causar daño o poner en peligro el normal desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables o impedir u obstaculizar su empleo para otros usos. Entre otras, encarga a los municipios la función específica de ejecutar obras o proyectos de descontaminación de corrientes o depósitos de agua afectados por los vertimientos municipales. Además, crea la tasa retributiva por

vertimientos líquidos puntuales a los cuerpos de agua y establece los lineamientos para su implementación.

\* Ley 373 de 1997, modificada parcialmente por la Ley 812 de 2003 y la Ley 1339 de 2009: Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.

\* Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (PNGIRH): establece los objetivos, estrategias, metas, indicadores y líneas de acción estratégica para el manejo del recurso hídrico en el país, en un horizonte de 12 años. El mecanismo previsto para materializar la Política para la GIRH, es un plan de acción que se denomina “Plan Hídrico Nacional”, el cual contiene los planes, programas y proyectos detallados, así como los cronogramas de actividades y presupuestos para desarrollar cada una de las líneas de acción estratégicas de la Política para la GIRH y así alcanzar sus objetivos y metas. El plan hídrico nacional tendrá tres etapas: corto (2014), mediano (2018) y largo plazo (2022) y es formulado de manera concertada con los actores clave para la GIRH, reconociendo las diferencias y problemáticas propias de cada región del país.

\*Decreto 1729 de 2002: asigna a las CAR`s y a las Comisiones Conjuntas (en cuencas compartidas) la responsabilidad de elaborar "Planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas", POMCH, con el fin principal de atender necesidades de prevención, protección, restauración y conservación de los recursos naturales, especialmente del recurso hídrico con sustento en estudios de oferta y demanda.

\*Tasa retributiva por vertimientos puntuales: es un instrumento económico que tiene como objetivo incentivar cambios en el comportamiento de los agentes contaminadores, internalizando en sus decisiones de producción el costo del daño ambiental que ocasiona su contaminación, esto con el fin de lograr metas ambientales que sean social y económicamente sostenibles, esta tasa está reglamentada por la siguiente normatividad:

| Normativa                                               | Tema                                                                                                                                               |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <a href="#">Decreto 3100 de octubre 31 de 2003</a>      | Reglamenta las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de vertimientos puntuales                                      |
| <a href="#">Decreto 3440 de octubre 21 de 2004</a>      | Modifica el Decreto 3100 de 2003                                                                                                                   |
| Resolución 372 de mayo de 1998                          | Actualiza las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones                                        |
| Resolución 081 de 2001                                  | Adopta un formulario de información relacionada con el cobro de la tasa retributiva y el estado de los recursos y se adoptan otras determinaciones |
| Resolución 1433 de diciembre 27 de 2004                 | Se reglamenta el artículo 12 del Decreto 3100 de 2003 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos PSMV                                    |
| <a href="#">Resolución 2145 de diciembre 23 de 2005</a> | Modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004                                                                                                   |
| <a href="#">Ley 1151 de 2007. Artículo 107</a>          | Adiciona párrafo art. 42 Ley 99 de 1993, modificando lo relacionado con la destinación de los recaudos por concepto de la tasa                     |

\*La Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA emitió la Resolución CRA 287 de 2004, a través de la cual establece la metodología tarifaria para regular el cálculo de los costos de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, incluyendo los costos medios generados por tasas ambientales (tasas retributivas y tasas por utilización de aguas). De esta manera, a través de las tarifas, se traslada el costo de la tasa retributiva bajo escenario de cumplimiento, a los usuarios del servicio.

También es importante mencionar que como instrumento de medición y seguimiento del cumplimiento de estas políticas, el país cuenta con el Sistema de Gestión y Seguimiento de las metas del gobierno SIGOB, el cual muestra los avances de los programas enmarcados dentro de los pilares principales del plan nacional de desarrollo.

Es evidente entonces como el ordenamiento jurídico colombiano, ha desarrollado reglamentaciones, que aunque todavía son sujetas de mejoras y cambios constantes, crean un ámbito, dentro del cual se propende por la calidad del agua en todos los escenarios en que sea requerida, razón por la que se prevé entonces tratamientos y limitaciones en el uso y desuso del recurso hídrico.

En el ámbito institucional, la entidad que por su naturaleza debe emitir los lineamientos en materia del recurso hídrico es el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el cual dicta las normas y regulaciones tendientes a controlar la contaminación hídrica; evalúa estudios y otorga licencias ambientales de proyectos de manejo y tratamiento de aguas residuales; fomenta la ejecución de proyectos piloto de descontaminación y participa con

otros ministerios en el establecimiento de criterios técnico ambientales. Además, planifica y coordina el servicio público de alcantarillado, para lo cual identifica requisitos técnicos, planes de expansión, fuentes de financiación de tecnologías, esquemas administrativos y brinda asistencia técnica e institucional.

Además de este Ministerio a nivel nacional tenemos las siguientes instituciones que contribuyen a la gestión de aguas residuales:

- \* Ministerio de Salud y Protección Social: Dicta las normas y regulaciones de carácter sanitario y epidemiológico, y realiza el control sobre la calidad del agua para diferentes usos, entre ellos el doméstico.

- \* Departamento Nacional de Planeación: Apoya la formulación y realiza el seguimiento de políticas, planes, programas y proyectos; orienta los recursos de inversión del Presupuesto General de la Nación (PGN); coordina la elaboración del Plan Nacional de Desarrollo y la disponibilidad de recursos para su ejecución; y promueve la realización de proyectos de interés para el desarrollo social y económico.

- \* Comisión de regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico: Regula la prestación del servicio de alcantarillado. Prepara resoluciones y normas relacionadas con la calidad del servicio, y fija metodologías tarifarias e indicadores de gestión.

- \* Superintendencia de Servicios Públicos: Ejerce el control, la inspección y la vigilancia de las entidades que prestan servicios públicos.

- \* Corporaciones Autónomas Regionales – CAR, las cuales son entidades autónomas, integradas por los entes territoriales que conforman una unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica; y son las encargadas de administrar dentro de su jurisdicción el medio ambiente, los recursos naturales renovables y no renovables, y de propender por el desarrollo sostenible de su área, que tienen como función entre otras: Fijar límites permisibles de vertimientos y descargas en cuerpos hídricos.

De igual manera ejercen funciones de evaluación, control y seguimiento ambiental de los usos del agua, recaudan contribuciones, tasas, derechos, tarifas y multas por concepto de uso y aprovechamiento del agua y apoyan a comunidades étnicas para el abastecimiento, uso y conservación del agua.

- \* Gobernaciones de los departamentos Participan en los procesos de planificación, y brindan asistencia financiera, técnica y administrativa a municipios y empresas prestadoras de servicios públicos (ESP).

\* Alcaldías de los Municipios: Deben asegurar que se preste eficientemente el servicio de alcantarillado directamente o por parte de una Empresa prestadora de servicios públicos. Invierte recursos propios, entre ellos, los provenientes de transferencias de la Nación en proyectos de agua potable y saneamiento básico.

Es de esta manera, que se desarrolla la articulación y efectiva implementación de las políticas públicas adoptadas desde el sector central, la cual como se ha expuesto en otras ocasiones aún se encuentra en desarrollo y requiere de instrumentos puntuales que permitan un seguimiento más cercano y eficiente del tratamiento y uso de aguas en los diferentes sectores de la producción, incluida la agrícola.

## **6- Estado y requerimientos de conocimiento y prácticas sobre el uso seguro de aguas servidas:**

Partiendo de la información expuesta anteriormente y siendo consecuentes con las estrategias que tanto en este informe como en el anterior hemos definido como prioritarias consideramos que los requerimientos de conocimiento y prácticas principales a tenerse en cuenta deben tener que ver con:

### **I. Planificación y Ordenamiento del recurso**

Es importante fortalecer el personal de la entidades encargadas de plantear políticas y de ejecutar actividades de planificación y ordenamiento del recurso hídrico, tanto en el nivel central como en regiones, o adoptar algún modelo que pueda ser replicable y aplicable de manera descentralizada, con el fin de lograr la recuperación y medición de afectación a las fuentes hídricas con enfoque regional.

### **II. Coordinación Interinstitucional**

La coordinación interinstitucional es uno de los grandes retos que afrontan las políticas ambientales en nuestro país y en el caso particular del recurso hídrico y de la regulación y medición tanto de los vertimientos como del uso de aguas vertidas en diversas actividades, debe ser una de las actividades a adelantar, respetando la autonomía de las Corporaciones Autónomas Regionales.

### **III. Fortalecimiento Institucional**

En consonancia con el punto anterior, se deben aunar esfuerzos en lograr materializar las directrices del orden nacional en los niveles regional y local, así como implementar instrumentos eficaces y efectivos, que permitan no solamente tener un control, si no la información suficiente para proteger las diferentes fuentes hidricas en nuestro país.

### **IV. Culturización y sensibilización social**

Sensibilizar a la población civil sobre la importancia de reutilizar el recurso hídrico, con el fin de maximizar su uso, pero siempre con un amplio sentido de responsabilidad, mas aun si se reúsa en actividades agrícolas, ya que un reúso irresponsable, no solo puede acarrear consecuencias fitosanitarias, si no sanitarias y para la salud humana.

Siendo así las cosas y en términos de tratamiento del recurso hídrico, es importante la aplicación de tecnologías utilizadas después del tratamiento secundario y que están disponibles para la mayoría de actividades del reúso del agua incluyen sistemas de filtración en superficie y en profundidad, filtración por membrana, carbón activado, osmosis inversa, desinfección con ultravioleta y oxidación avanzada.



Las membranas representan el desarrollo tecnológico más significativo y están disponibles para ser aplicadas a diversos sistemas de tratamiento. Inicialmente se limitaban a procesos de ablandamiento y desalinización, pero su uso ha incrementado para tratamiento de aguas residuales obteniendo un agua de alta calidad para el reúso. El agua recuperada puede ser desmineralizada por medio de ósmosis inversa y electrodiálisis.

La cloración sigue siendo la tecnología de desinfección más ampliamente utilizada y es efectiva para mejorar la calidad del agua recuperada. El incremento en la reducción de materia particulada y el desarrollo de los sistemas de desinfección por ultravioleta ha permitido de igual forma mejorar la calidad del agua. La oxidación avanzada ayuda también a reducir o eliminar constituyentes traza de contaminantes emergentes a niveles considerados inocuos para la salud humana y sostenible con el medio ambiente.

Es de esta manera como se hace evidente que el estado y requerimiento de conocimientos, es un tema que no es fácil de abordar en materia de reutilización de aguas en agricultura, ya que a pesar de saber que uno de los usos más comunes de las aguas en nuestro país, además del saneamiento básico, es la agricultura, no existen facultades, ni desarrollos políticos, legales o técnicos en la materia que permitan tener una línea base clara, si no por el contrario, se puede visualizar una tarea aun por realizar y un camino por trazar en esta materia, ya que lo que es latente es un gran vacío en las capacidades y conocimientos de las entidades.

## **7- Conclusiones y/o información importante sobre el tema no tratada anteriormente:**

Durante la última década, debido a la concentración de la población en zonas urbanas, ha aumentado la presión de las ciudades sobre los recursos naturales, la dotación de vivienda y la prestación de servicios públicos (agua, saneamiento básico, energía, etc.). Esto ha intensificado las problemáticas ambientales, entre las que se destaca la contaminación del recurso hídrico generada por la descarga de las aguas residuales no tratadas provenientes de los alcantarillados municipales.

Por esto es necesario estructurar estrategias de gestión sectorial y ambiental, orientadas a resolver la problemática de contaminación hídrica generada por los vertimientos de aguas residuales para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente.

La agricultura es el principal sector consumidor de recursos hídricos; la disponibilidad hace que en algunas zonas sea necesario emplear otros recursos, como aguas residuales domésticas. Aunque siempre es recomendable tratarlas antes de su uso, en la práctica predomina en todos los países de América Latina el empleo de aguas residuales crudas, diluidas en cuerpos de agua superficiales y, en menor proporción, el de aguas tratadas, aunque no necesariamente de forma adecuada. El empleo seguro en actividades agrícolas requiere un tratamiento y un manejo apropiados. El reuso de aguas residuales es recomendado principalmente para aquellos cultivos que sufrirán una transformación industrial; sin embargo, en América Latina hay un uso elevado en cultivos de consumo directo, como el de hortalizas, lo que representa riesgos para la salud pública que deben ser considerados.

Independientemente del tipo de cultivo, los requerimientos mínimos para el uso seguro de aguas residuales en la agricultura deben ser los establecidos por la OMS, en términos de variables microbiológicas y de calidad físico-química por la FAO. Además, como en las aguas residuales existen elementos que pueden afectar el desarrollo de los cultivos y las características físico-químicas del suelo, es esencial tener también en cuenta parámetros adicionales, como contenidos de Na, Ca, Mg y B.

La selección de la tecnología de tratamiento del agua residual deberá considerar aspectos como tipo de suelo y de cultivos para ser regados, ya que la presencia de diferentes formas de N en las aguas residuales dependerá del tipo de tratamiento.

Para garantizar un manejo adecuado de las aguas residuales en actividades agrícolas con un mínimo riesgo, sería recomendable que los países hicieran un manejo integrado de los recursos hídricos, que considere la participación y el compromiso de todos los organismos relacionados con los temas ambientales y agrícolas, como ministerios del ambiente y de agricultura, corporaciones ambientales, instituciones no gubernamentales, instituciones de investigación y el sector productivo.

Por ultimo es importante resaltar, que los conocimientos y practicas en Colombia, es un tema que no es fácil de abordar en materia de reutilización de aguas en agricultura, ya que a pesar de sabe que uno de los usos mas comunes de las aguas en nuestro país, además del saneamiento básico, es la agricultura, no existen facultades, ni desarrollos políticos, legales o técnicos en la materia que permitan tener una línea base clara, si no por el contrario, lo que es latente es un gran vacío en las capacidades y conocimientos de las entidades y de los pobladores rurales que ejercen actividades agrícolas.