

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

**MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA:
COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE**

**WATER RESOURCE MANAGEMENT IN COLOMBIA:
COVERAGE AND QUALITY OF DRINKING WATER**

BILY YOEL MARTINEZ VARGAS

Ingeniero Civil
Bogotá, Colombia.
U2700975@unimilitar.edu.co

Artículo de Investigación

DIRECTOR

Ph.D. Ximena Lucía Pedraza Nájjar

Doctora en Administración – Universidad de Celaya (México)
Magíster en Calidad y Gestión Integral – Universidad Santo Tomás e Icontec
Especialista en gestión de la producción, la calidad y la tecnología - Universidad Politécnica de Madrid (España)
Especialista en gerencia de procesos, calidad e innovación – Universidad EAN (Bogotá D.C.)
Microbióloga Industrial – Pontificia Universidad Javeriana
Auditor de certificación: sistemas de gestión y de producto

Gestora Especialización en Gerencia de la Calidad - Universidad Militar Nueva Granada
ximena.pedraza@unimilitar.edu.co; gerencia.calidad@unimilitar.edu.co



La U
acreditada
para todos

**ESPECIALIZACIÓN EN PLANEACIÓN AMBIENTAL Y MANEJO DE RECURSOS
NATURALES
UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE INGENIERÍA
NOVIEMBRE DE 2019**

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

MANEJO DEL RECURSO HÍDRICO EN COLOMBIA: COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

WATER RESOURCE MANAGEMENT IN COLOMBIA: COVERAGE AND QUALITY OF DRINKING WATER

BILY YOEL MARTINEZ VARGAS

Ingeniero Civil
Bogotá, Colombia.
U2700975@unimilitar.edu.co

RESUMEN

A medida que la población mundial va creciendo, las problemáticas alrededor de la disponibilidad, cantidad, distribución y calidad de los recursos naturales es mayor, con el fin verificar y analizar la situación actual del recurso (agua potable) a nivel global, nacional y regional, se realizó una revisión bibliográfica y estadística, en algunas de las bases de datos que se encuentran en la plataforma de la universidad, documentos y artículos presentes en internet, una vez consultada la información se analizó que, es un servicio al cual tiene acceso de manera segura los países y regiones mas desarrolladas, no solo por una mejora notoria en la infraestructura en comparación de las otras regiones, la diferencia también está dada por la gobernanza del recurso, un claro ejemplo de esto es Colombia, donde hay una brecha marcada de desigualdad en cuanto al acceso y calidad, entre las zonas rurales y urbanas, de igual manera se pudo observar un sorprendente descuido a la ciudad de Buenaventura por parte del gobierno central, dado que allí esta ubicado el segundo puerto que mueve mayor cantidad de carga en el país, por lo cual fue necesario proponer ideas relacionadas con, el control a los entes administradores del recurso, infraestructura y educación a la población, dejándolas como precedente para investigaciones futuras que busquen la planeación, diseño y ejecución de proyectos que aporten a la solución de la problemática del agua potable en Colombia.

Palabras clave: Agua potable, Calidad, Cobertura, Continuidad, Gobernanza.

ABSTRACT

As the world population grows, the problems around the availability, quantity, distribution and quality of natural resources is greater, in order to verify and analyze the current situation of the resource (drinking water) at global, national and regional level , a bibliographic and statistical review was carried out, in some of the databases found on the university's platform, documents and articles present on the internet, once the information was consulted, it was analyzed that it is a service to which you have access to safely, the most developed countries and regions, not only because of a marked improvement in infrastructure compared to the other regions, the difference is also given by the governance of the resource, a clear example of this is Colombia, where there is a marked gap of In terms of access and quality inequality, between rural and urban areas, a

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

surprising oversight of the city was observed of Buenaventura by the central government, since there is located the second port that moves the largest amount of cargo in the country, so it was necessary to propose ideas related to the control of the administrative entities of the resource, infrastructure and education to the population, leaving them as a precedent for future research that seeks the planning, design and execution of projects that contribute to the solution of the problem of drinking water in Colombia.

Keywords: Drinking water, Quality, Coverage, Continuity, Governance.

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores problemáticas a nivel mundial es la cantidad de agua disponible para el tratamiento y consumo humano, dado que las estadísticas reflejaron los siguientes datos; entre el 97 y 97,5 % del agua en la Tierra es agua salada, presente en los océanos, y menos del 3 % del agua en el mundo es agua dulce, dos tercios de este 3% se encuentran congelados y bloqueados en los glaciares o como nieve en las regiones montañosas en las regiones antártica y ártica, dada la situación, la humanidad depende de menos del 0,5 % del agua para todas sus necesidades y las de los ecosistemas de agua dulce. La disponibilidad del recurso hídrico como agua dulce no depende solamente de la cantidad sino también de su calidad, ya que dependiendo de la calidad del agua dependerá los costos que implica la potabilización de la misma, entiéndase como agua potable según la Guía de la OMS (Organización Mundial de la Salud) y afines como aquella que puede ser consumida toda la vida sin generar efectos negativos para la supervivencia. (Félix Blanco y de la Torre, 2015).

El agua es un recurso fundamental para suplir las necesidades básicas de la población mundial, como, el consumo, el impulso de la industria, la navegabilidad y transporte de mercancía, actividades relacionadas con el fomento y desarrollo de la agricultura. Siendo más puntuales en la cantidad de agua potable disponible para el consumo y diferentes actividades de subsistencia humana, se pudo ver que el problema tiende a ser mayor, ya que,

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

si tomamos como referencia la definición de agua potable descrita en el párrafo anterior, encontraremos que para la obtención de este recurso se deben cumplir con parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que garantizan la calidad del agua consumida según la normatividad establecida para cada país.

Para el caso de Colombia, según información extraída del CONPES 3918, se muestra una cobertura del servicio público domiciliario de acueducto para el año 2017 del 97,4% en suelo urbano, en cuanto al acceso a agua potable en suelo rural para ese año fue del 73,2%, para un total nacional del 92,4%. Esta falta de cobertura demuestra una problemática en la gestión del recurso hídrico en el país, sin contar que parte del 92,4% de cobertura de acueducto no cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos establecidos en la normatividad vigente, situación que puede generar problemas de salud en la población. (Plan director de agua potable en Colombia, 2018, p.13).

Una de los principales problemas y a la vez retos en el siglo 21, es la cantidad y calidad de agua dulce disponible para suplir las necesidades básicas de consumo y saneamiento de las poblaciones en el mundo, sumado a esto hay países como Colombia los cuales tienen una gran cantidad de recurso hídrico pero no se aprovecha de la mejor manera, muestra de esto es que la cobertura del sistema de servicios públicos de acueducto en el país no alcanza a tener cobertura para la totalidad de la población, además en un porcentaje de la cobertura actual el agua que se suministra como potable no cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, garantizando la no afectación en la salud humana al ser consumida, dada la situación actual es pertinente preguntarnos; ¿Es posible dar un mejor manejo al recurso hídrico en Colombia y garantizar la cobertura, continuidad y calidad en el servicio de agua potable?.

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

De acuerdo con lo anterior, se planteó como objetivo del artículo, proponer estrategias para el manejo del recurso hídrico en Colombia con enfoque en la cobertura y la calidad del agua potable, para dar cumplimiento a este objetivo fue necesario realizar una revisión de la información disponible, en cuanto a la normatividad, cobertura, cantidad y calidad de agua potable en Colombia, así como los casos y estadísticas disponibles relacionados con la salud pública, con el fin de realizar un análisis, generar opinión y reflexiones relacionadas con la distribución y el manejo adecuado de agua para el consumo humano en Colombia, de igual manera con la elaboración de este artículo, se buscó plantear las bases para la realización de estudios o investigaciones posteriores relacionados con el análisis de la distribución y calidad del agua en Colombia, que culminen con la propuesta, planeación y ejecución de proyectos de infraestructura que contribuyan en la solución a las problemáticas mencionadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Marco conceptual

Agua Cruda: Es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización. (Decreto 1575, 2017, p.1).

Calidad del Agua: es el resultado de comparar las características físicas, químicas y microbiológicas encontradas en el agua, con el contenido de las normas que regulan la materia. (Decreto 1575, 2017, p.1).

Coliformes: Bacterias Gram Negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas (CO₂) en un plazo de 24 a 48 horas. Se clasifican como aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

y presentan actividad enzimática de la β galactosidasa. Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano. (Resolución 2115, 2017, p.1).

Color Aparente: Es el color que presenta el agua en el momento de su recolección sin haber pasado por un filtro de 0.45 micras. (Resolución 2115, 2017, p.2).

Dosis Letal Media - DL50: Estimación estadística de la dosis mínima necesaria para matar el 50% de una población de animales de laboratorio bajo condiciones controladas. Se expresa en miligramos de tóxico por kilogramo de peso del animal. (Resolución 2115, 2017, p.2).

Escherichia Coli - E -coli: Bacilo aerobio Gram Negativo no esporulado que se caracteriza por tener enzimas específicas como la β galactosidasa y β glucoronidasa. Es el indicador microbiológico preciso de contaminación fecal en el agua para consumo humano. (Resolución 2115, 2017, p.2).

Mapa de Riesgo: Instrumento que define las acciones de inspección, vigilancia y control del riesgo asociado a las condiciones de calidad de las cuencas abastecedoras de sistemas de suministro de agua para consumo humano, las características físicas, químicas y microbiológicas del agua de las fuentes superficiales o subterráneas de una determinada región, que puedan generar riesgos graves a la salud humana si no son adecuadamente tratadas, independientemente de si provienen de una contaminación por eventos naturales o antrópicos. (Decreto 1575, 2017, p.2 y 3).

Persona Prestadora: Son aquellas personas prestadoras que, acorde con la Ley 142 de 1994, suministran agua para consumo humano tratada o sin tratamiento. (Decreto 1575, 2017, p.3).

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Valor Aceptable: Es el establecido para la concentración de un componente o sustancia, que garantiza que el agua para consumo humano no representa riesgos conocidos a la salud. (Resolución 2115, 2017, p.2).

Metodología aplicada

Este artículo se desarrolló con una temática relacionada con los recursos hídricos, puntualmente el agua dulce y potabilizada para el consumo humano, con el fin de efectuar una síntesis, generar opinión y reflexiones relacionadas con el tema. Inicialmente se realizó una revisión bibliográfica y estadística, en algunas de las bases de datos que se encuentran en la plataforma de la universidad como, ScienceDirect, Ebrary, EBSCO y Redalyc, también se buscó información en bases de datos digitales, artículos y documentos presentes en internet, en un rango de búsqueda desde el año 2000 hasta el año 2019, donde se abordaron los siguientes temas en el orden correspondiente:

- Recurso hídrico mundial, donde se dio una mayor relevancia al agua potable.
- Potabilización, temas relacionados con los parámetros físicos, químicos y microbiológico, normatividad y procesos de potabilización.
- Cobertura y acceso al agua potable a nivel global.
- Cobertura y acceso al agua potable en Colombia, donde se tuvo en cuenta, la organización y función de las entidades reguladoras, normatividad vigente, análisis de la situación en algunos municipios y su relación con la salud de la población vulnerable.

Seguidamente se hizo el análisis de la información recolectada de artículos, libros, planes de ordenamiento, testimonios, estadísticas, normatividad, manuales, leyes y decretos, etc. Posteriormente se elaboraron las conclusiones y recomendaciones consideradas para el

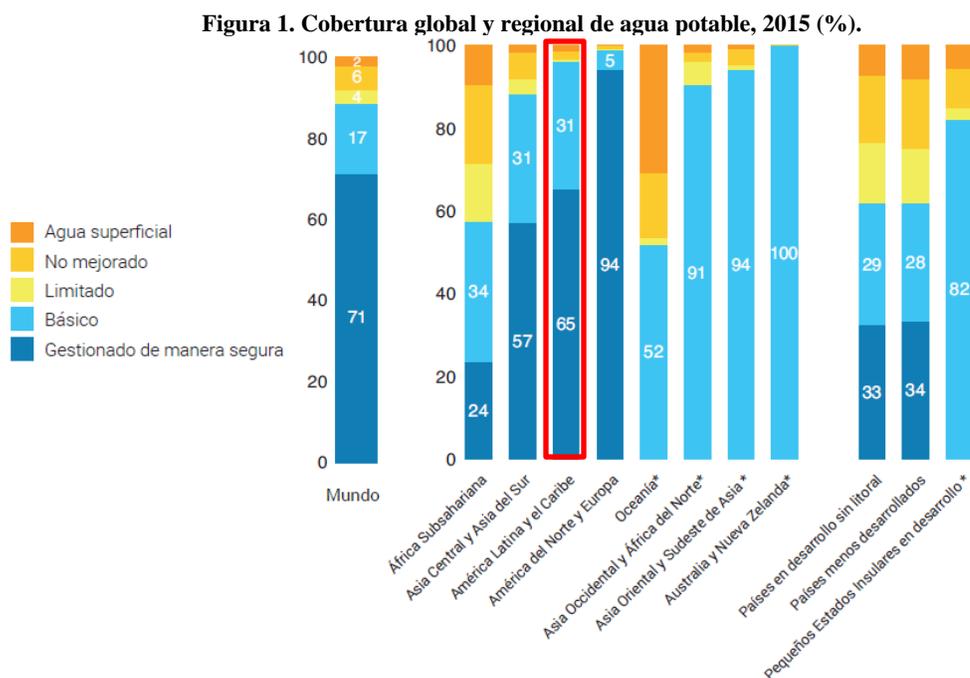
COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

desarrollo del tema, donde se buscó dar respuesta a los objetivos planteados en el artículo y reflexionar sobre la situación actual del recurso hídrico en Colombia, principalmente relacionado con, el acceso, continuidad, distribución y calidad del agua potable en el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recurso hídrico – Agua potable en el mundo.

Se tiene estimado que entre el 97 y 97,5 % del agua en la Tierra es agua salada, presente en los océanos, y menos del 3 % (35 millones de kilómetros cúbicos) del agua en el mundo es agua dulce, dos tercios del agua dulce se encuentran congelado y bloqueado en los glaciares o como nieve en las regiones montañosas en las regiones antártica y ártica, se ha estimado que el suministro total de agua dulce disponible para suplir las necesidades ecosistémicas y humanas es de 200.000 kilómetros cúbicos, aproximadamente el 0.01% del agua del planeta. (Félix Blanco y de la Torre, 2015).



Fuente: Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2019, pág. 34)

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

En la Figura 1 se muestra, la cobertura global de agua potable en términos de porcentaje, la cual nos indicó que el 71% de las personas en el mundo tienen acceso a un servicio de agua potable gestionada de manera segura, apta para el consumo humano, y que cumple con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos exigidos dentro de la normatividad en cada una de sus regiones, de igual manera se puede observar que los países menos desarrollados tienen una cobertura muy inferior en comparación a las regiones potencia como lo son América del norte y Europa, esta gran diferencia posiblemente no está muy relacionada con la cantidad de agua disponible para potabilizar en cada región, puede que la causa de esta diferencia sea, un mejor plan de gestión y cobertura de los recursos hídricos disponibles.

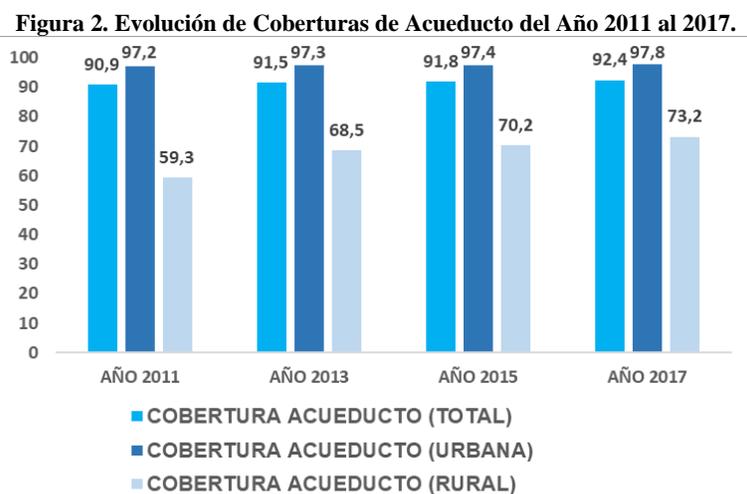
Recurso hídrico – Agua potable en Colombia.

De acuerdo a información obtenida en el CONPES 3918 - Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia, se tiene una cobertura para el año 2017 de agua potable del 97,4% en suelo urbano, en cuanto al acceso en suelo rural para ese año fue del 73,2%, para un total nacional del 92,4%. (Plan director de agua potable en Colombia, 2018, p.13).

En la figura 2 se puede observar el incremento de la cobertura de agua potable en términos de porcentaje en Colombia, en un lapso comprendido entre el año 2011 al año 2017, la variación más notoria está reflejada entre el año 2011 y 2013, donde la cobertura en las zonas rurales aumentando en un 9.2%, de este lapso en adelante fue poco lo que se avanzó en términos de cobertura ya que solo se logró alcanzar un incremento de 4.7% en los 4 años siguientes, es importante resaltar las variaciones en las zonas rurales ya que tienen

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

mayor vulnerabilidad en términos de acceso, cobertura y calidad, es allí donde se debe destinar el presupuesto nacional, haciendo mejoras en la infraestructura regional que comprenda proyectos de acueductos, alcantarillados, redes de distribución, etc. Con el fin de lograr una mayor equidad en cuanto la distribución de agua potable en Colombia.



Fuente: Plan director de agua potable en Colombia. (2018, pág. 14).

Para poder dar un mejor concepto del servicio de agua potable en el país, no solo basta hablar de la cobertura, se puede tener otro parámetro en consideración como la continuidad del servicio, este es indicador de la eficiencia y capacidad de administrar los recursos disponibles en cada región del país. A pesar de no haber mucha disponibilidad y estudios relacionados con la continuidad en zonas rurales, puede ser debido a la falta de control y seguimiento de las entidades municipales.

De esta manera para el año 2017 la continuidad promedio en la zona urbana del país es de 18 horas/día. Este resultado se debe a que las principales ciudades y capitales del país cuentan con servicio 24 horas con excepción de Riohacha, Santa Marta, Buenaventura, Quibdó, Mocoa, San Andrés y Leticia, en donde la continuidad del servicio de acueducto no es satisfactoria (entre 10,1 y 18 horas/día). El diagnóstico presentado en el Estudio Sectorial

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

de los servicios públicos domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado para el año 2016 y del SIEE del Departamento Nacional de Planeación - DNP4, la continuidad en el país se ve afectada principalmente por la baja capacidad institucional, la falta de infraestructura o por la no disponibilidad del recurso hídrico asociado a la variabilidad climática. (Plan director de agua potable en Colombia, 2018, p.17).

De las razones anteriormente mencionadas, son más coherentes con realidad, la baja capacidad institucional y la falta de infraestructura, ya que factores como disponibilidad del recurso y variabilidad climática son de manejo si se hacen adecuadamente las actividades relacionadas con, estudios de población, variables de diseño y planeación de proyectos, de igual manera el presupuesto destinado para cada proyecto de infraestructura debe ser respetado y controlado por el gobierno central garantizando que el dinero sea gestionado adecuadamente, que se invierta en los materiales correspondientes de acuerdo a las indicaciones de diseño y se contrate el personal idóneo para la ejecución de cada actividad del proyecto. El Plan de Ordenamiento Territorial (POT) debe ser estructurado e implementado de acuerdo a las necesidades propias de cada municipio y no siguiendo los intereses propios del alcalde de turno, una vez definido el POT para un periodo de tiempo determinado, habría que efectuar un plan de seguimiento periódico donde se verifiquen sus diferentes componentes, logrando evitar el diseño y ejecución de proyecto que no estén contemplados dentro del mismo.

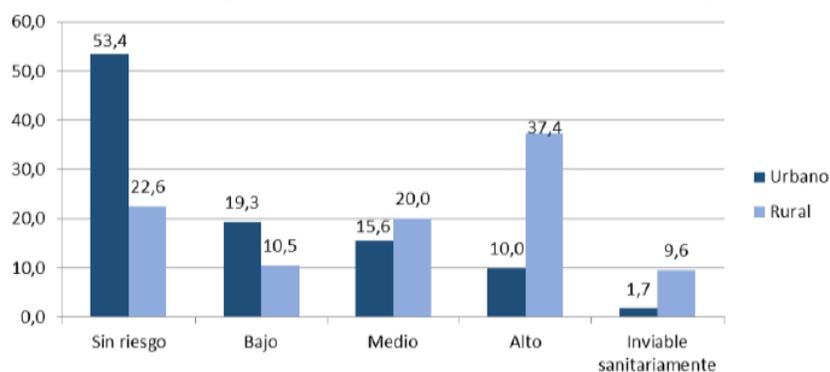
En cuanto a la calidad del agua de los municipios que tiene cobertura para el año 2017 se obtuvo que, de los 1.102 municipios del país, se reportó información del 95,6% (1.054), donde, el 27,2% (287) tuvo agua sin riesgo, el 19,2% (202) presentó riesgo bajo, el 26,1% (275) riesgo medio, el 25,6% (244), riesgo alto y el 1,9% (20) inviable

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

sanitariamente. Los municipios con calidad de agua inviable sanitariamente se encontraron ubicados en los departamentos de Bolívar (Hatillo de Loba, Margarita, San Jacinto del Cauca), Caquetá (Morelia), Cauca (Piamonte, Timbiquí), Cesar (González), Chocó (Bahía Solano, Bojayá, Carmen del Darién, Juradó), Córdoba (La Apartada), Meta (Cubarral, Mesetas), Nariño (Magüi) y Tolima (Cajamarca, Planadas, Roncesvalles, Valle de San Juan, Villarrica). (Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano - INCA 2017, 2019, p.53 y 55).

Se pudo ver en las estadísticas presentadas en el INCA que la calidad del agua potable de las zonas rurales del país en su mayoría está en un grado de riesgo medio y alto, de igual manera como se presentó con la cobertura, hay una brecha muy notoria entre las zonas urbanas y rurales, donde la población que habita en zona urbana tiene acceso a una mejor calidad de agua tal como muestra la Figura 3.

Figura 3. Nivel de riesgo por zona de ubicación de los sitios de muestreo para el año 2017.



Fuente: Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano - INCA 2017 (2019, pág. 55).

Otra de las estadísticas que más llama la atención es el nivel de riesgo presentado por la ciudad de Buenaventura, como se puede observar en la Figura 4, el nivel de riesgo en este municipio es alto tanto en la zona rural como urbana. Algo que no se puede entender es como la ciudad de Buenaventura que tiene, el segundo puerto más importante de Colombia y

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

el doceavo puerto con mayor movimiento de carga en Latinoamérica con 1'369.139 Toneladas al año como se muestra en la Figura 5, presente graves problemas de calidad y continuidad en el servicio de agua potable, este es un claro ejemplo del mal manejo de los recursos por parte de los entes encargados en el municipio, o el olvido de las zonas más vulnerables del país por parte del gobierno central.

Figura 4. Resultado consolidado, urbano y rural por municipios, Valle del Cauca, calidad de agua 2017.

Municipio	Total muestras	IRCA	Nivel de riesgo	No. muestras urbano	IRCA Urbano	Nivel de riesgo urbano	No. muestras rurales	IRCA Rural	Nivel de riesgo rural
Argelia	25	34,5	Medio	0	NC	NC	1	68,3	Alto
Bolivar	41	33,1	Medio	14	2,1	Sin riesgo	5	51,4	Alto
Buenaventura	97	26,0	Medio	11	53,0	Alto	5	54,4	Alto
Bugalagrande	48	21,6	Medio	28	2,6	Sin riesgo	4	22,9	Medio
Caicedonia	86	9,6	Bajo	54	0,0	Sin riesgo	5	25,0	Medio

Fuente: Informe Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano - INCA 2017 (2019, pág. 181).

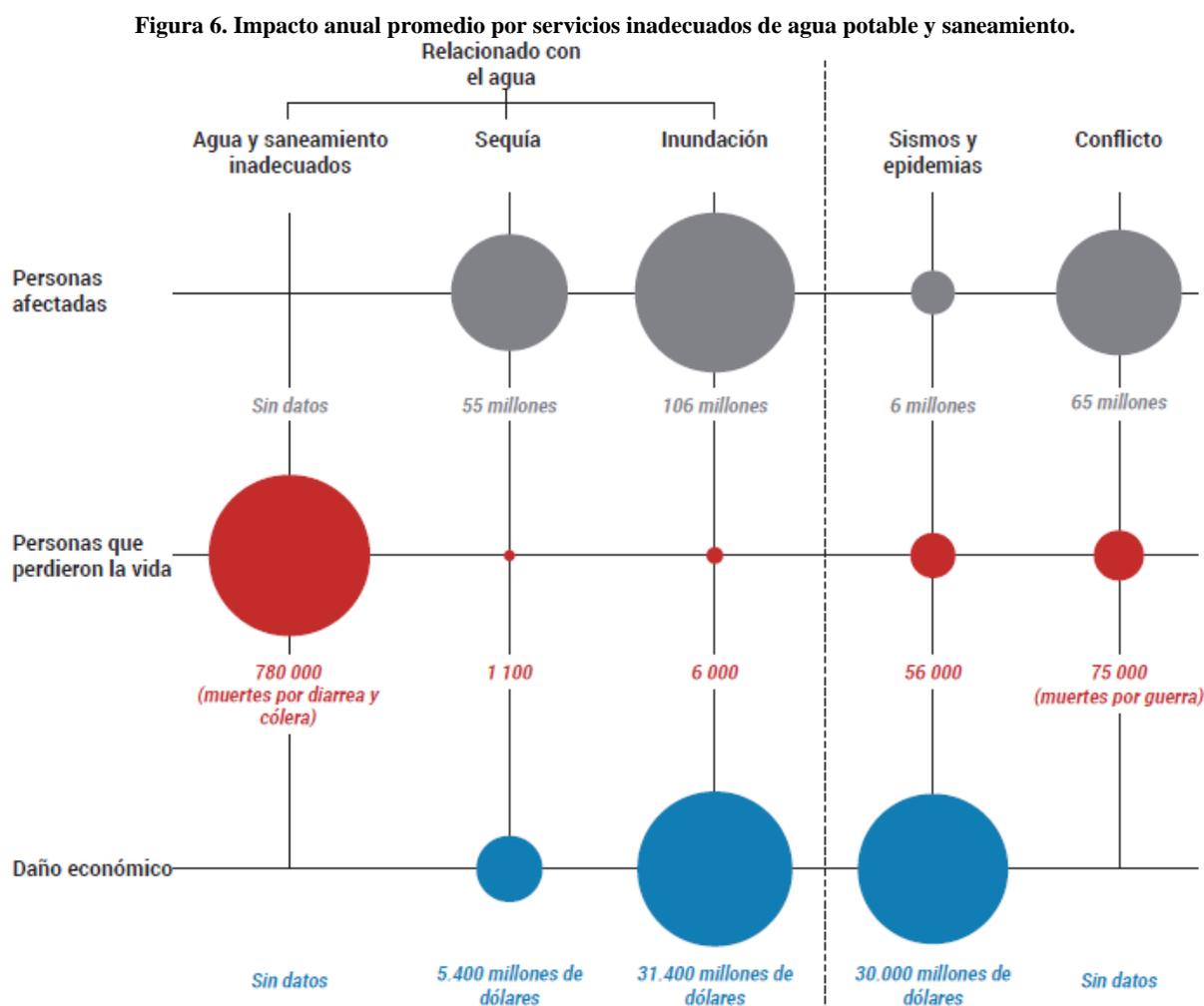
Figura 5. Actividad Portuaria 2018.



Fuente: CEPAL (2019).

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Una de las problemáticas de mayor crecimiento a nivel mundial están relacionadas con los recursos hídricos, no solo en cuanto a la disponibilidad y accesibilidad, la calidad es primordial para cualquier sistema de abastecimiento que tenga como fin suplir las necesidades básicas y de consumo humano, su importancia se puede visualizar en cifras, ya que como se puede ver en la Figura 6 , una de las mayores causas de muertes a nivel mundial está relacionado con los servicios de agua y saneamiento inadecuados, llegando a cifras hasta de 780.000 muertes en promedio por año a causa de enfermedades como la diarrea y colera.



Fuente: Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2019, pág. 28)

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Proceso de potabilización.

El proceso de potabilización de agua es realizado de acuerdo a los lineamientos, recomendaciones y especificaciones propuestos, por la Resolución 1096 del 17 de noviembre del 2000, Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, sus posteriores modificaciones y derogatorias, buscando como objetivo que el agua cumpla con las características físicas, químicas y microbiológicas de acuerdo a la normatividad vigente y sea apta para consumo humano. De la siguiente manera.

Las técnicas de tratamiento de aguas residuales y de abastecimiento para consumo humano se complementan con procesos físicos, químicos o biológicos. Los tratamientos físicos son los que no generan sustancias nuevas, sino que concentran los contaminantes al evaporar el agua o filtrar las partículas de un tamaño considerable, los más comunes son, filtración, adsorción, aireación, floculación, clarificación o sedimentación. Los químicos son tratamientos de los cuales resultan nuevas sustancias, dentro de los más comunes están, coagulación, desinfección, ablandamiento y oxidación. Los tratamientos biológicos son aquellos en los cuales se emplea el uso de organismos vivos con el fin de generar un cambio químico, dentro de los más comunes están, digestión aerobia y digestión anaerobia. (Salamanca. E, 2016, p.7).

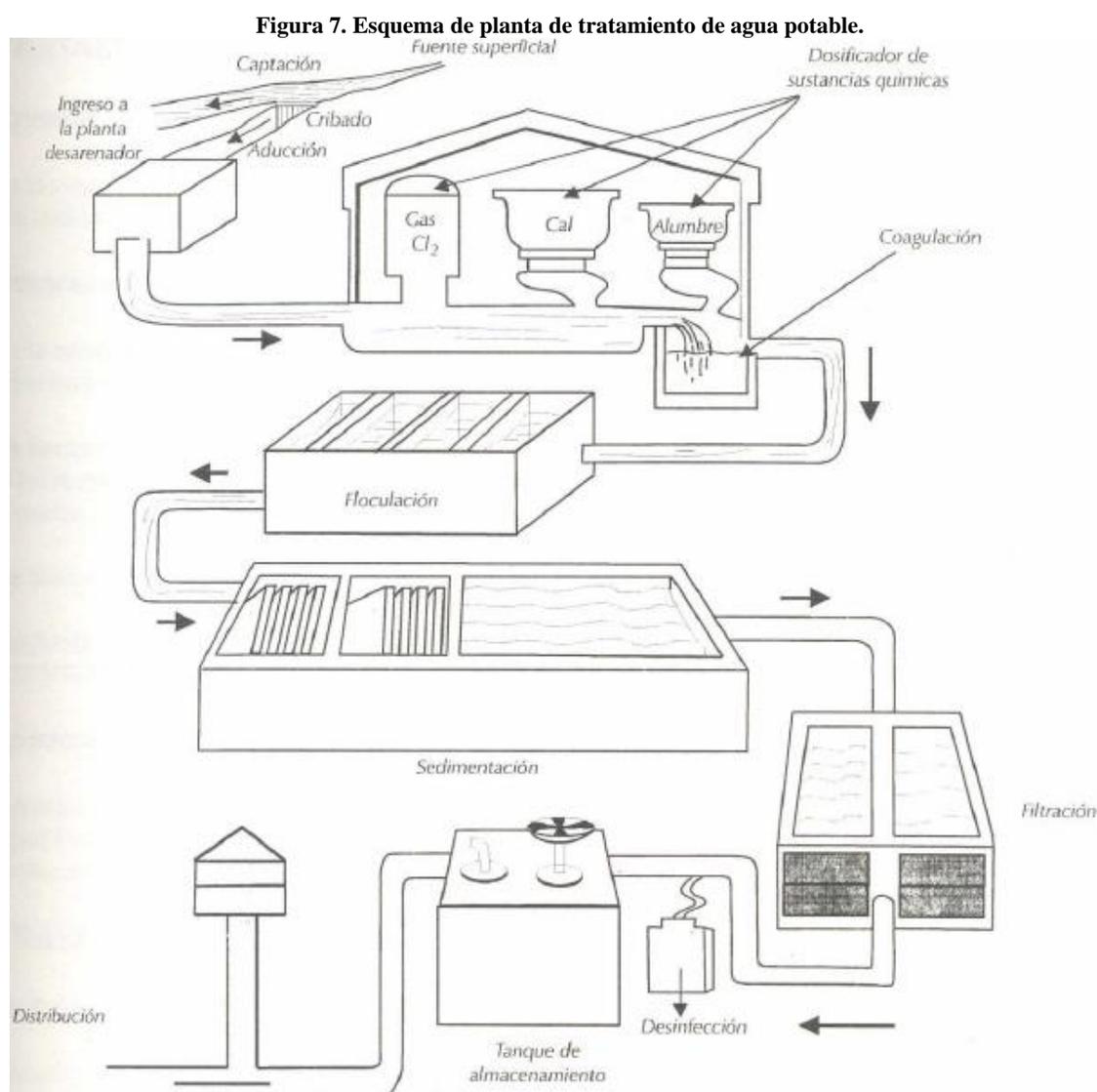
A su vez el tratamiento de agua potable está dividido en varias etapas en donde se encuentran, pretratamiento, coagulación, floculación, sedimentación, filtración, y desinfección, respectivamente. El pretratamiento es un proceso previo que tiene como objetivo remover objetos de gran tamaño, material orgánico e inorgánico flotante,

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

suspendido o disuelto del agua antes del tratamiento final, para la remoción de material flotante se pueden emplear rejillas, trampas de aceite y grasa, en la remoción de material suspendido se emplean estructuras hidráulicas como desarenadores y microtráficicos. El proceso de coagulación consiste en la aglutinación de las partículas suspendidas y coloidales presentes en el agua mediante la adición de coagulantes, los coagulantes que pueden emplearse son metálicos y los polímeros orgánicos e inorgánicos, para la dosificación en la coagulación por adsorción-neutralización debe tenerse en cuenta la relación estequiométrica entre la dosis del coagulante y la concentración de los coloides, ya que una sobredosis conduce a una re estabilización de las partículas, el uso de policloruro de aluminio es recomendado para el tratamiento de aguas blandas y turbias, todo sistema de coagulación debe contar con una mezcla rápida capaz de dispersar los coagulantes en el tiempo requerido por el proceso, esta mezcla puede ser hidráulica o mecánica, esto depende del espacio y presupuesto del proyecto. La floculación consiste en la aglutinación de partículas inducida por una agitación lenta de la suspensión coagulada, la agitación no debe ser ni muy lenta que favorezca la sedimentación, ni muy rápida que provoque el rompimiento de los flóculos ya formados, los floculadores pueden ser de dos tipos, hidráulicos y mecánicos. La sedimentación es el proceso por el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, los sedimentadores pueden ser de flujo horizontal y flujo ascendente o vertical. La filtración es el proceso mediante el cual se remueven las partículas suspendidas y coloidales del agua al hacerlas pasar a través de un medio poroso, dentro de los cuales se encuentran los filtros rápidos, que se clasifican en flujo ascendente y descendente, el flujo de agua pasa por el medio filtrante por gravedad, los filtros lentos consisten en el uso de plantas de filtración usadas preferiblemente para niveles de complejidad de niveles medio y bajo.

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Finalmente, la desinfección es el proceso físico o químico que permite la eliminación o destrucción de los organismos patógenos presentes en el agua, además de esto contribuyen a la eliminación de olores, sabores, oxidación y destrucción de materia orgánica, en la desinfección se pueden emplear procesos de cloración, ozonación, dosificación de dióxido de cloro y rayos ultravioletas, el proceso empleado depende de las características que se quieran mejorar en el agua. En la figura 7 se pudo observar el esquema típico de una planta de tratamiento de agua potable. (Resolución 330, 2017, p.50 - 58).



Fuente: Operación y mantenimiento de plantas de potabilización de agua, Ministerio de desarrollo económico, Sistema nacional de aprendizaje (SENA), (1999, pág. 55).

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Una vez establecida el sistema de potabilización de agua, de acuerdo a, la calidad de la fuente, las necesidades propias de cada municipio, el nivel de complejidad del municipio, los recursos o presupuesto destinado para la ejecución del proyecto, parámetros de estudios técnicos como hidrología, hidrogeología, topografía, entre otros, es necesario realizar una revisión de la normativa que regula el agua en Colombia con el fin de cumplir con los estándares de calidad que exige la ley, teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un cuadro donde se muestra la evolución de la normatividad relacionada con el agua en Colombia y los diferentes cambios y derogatorias hasta la actualidad.

Tabla 1.
Normatividad para el Agua en Colombia.

Tipo de documento y jerarquía	Fecha	Descripción
Ley 23	1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.
Ley 99	1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.
Ley 373	1997	Por la cual se establece el programa para el uso eficiente y ahorro del agua.
Ley 1151	2007	Por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2006 - 2010.
Decreto 1541	1978	Por el cual se reglamenta la Parte III del Libro II del Decreto - Ley 2811 de 1974: "De las aguas no marítimas" y parcialmente la Ley 23 de 1973.
Decreto 1594	1984	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III -Libro I- del Decreto - Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.
Decreto 1600	1994	Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental - SINA- en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.
Decreto 1604	2002	Por el cual se reglamenta el parágrafo 3° del artículo 33 de la Ley 99 de 1993.
Decreto 1729	2002	Por el cual se reglamenta la Parte XIII, Título 2, Capítulo III del Decreto-ley 2811 de 1974 sobre cuencas hidrográficas, parcialmente el numeral 12 del artículo 5° de la Ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
Decreto 3100	2003	Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.
Decreto 155	2004	Por el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas y se adoptan otras disposiciones.
Decreto 3440	2004	Por el cual se modifica el Decreto 3100 de 2003 y se adoptan otras disposiciones.

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Decreto 4742	2005	Por el cual se modifica el artículo 12 del Decreto 155 de 2004 mediante el cual se reglamenta el artículo 43 de la Ley 99 de 1993 sobre tasas por utilización de aguas.
Decreto 1900	2006	Por el cual se reglamenta el parágrafo del artículo 43 de la ley 99 de 1993 y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1323	2007	Por el cual se crea el Sistema de Información del Recurso Hídrico – SIRH.
Decreto 1324	2007	Por el cual se crea el Registro de Usuarios del Recurso Hídrico y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1480	2007	Por el cual se priorizan a nivel nacional el ordenamiento y la intervención de algunas cuencas hidrográficas y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1575	2007	Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
Decreto 3930	2010	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI-Parte III- Libro II del Decreto -Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.
Decreto 1640	2012	Por medio del cual se reglamentan los instrumentos para la planificación, ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas y acuíferos, y se dictan otras disposiciones.
Resolución 1096	2000	Reglamento técnico de agua y saneamiento.
Resolución 424	2001	Modifica artículos 178 y 180 de la R1096 de 2000 sobre emisarios submarinos.
Resolución 668	2003	Modifica disposiciones de la R1096/00 sobre medición y alcantarillados no convencionales.
Resolución 104	2003	Por la que se establecen los criterios y parámetros para la Clasificación y Priorización de cuencas hidrográficas.
Resolución 1447	2005	Modifica el artículo 9 sobre la Junta Técnica Asesora del RAS.
Resolución 1459	2005	Modifica el artículo 22 sobre priorización de proyectos.
Resolución 2145	2005	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 1433 de 2004 sobre Planes de Saneamiento y Manejo de Vertimientos, PSMV.
Resolución 872	2006	Por la cual se establece la metodología para el cálculo del índice de escasez para aguas subterráneas a que se refiere el Decreto 155 de 2004 y se adoptan otras disposiciones.
Resolución 2115	2007	Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
Resolución 811	2008	Lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para el consumo humano en la red de distribución.
Resolución 82	2009	Formulario para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.
Resolución 2320	2009	Lineamientos para la formulación de mapas de riesgos de las cuencas. Modifica el artículo 67 sobre dotaciones y disposiciones asociadas a periodo de diseño.
Resolución 75	2011	Por la cual se adopta el formato de reporte sobre el estado de cumplimiento de la norma de vertimiento puntual al alcantarillado público.
Resolución 330	2017	Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005 y 2320 de 2009.
Resolución 650	2017	Por la cual se adiciona un artículo transitorio a la Resolución 330 de 2017.
Resolución 844	2018	Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del Título 7, parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015.

Fuente: Elaboración Propia, (2019), basado en las leyes artículos y resoluciones mencionadas.

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Conocida la normatividad referente al agua en Colombia, se observó que el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de evitar posibles enfermedades e implicaciones negativas en la salud humana, por medio de la Resolución 2115 del 2007, establece las características físicas, químicas y microbiológicas que debe tener el agua apta para el consumo humano, así como también se instauran valores máximos de las concentraciones, en presencia de una o más sustancias mezcladas en el agua que puedan presentar un riesgo para la salud humana, de la siguiente manera:

Características Físicas:

Figura 8. Cuadro de características físicas del agua.

Características físicas	Expresadas como	Valor máximo aceptable
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y Sabor	Aceptable ó no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: Resolución 2115 (2007, pág. 2)

El valor máximo aceptable de la conductividad puede ser hasta 1000 microsiemens/cm y el potencial de hidrógeno deberá estar entre 6,5 y 9,0. (Resolución 2115, 2007, p.2 y 3).

Características Químicas:

Figura 9. Cuadro de Características Químicas que tienen implicación sobre salud humana.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud humana	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono Orgánico Total	COT	5,0
Nitritos	NO ₂ ⁻	0,1
Nitratos	NO ₃ ⁻	10
Fluoruros	F ⁻	1,0

Fuente: Resolución 2115 (2007, pág. 3)

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Figura 10. Cuadro de Características Químicas que tienen reconocido efecto adverso en la salud humana.

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos diferentes a los plaguicidas y otras sustancias	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Antimonio	Sb	0,02
Arsénico	As	0,01
Bario	Ba	0,7
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN ⁻	0,05
Cobre	Cu	1,0
Cromo total	Cr	0,05
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01
Trihalometanos Totales	THMs	0,2
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	HAP	0,01

Fuente: Resolución 2115 (2007, pág. 3)

Figura 11. Cuadro de Características Químicas que tienen mayores consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

Elementos y compuestos químicos que tienen implicaciones de tipo económico	Expresadas como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Calcio	Ca	60
Alcalinidad Total	CaCO ₃	200
Cloruros	Cl ⁻	250
Aluminio	Al ³⁺	0,2
Dureza Total	CaCO ₃	300
Hierro Total	Fe	0,3
Magnesio	Mg	36
Manganeso	Mn	0,1
Molibdeno	Mo	0,07
Sulfatos	SO ₄ ²⁻	250
Zinc	Zn	3
Fosfatos	PO ₄ ³⁻	0,5

Fuente: Resolución 2115 (2007, pág. 4)

Tabla 2.

Características químicas del agua para consumo humano, plaguicidas y otras sustancias químicas.

Características Químicas	Concentraciones Máximas Aceptables (mg/L)
1.Reconocidas por el Ministerio de la Protección Social como cancerígenas, mutagénicas y teratogénicas.	0.0001
2.Valor DL50 oral mínimo reconocido sea menor igual a 20 mg/Kg, según Ministerio de la Protección Social.	0.0001
3.Cuya información reconocida, sean catalogadas como extremada o altamente peligrosas.	0.0001
4.De origen natural o sintético sobre las que se considere necesario aplicar normas de precaución.	0.0001
5.Sustancias químicas no consideradas en los numerales anteriores, cuyos valores de DL50 oral más bajos conocidos se encuentren entre 21 y 200 mg/Kg.	0.001
6.Sustancias químicas no consideradas en los numerales anteriores, cuyos valores de DL50 oral más bajos conocidos se encuentren entre 201 y 2000 mg/Kg.	0,01
7.Aluminio derivado de su uso como coagulante en el tratamiento de agua para consumo humano en su forma (Al3+).	0.2
8.Coagulante basado en sales de hierro.	0.3
9.Cloro residual libre en cualquier punto de la red de distribución del agua.	0.3 y 2

Fuente: Elaboración Propia, (2019), basado en (Resolución 2115, 2007).

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

La suma total de las concentraciones de plaguicidas y demás sustancias, cuyo valor individual máximo admisible sea de 0.0001, 0.001 y 0.01 mg/L, podrá ser de 0.001, 0.01 y 0.1 mg/L como máximo respectivamente. (Resolución 2115, 2007, p.5).

Características microbiológicas: son establecidas teniendo en cuenta los límites de confianza del 95% y para técnicas con habilidad de detección desde 1 Unidad Formadora de Colonia (UFC) ó 1 microorganismo en 100 cm³ de muestra. (Resolución 2115, 2007, p.6).

Figura 12. Cuadro de Características microbiológicas

Técnicas utilizadas	Coliformes Totales	Escherichia coli
Filtración por membrana	0 UFC/100 cm ³	0 UFC/100 cm ³
Enzima Sustrato	< de 1 microorganismo en 100 cm ³	< de 1 microorganismo en 100 cm ³
Sustrato Definido	0 microorganismo en 100 cm ³	0 microorganismo en 100 cm ³
Presencia – Ausencia	Ausencia en 100 cm ³	Ausencia en 100 cm ³

Fuente: Resolución 2115 (2007, pág. 6)

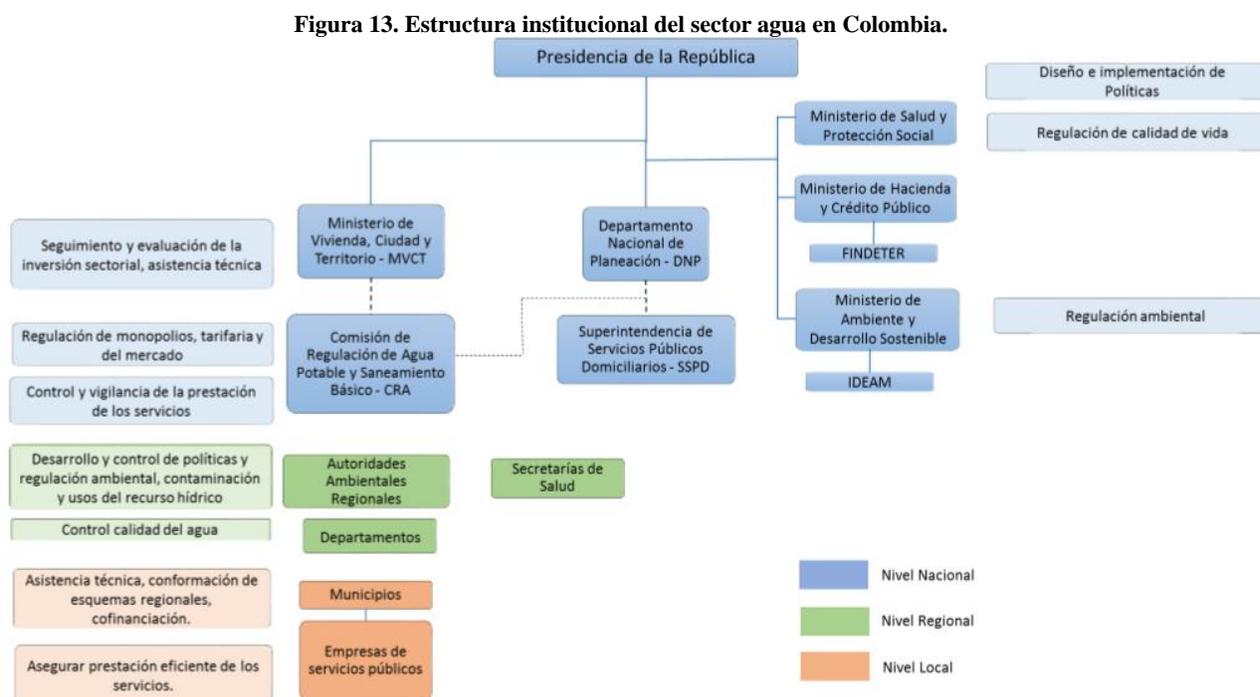
Como complemento se recomienda, la determinación de microorganismos mesofílicos, cuyo valor máximo aceptable será de 100 UFC en 100 cm³. (Resolución 2115, 2007, p.7).

Entes encargados de la regulación y administración del agua en Colombia.

Al paso del tiempo ha tomado una mayor relevancia mundial, el tema referente a la gobernanza del agua, definiéndose la gobernanza como un término que describe el deber ser de las prácticas y objetivos políticos en la sociedad, por lo tanto, se le ha atribuido criterios de evaluación de buena o mala gobernanza dependiendo de la transparencia, igualdad, equidad y descentralización en los procesos de administración de los recursos (Huffty, 2008). Siendo el agua un recurso fundamental e indispensable para suplir las necesidades energéticas, de la industria, economía, agricultura, medio ambiente, de consumo, entre otras, es un blanco de interés para las potencias mundiales, como lo dijo el autor Leonardo Boff en

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

su frase “quien controle en agua, controla la vida, controla el poder” (Pérez Lázaro, 2015, p.7), hace referencia a la importancia del agua para cualquier sociedad y los conflictos de interés que se pueden atribuir al control y manejo de este recurso natural. (Silvana Stefanía Ortiz Cárdenas, 2019). En el caso particular de Colombia, según la información analizada anteriormente, se obtuvo que, por municipios como buenaventura y la gran brecha entre zona rural y urbana, en temas de continuidad, cobertura y calidad, hay una mala gobernanza de los recursos hídricos en el país, según la definición y criterios mencionados. Esta situación nos llevó a pensar, ¿De quien es la responsabilidad?, para responder esta pregunta fue necesario conocer como es estructura institucional y funciones de los entes encargados del sector agua en Colombia, la cual se puede ver por medio de un diagrama en la figura 13, además de entender que como usuarios tenemos el deber de exigir un buen servicio.



Fuente: Departamento Nacional de Planeación, Agua potable y saneamiento básico, Estructura institucional del sector (2015, pág.1)

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

CONCLUSIONES

Se analizó información referente a la cobertura, continuidad, cantidad y calidad, del agua potable, a nivel mundial, nacional y municipal, de donde se obtuvo que, a nivel regional latino América y el caribe tiene una cobertura del 65% gestionada de manera segura, esta cobertura se encuentra muy por debajo de las grandes potencias como América del norte y Europa que cuentan con una cobertura del 94%, de igual manera se evidencia que la cobertura nacional total es de 92,4% en su mayoría aportada por las zonas urbanas, a pesar de contar con esta cobertura aparentemente alta, se evidencia que la continuidad del servicio no es adecuada en todos los municipios donde se cuenta con servicio tan solo de 10 a 18 de las 24 horas del día, sumado a esto la calidad del agua en la mayoría de los municipios no es la adecuada, ya que de 1.102 de los municipios del país verificados, solo el 27,2% reciben agua sin riesgo, el resto toman agua con algún nivel de riesgo a la salud, esta situación genera preocupación puesto que se evidencio, una de las causas que genera mayor cantidad de muertes en el mundo esta relacionada con el servicio inadecuado del agua y saneamiento básico.

Al verificar el proceso de potabilización de agua utilizado en Colombia, se observo que es el adecuado, sin embargo, de acuerdo con el nivel de complejidad de cada municipio se tienen recomendaciones diferentes y cada uno de los sistemas de potabilización de agua empleados, en cualquier caso, deben cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos especificados en la normatividad vigente repasada en el presente artículo.

Una vez revisado el concepto de gobernanza y la frase del autor Leonardo Boff, se pudo observar que los entes encargados de administrar y verificar la cobertura, continuidad, cantidad y calidad del agua potable en Colombia no cumplen a cabalidad con las funciones asignadas para cada cargo mencionado, de esta manera es acertado decir que hay una mala gobernanza del

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

recurso en el país, donde hay una brecha muy marcada de desigualdad entre las zonas rurales y urbanas, sumado a esto se evidencio desinterés por parte del gobierno central en ciudades claves como buenaventura, es increíble que la ciudad en la cual esta ubicado el segundo puerto de carga más importante de Colombia tenga problemas tan graves de cobertura, continuidad, y calidad de agua potable.

Basado en la información que se recolecto, analizó y verifico en el presente artículo, se propone que, las estrategias a implementar para el manejo del recurso hídrico en Colombia, deben estar enfocadas inicialmente en verificar el personal profesional que ocupa los cargos administrativos y operativos dentro de los entes encargados del recurso de agua potable en el país, el cual tienen que ser personas idóneas y capacitadas para cada cargo, con una basta experiencia y conocimiento de las problemáticas del país, seguidamente se requiere realizar inversión en infraestructura que sea respaldada con los estudios de campo y diseños necesarios, que aporten una solución a esta problemática causando el menor impacto posible al medio ambiente, finalmente se deben realizar más sensibilaciones y capacitaciones a la población, promoviendo el uso adecuado del agua y concientizándolos del gran daño que genera la contaminación de las fuentes hídricas.

El presente artículo fue realizado como precedente de investigaciones futuras, que puedan estar enfocadas en la proyección, planeación, diseño y ejecución de proyectos que aporten a la solución de la problemática del agua potable en Colombia.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y a mi familia, que me sirvieron de apoyo emocional y económico en el transcurso de esta especialización.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Departamento nacional de planeación. (2015). Vivienda agua y desarrollo urbano. Agua potable y saneamiento básico. Estructura institucional del sector. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda%20Agua%20y%20Desarrollo%20Urbano/Agua/Esquema%20institucional%202015.pdf>
- Dirección de Estudios Sectoriales, & Contraloría Delegada para el Sector Social (2018). Gestión y resultados del sector de agua potable y saneamiento básico con énfasis en los recursos del sistema general de participaciones (1994-2017). Proyecto ES APSB (2018). Recuperado de <https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/452124/Gestión+y+resultados+del+sector+de+agua+potable+y+saneamiento+básico+con+énfasis+en+los+recursos+del+sistema+general+de+participaciones+1994-2017.pdf/572870d8-215e-4796-9f03-25509134ddd?version=1.0>
- Félix Blanco y de la Torre. (2017). Capítulo primero. Los recursos hídricos en el mundo: cuantificación y distribución., Cuadernos de Estrategia 186. Instituto Español de Estudios Estratégicos. El Agua ¿Fuente de Conflicto o Cooperación? Ministerio de Defensa (España) Secretaria General Técnica (Septiembre de 2017). Recuperado de http://www.ieee.es/Galerias/fichero/cuadernos/CE-186_Agua.pdf
- Hugo Briseño Ramírez, & Jessica Rubiano Moreno. (2018). El servicio de agua potable para uso residencial en Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 21(1): Enero-junio, 2018 - DOI:10.31910/rudca. v21.n1.2018.682. Recuperado de <https://doaj.org/article/4f0d9295bd0b4f9a802d3e26c3e28436>

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2018, 19 de marzo). Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua (2018) octavo foro mundial del agua en Brasil. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>

Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2019, 19 de marzo). No dejar a nadie atrás (2019) Palais des Nations en Ginebra (Suiza). (pp. 48-49). New York: United Nations. Recuperado de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304>

Ministerio de Desarrollo Económico y Sistema Nacional de Aprendizaje (SENA). (1999). Operación y mantenimiento de plantas de potabilización de agua. Recuperado de https://repositorio.sena.edu.co/sitios/calidad_del_agua/operacion_potabilizacion/index.html#

Ministerio de Desarrollo Económico (2000). *Resolución 1096 del 2000 Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS*. Bogotá D.C.: Ministerio de Desarrollo Económico. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096%20-%202000.pdf>

Ministerio de Protección Social de Colombia (2007). *Decreto 1575 del 2007 Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Ministerio de Protección Social de Colombia (2007). *Resolución 2115 de 2007 Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legislación_del_agua/Resolución_2115.pdf

Ministerio de Protección Social de Colombia (2008). *Resolución 811 de 2008 Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0811-%202008.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2009). *Resolución 2320 de 2009 Por la cual se modifica parcialmente la Resolución No. 1096 de 2000 que adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico -RAS*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0811-%202008.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2017). *Resolución 330 de 2017 Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS) y se derogan las Resoluciones números 1096 de 17 de noviembre de 2000, 0424 de 18 de mayo de 2001, 0668 de 19 de junio de 2003, 1459*

COBERTURA Y CALIDAD DEL AGUA POTABLE

de 5 de octubre de 2005, 1447 de 5 de octubre de 2005 y 2320 de 27 de noviembre de 2009. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Recuperado de [http:// www.nuevalegislacion.com](http://www.nuevalegislacion.com) › files › susc › cdj › conc › r_mvct_330_17

Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia (2019). Informe Nacional de la Calidad del Agua para el Consumo Humano – INCA 2017. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/calidad-del-agua-inca-2017.pdf>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico – Dirección de Desarrollo Sectorial (Agosto de 2018). Plan director agua potable en Colombia 2018 – 2030 (2018). Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Plan%20Director.pdf>

Ortiz, C. (2019). GOBERNANZA DEL AGUA EN COLOMBIA: CARACTERIZACIÓN DE SUS COMPONENTES SEGÚN EL MÁRCO ANALÍTICO DE LA GOBERNANZA. Universidad Militar Nueva Granada. Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/31729/OrtizCardenasSilvanaStefania2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Salamanca, E. (2016). Tratamiento de aguas para el consumo humano. Universidad de Manizales. Módulo Arquitectura, Vol.17 N°1, 29-48. Recuperado de https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/download/1527/pdf_84/.