

Valoración del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), del Índice de Tratamiento (IT), del Índice de Continuidad (IC) y del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp), para el periodo 2010 - 2011, de sistemas de tratamiento de agua potable

Valuation of raw water quality index (WQI), of risk index of water quality for water supply (IRCA), of treatment index (IT), of continuity index (IC), and of water supply for human consumption risk for supplier (IRABApp), for the period 2010 – 2011, of potable water supply systems

JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS¹ - NATHALY ALEJANDRA IBARRA PRADO²

1. Ingeniero civil. MEEE. Profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

2. Ingeniera ambiental y sanitaria. Maestría en Ingeniería Civil con énfasis en Ingeniería Ambiental de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.

jairo.romero@escuelaing.edu.co - nathaly.ibarra@escuelaing.edu.co

Recibido: 15/04/2013 Aceptado: 30/04/2013

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

Resumen

En este artículo se presentan los resultados de la evaluación del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), Índice de Tratamiento (IT), Índice de Continuidad (IC) e Índice de Riesgo por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp), para abastecimientos de agua potable municipal, en el periodo 2010 - 2011 (1).

Palabras claves: calidad del agua, abastecimiento de agua, agua potable, índices de calidad del agua

Abstract

In the area of water quality control, the measurement and the numerical expression of its quality are factors of great importance. A method of continuous quantification of water quality is by means of indexes. According with the Colombian legislation there are different indexes for potable water control.

This article provides the results of the evaluation of index of Water Quality Index (WQI), Human Consume Water Risk Index (IRCA, in Spanish), Treatment Index (IT), Continuity Index (IC) and Human Consume Water Supply Risk Index by the water supplier (IRABApp, in Spanish).

Keywords: water quality, water supply, drinking water, water quality indexes.

INTRODUCCIÓN

Para cumplir las normas de calidad del agua resultan indispensables la verificación, análisis y seguimiento de las características fisicoquímicas y microbiológicas de las fuentes de abastecimiento, del agua tratada y suministrada para el consumo humano, mediante el cálculo de índices que permitan comparar y valorar la calidad del agua en diferentes lugares y periodos de tiempo para definir posibles usos del agua y del impacto sobre la salud humana.

En la actualidad, los operadores de sistemas de potabilización de agua están obligados a suministrar agua potable e informar dicho cumplimiento por medio de la aplicación y el cálculo de los instrumentos de evaluación de la calidad del agua estipulados en el Decreto 1594 de 1984 de la Presidencia de la República, en el Decreto 1575 de 2007 y en las resoluciones 2115 y 2117 de 2007 del Ministerio de Protección Social y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a saber: Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (Iraba), Índice de Tratamiento (IT), Índice de Continuidad (IC) y mapa de riesgo de la calidad del agua para consumo humano.

El cálculo del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), del Índice de Continuidad (IC) y del Índice de Tratamiento (IT) se obtuvo de los valores reportados por las empresas prestadoras del servicio público de acueducto al Sistema Único de Información (SUI), durante los años 2010 y 2011, de conformidad con lo exigido en la Resolución SSPD 20101300048765 del 14 de diciembre de 2011, y del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), con base en los resultados de la vigilancia realizada por las autoridades sanitarias de los ámbitos distrital, municipal y departamental registradas en el Subsistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (Sivicap), administrado por el Instituto Nacional de Salud (INS).

ANTECEDENTES

La Fundación Nacional de Saneamiento (NSF, por su sigla en inglés), de Estados Unidos, desarrolló en 1970 una determinación y uso de índices de calidad del agua de fuentes superficiales mediante la técnica Delfi de la Rand Corporation [2], de gran utilidad en la mayoría

de los estudios ambientales elaborados en diferentes regiones de los Estados Unidos de la época.

Posteriormente, surgieron otros índices para la evaluación de la calidad del agua de las fuentes superficiales, como el Índice de Calidad del Agua de Oregón, Índice RPI (*River Physicochemical Index*), Índice de Calidad del Agua para el Valle del Río Miami, Índice de Calidad del Agua para Idaho, Índice de Calidad del Agua para el Río Des Moines, Índice de Calidad del Agua para Washington, Índice de Calidad del Agua Greensboro, Índice de British Columbia, Índice de Calidad del Agua de Alberta (Canadá), Índice de Calidad del Agua de Montoya y el Índice de León.

En Colombia se han elaborado el Índice de Contaminación por Mineralización (Icomi), Índice de Contaminación por Materia Orgánica (Icom), Índice de Contaminación por Sólidos Suspendedos (Icosus), Índice de Contaminación por Trofia (Icotro), Índice de Contaminación por Temperatura (Icotemp), Índice de Contaminación por pH (ICOpH), entre otros.

Las aplicaciones de los índices de calidad del agua de las fuentes superficiales en el país son el resultado de estudios efectuados por autoridades ambientales de los órdenes nacional y local, así como los generados por centros de investigación, algunos de los cuales se indican a continuación:

- Las entidades integrantes del Sistema de Información Ambiental (SINA), en el “Informe del Estado del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables de Colombia para el año 2010” [3].
- El “Informe Nacional del Agua”, elaborado por el Ideam [4].
- El estudio sobre “Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica”, realizado por Torres et al. [5].
- Estudio sobre la “Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta”, elaborado por Samboni et al. [6], en el año 2010.
- Estudio sobre la “Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia”, hecho por Arango et al. [7].
- Estudio relacionado con los “Índices de escasez y de calidad del agua para la priorización de cuerpos de agua en los planes de ordenación del recurso hídri-

co. Aplicación en la jurisdicción de Corantioquia”, generado por Jaramillo et al. [8], en el año 2010.

Los estudios sobre el IRCA los han generado el Instituto Nacional de Salud (INS), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y la Defensoría del Pueblo por medio de los resultados reportados por las autoridades sanitarias en el Subsistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (Sivicap), algunos de los cuales se citan a continuación:

- Diagnósticos sobre la calidad del agua para consumo humano, años 2006 y 2007, elaborados por la Defensoría del Pueblo [9].
- Estudio sectorial de Acueducto y Alcantarillado, años 2006 a 2009 [10], y Estudio sectorial de Acueducto y Alcantarillado, año 2010 [11].

Los cálculos del Índice de Continuidad se encuentran en estudios elaborados por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD), en informes generados para el sector de agua potable y saneamiento en el “Estudio sectorial de Acueducto y Alcantarillado, años 2006 a 2009” [10], y en el “Estudio sectorial de Acueducto y Alcantarillado, año 2010” [11].

Del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (Iraba) y del Índice de Tratamiento (IT), únicamente se encontró disponible la metodología para su cálculo. Vale la pena señalar que la información sobre los índices de calidad de agua de fuentes superficiales, del agua potable y de la continuidad del servicio se analizan de manera independiente y no integral, por lo que no se cuenta con un análisis global de éstos que relacione los índices de tratamiento con los de riesgo por abastecimiento.

OBJETIVO

Determinar la eficiencia de los sistemas de tratamiento de agua potable mediante la valoración del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), del Índice de Tratamiento (IT), del Índice de Continuidad (IC) y del Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano (Iraba), para el periodo 2010-2011. Para esto se requirió:

- Determinar el Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA) de los sistemas de agua potable.
- Determinar el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) de los sistemas de agua potable.
- Determinar el Índice de Tratamiento (IT) de los sistemas de agua potable.
- Determinar el Índice de Continuidad (IC) de los sistemas de agua potable.
- Determinar el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp) de los sistemas de agua potable.
- Valorar la eficiencia de los sistemas de tratamiento a partir del análisis de probabilidad del Índice de la Calidad del Agua Cruda (ICA), Índice de Riesgo de Calidad del Agua para Consumo Humano, Índice de Tratamiento (IT), Índice de Continuidad (IC) e Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp).

METODOLOGÍA

El trabajo se realizó mediante el procesamiento de información secundaria tomada de los reportes existentes en el Sistema Único de Información (SUI) y en los registrados por las autoridades sanitarias en el Subsistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (Sivicap).

Los sistemas de tratamiento evaluados se clasificaron de acuerdo con el Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA) y el Índice de Riesgo de Agua para Consumo Humano (IRCA) por muestra, así como de los índices de tratamiento y continuidad (IT e IC), necesarios para calcular el Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp).

Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA)

Su cálculo obedece a la metodología expuesta en el Documento de Trabajo de la Resolución CRA 346 de 2005, emitida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) (ecuación 4.1).

$$ICA_E = \frac{\sum_{i=1}^{N_p} (ICP_{ij} \times Q_i) P_i}{Q_j} \quad (4.1)$$

Donde:

ICA_E = índice de calidad para la empresa por municipio.

N_p = número de parámetros de calidad del agua.

ICP_{ij} = índice de calidad para cada parámetro i de cada fuente j .

Q_j = caudal de cada fuente j .

P_i = peso relativo de cada parámetro $\sum P_i = 1$.

Los resultados del ICA clasifican la calidad del agua de las fuentes superficiales de abastecimiento de acuerdo con los rangos definidos a continuación (cuadro 1).

Cuadro 1
Clasificación del agua según el ICA [12]

Rango	Clasificación
90,1 - 100	Excelente
70,1 - 90	Bueno
50,1 - 70	Media
25,1 - 50	Mala
0 - 25	Muy mala

Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA)

Según el artículo 12 del Decreto 1575 de 2007 [14], el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA) cuantifica el "... grado de riesgo de ocurrencia de enfermedades relacionadas con el no cumplimiento de las características físicas, químicas y microbiológicas del agua para consumo humano".

Su determinación se realiza de conformidad con lo establecido en el Decreto 1575 de 2007, así como en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (ecuación 4.2):

$$IRCA_{muestra} = \frac{\sum \text{Puntajes de riesgo asignado a las características que no cumplen}}{\sum \text{Puntajes de riesgo asignado a todas las características analizadas}} \times 100 \quad (4.2)$$

Los resultados del IRCA por muestra permiten clasificar el agua suministrada según niveles de riesgo y definir las acciones que hay que seguir (cuadro 2).

Cuadro 2
Clasificación del agua según el IRCA [15]

IRCA (%)	Nivel de riesgo	IRCA por muestra (Notificaciones que hará la autoridad sanitaria de manera inmediata)
80,1 - 100	INVIABLE SANITARIA-MENTE	Informar a la persona prestadora, al COVE, alcalde, gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría General.
35,1 - 80	ALTO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde, gobernador y a la SSPD.
14,1 - 35	MEDIO	Informar a la persona prestadora, COVE, alcalde y gobernador.
5,1 - 14	BAJO	Informar a la persona prestadora y al COVE.
0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia.

Índice de Tratamiento (IT)

De conformidad con el artículo 18 de la Resolución 2115 de 2007 [14] del Ministerio de la Protección Social y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, el Índice de Tratamiento corresponde al "... puntaje que se asigna al evaluar los procesos de tratamiento, ensayos básicos de laboratorio en planta de tratamiento y trabajadores certificados de la persona prestadora..."; se obtiene tomando como referencia los procesos de tratamiento, la dotación del laboratorio y la disponibilidad de trabajadores certificados.

- Los *procesos* corresponden a la existencia y funcionamiento de etapas o procedimientos de tratamiento del agua para consumo humano, incluyendo los insumos requeridos para la potabilización y la aplicación del Reglamento Técnico de Agua Potable y Saneamiento Básico, Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico. El puntaje para el IT se asigna según el cuadro 3.
- La *dotación básica de laboratorio en planta de tratamiento* supone la disponibilidad de los equipos mínimos necesarios para la realización de pruebas de jarras, demanda de cloro, turbiedad, color y pH. El puntaje máximo para este criterio será de quince puntos, distribuidos en tres puntos por cada equipo utilizado para la realización de dichos ensayos.

Cuadro 3

Puntajes para el Índice de Tratamiento del Agua para Consumo Humano, según el tratamiento [15]

Descripción tratamiento	Puntaje máximo
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo	50
Si se realizan todos los procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	25
Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es continuo	15
Si se realizan algunos procesos requeridos según las características del agua cruda y su tratamiento es intermitente	10
Si sólo requiere desinfección y ésta se realiza	50
Si sólo realiza desinfección	15
Si no hay ningún tipo de tratamiento	0

- La disponibilidad de trabajadores certificados para la operación de la planta de tratamiento se evalúa de acuerdo con el cuadro siguiente (cuadro 4).

Cuadro 4

Puntajes para el Índice de Tratamiento del Agua para Consumo Humano, según la disponibilidad de trabajadores certificados [15]

Criterio	Puntaje máximo
Entre el 90 y el 100 % de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	15 puntos
Entre el 50 % y menos de 90 % de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	10 puntos
Menos del 50 % de los trabajadores que son operadores de planta están certificados	0 puntos

No obstante, en el cálculo del Índice de Tratamiento únicamente se tendrán en cuenta los procesos de tratamiento, porque no se dispone de información sobre la dotación básica de laboratorio ni del personal certificado para la operación de las plantas de tratamiento.

Índice de Continuidad (IC)

El IC clasifica el servicio de acueducto prestado por una empresa con base en el periodo de abastecimiento (ecuación 4.4).

$$IC = \left[\frac{\sum (Nhs)_j \times (Ps)_j}{(730) \times (Pt)} \right] \times \left[\frac{24h}{\text{día}} \right] \quad (4.4)$$

Donde:

- $(Nhs)_j$ = número de horas restadas en un mes en el sector j .
 $(Ps)_j$ = población servida por el sector j .
 730 = número de horas que tiene un mes.
 (Pt) = población total servida por la persona prestadora.

Los valores del Índice de Continuidad (IC) clasifican el suministro de agua por parte de los prestadores, de acuerdo con los puntajes indicados en el cuadro siguiente (cuadro 5).

Cuadro 5

Clasificación del Índice de Continuidad [15]

Continuidad del servicio (IC)	Clasificación	Puntaje
0 - 10 HORAS / d	INSUFICIENTE	0
10,1 - 18 HORAS / d	NO SATISFACTORIO	10
18,1 - 23 HORAS / d	SUFICIENTE	15
23,1 - 24 HORAS / d	CONTINUO	20

Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp)

El Irabapp es la ponderación de los factores de tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de suministro de agua para consumo humano. El cálculo se hace mediante la ecuación 4.5 y su clasificación se realiza de conformidad con lo indicado en el cuadro de la página siguiente (cuadro 6).

$$Irabapp = 100 - (IT + IC) \quad (4.5)$$

Donde:

- Pp = persona prestadora.
 IT = Índice de Tratamiento (puntaje obtenido según cálculos, máximo 80 puntos).
 IC = Índice de Continuidad (puntaje obtenido según cálculos, máximo 20 puntos).

Cuadro 6

Clasificación del nivel del riesgo en salud por Irabapp y acciones que deben realizarse [15]

Clasificación Iraba (%)	Nivel de riesgo a la salud	Irabapp
70,1 - 100	Muy alto	Requiere la formulación inmediata de un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, con la verificación de la SSPD.
40,1 - 70	Alto	Requiere la formulación e implementación de un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, con la verificación de la SSPD.
25,1 - 40,0	Medio	La persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.
10,1 - 25,0	Bajo	La persona prestadora debe eliminar, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.
0 - 10,0	Sin riesgo	La persona prestadora cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio.

RESULTADOS

Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA)

El análisis de frecuencias del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA) para fuentes hídricas usadas en el abastecimiento de sistemas de tratamiento de agua potable, para 9456 muestras del año 2010 y 8411 del año 2011, correspondientes a 81 y 82 municipios, en ese orden, arrojó resultados preocupantes (figura 1).

Se observa que las fuentes superficiales utilizadas para el abastecimiento de sistemas de purificación del agua en ninguno de los casos se clasificaron como de “EXCELENTE” calidad. El 3 y 8 %, equivalentes a 324 y 626 muestras, se catalogaron como de “BUENA” calidad; el 12 y 13 %, correspondiente a 1172 y 1125 muestras, fueron de “MEDIANA” calidad, y el 84 y 79 %, correspondientes a 7960 y 6590 muestras, se clasificaron en los rangos de “MALA” a “MUY MALA” calidad, respectivamente.

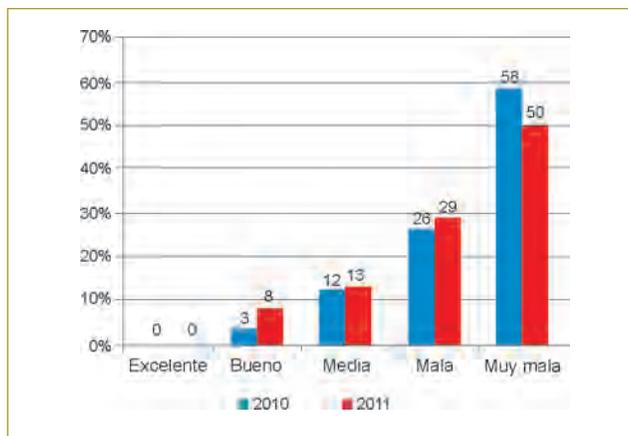


Figura 1. Frecuencia de ocurrencia del ICA, años 2010 y 2011.

Los municipios con más de la mitad de las muestras con valores de ICA comprendidos entre el 70 y 90 %, es decir, agua de buena calidad, fueron Necoclí y San Pedro de Urabá en Antioquia, Buga en Valle del Cauca y El Playón en Santander.

Quince municipios en el 2010 y doce municipios en el 2011 registraron más del 50% de las muestras ubicadas en el rango “MEDIO” de calidad del agua.

El mayor porcentaje de muestras catalogadas como de “MALA” a “MUY MALA” calidad se ubica en 62 municipios: 18 en Antioquia, 19 en Caldas, 3 en Cundinamarca y Santander, 2 en Magdalena y Tolima, 6 en Valle del Cauca, y uno en Arauca, Caquetá, Cesar, Córdoba, Huila, La Guajira, Meta, Nariño y Quindío.

Índice de Riesgo por Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA)

Para calcular el IRCA se tiene información de 29.928 muestras de 982 municipios en el año 2010 y de 34.651 muestras de 1011 municipios en el año 2011.

Se registraron 22.158 (74 %) y 24.561 (70,9 %) muestras “SIN RIESGO”, 580 (19 %) y 526 (15 %) en “RIESGO BAJO”, 2776 (9,3 %) y 3335 (9,6 %) en “RIESGO MEDIO”, 3094 (10,3 %) y 4496 (13 %) en “RIESGO ALTO” y 1320 (4,4 %) y 1733 (5 %) en el nivel de “RIESGO INVIABLE SANITARIAMENTE”, en ese orden (figura 2).

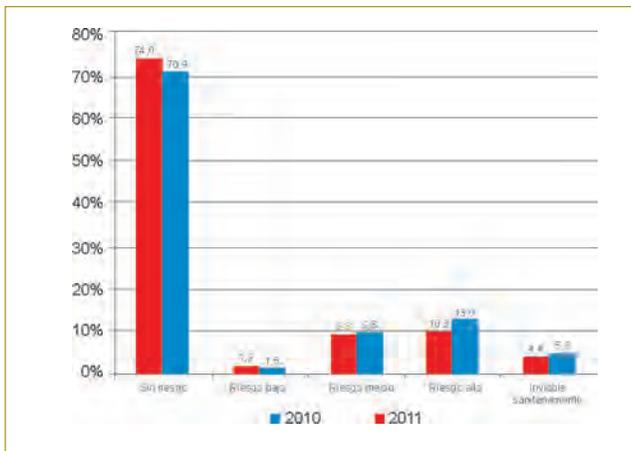


Figura 2. Frecuencia de ocurrencia del IRCA en 2010 y 2011.

Lo anterior indica que por lo menos un 70,9 % de las muestras de vigilancia de la calidad del agua potable resultó apto para el consumo humano.

Los municipios que registraron las peores condiciones de calidad del agua para consumo humano, es decir, que el 100 % de las muestras se ubicó entre los niveles de riesgo “ALTO” e “INVIABLE SANITARIAMENTE”, aparecen más adelante (cuadro 7).

Índice de Continuidad (IC)

Para el análisis del IC se contó con 3074 datos de 253 municipios en el año 2010 y con 2613 datos de 215 municipios en el año 2011. Según los datos, se encuentra que el servicio de acueducto a nivel nacional se presta en promedio durante 22 horas al día.

De acuerdo con esto, es posible afirmar que durante los años 2010 y 2011 la prestación del servicio de acueducto fue “continua”, con una frecuencia del 84 %; es decir, con servicio por periodos superiores a 23 horas diarias. Un 10 % de los abastecimientos prestó servicio

Cuadro 7

Municipios con el 100 % de las muestras con IRCA de “RIESGO ALTO” e “INVIABLE SANITARIAMENTE”

Departamento	Municipios	
	2010	2011
Antioquia	Toledo	Toledo
Atlántico	Luruaco	
Bolívar	El Carmen de Bolívar, Norosí, San Jacinto y Soplaviento.	Norosí, Pinillos, Río Viejo, San Jacinto, San Jacinto del Cauca, Santa Catalina y Soplaviento
Boyacá	Labranzagrande	Labranzagrande
Caquetá	Morelia	Valparaíso
Casanare	Hato Corozal	Hato Corozal, Monterrey y Támara
Cauca	Florencia, La Sierra, La Vega, Piamonte, San Sebastián y Timbiquí	Florencia, La Sierra, La Vega, López, Piamonte, San Sebastián, Sotaró, Sucre y Timbiquí
Cesar	Pailitas	Astrea, Chimichagua, Pailitas y Tamalameque
Córdoba	Canalete, San Pelayo y Tuchín	Las Córdobas
Guainía		Cacahual y Puerto Colombia
Cundinamarca	Beltrán	Dibulla
Huila	Oporapa	
La Guajira	Dibulla	
Magdalena	Aracataca, Cerro San Antonio, Pedraza, San Zenón, Sitionuevo, Tenerife y Zapayán	Pedraza, Santa Bárbara del Pinto, Sitionuevo y Zapayán
Meta	Guamal y La Macarena	
Nariño	Francisco Pizarro, Samaniego y San Lorenzo	Barbacoas, Belén, Francisco Pizarro, Imués, Mosquera, Ricaurte y San Lorenzo
Norte de Santander	Bucarasica	San Calixto
Putumayo	Colón, Orito, Puerto Asís, Puerto Guzmán y Valle del Guamuez	
Santander	Jordán y San Benito	Albania, Betulia, Coromoro, El Peñón, Encino, Jordán, San Andrés, San Joaquín, Santa Helena de Opón, Sucre y Vetas
Sucre		Chalán y San Benito Abad
Tolima	Cajamarca, Roncesvalles y Valle de San Juan	Ataco, Cajamarca, Palocabildo, Planadas, Rovira, Valle de San Juan y Villarrica
Vaupés	Carurú y Taraira	

entre 18 y 23 horas diarias, un 4 % entre 10 y 18 horas diarias y un 3 % menos de 10 horas diarias.

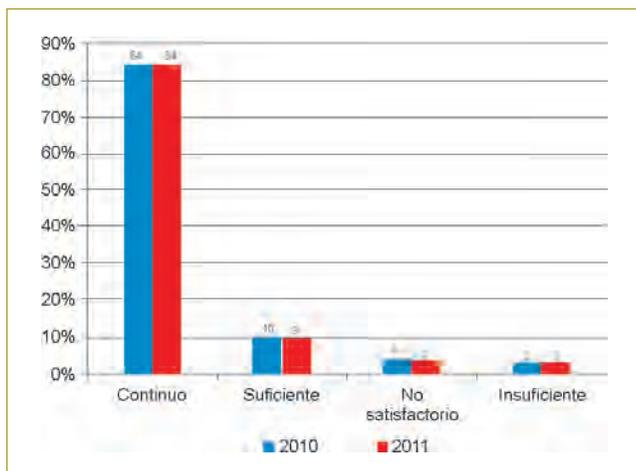


Figura 3. Índice de Continuidad (IC).

Índice de Tratamiento (IT)

El análisis de 473 plantas de purificación de agua existentes en 314 municipios del país indica que el 54 % son de tipo convencional, de las cuales 24 disponen de unidades de presedimentación, 214 de desarenación, 217 de mezcla rápida, 210 de aplicación de químicos, 196 de coagulación, 267 de floculación, 263 de sedimentación, 308 de filtración y 292 de desinfección.

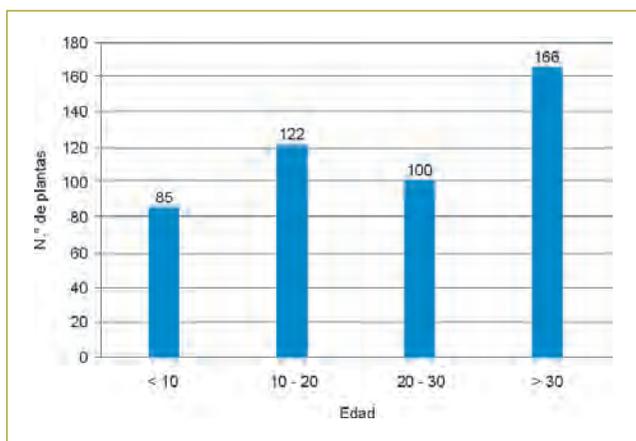


Figura 4. Número de plantas por rango de edad.

De las 473 plantas de potabilización analizadas, 166 tienen más de 30 años (figura 4), distribuidas así: 11,4 % en Antioquia, 7,2 % en Caldas, 10,2 % en

Cundinamarca, 6 % en Santander y 20,5 % en el Valle del Cauca. Con menos de 10 años se encuentran 85 sistemas de potabilización, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia (15,3 %), Boyacá (11,8 %), Cundinamarca (11,8 %) y Córdoba (10,6 %).

Índice de Riesgo Municipal por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp)

El Irabapp (ecuación 4.6) es la ponderación de los factores de tratamiento y continuidad del servicio de los sistemas de suministro de agua para consumo humano. Se clasifica de acuerdo con lo indicado en el cuadro siguiente (cuadro 8), en el que se modifica la clasificación original del Iraba (cuadro 6), teniendo en cuenta que en este trabajo el puntaje máximo para el IT es de 50 puntos, pues no se conocen datos de la dotación del laboratorio ni de trabajadores certificados en la planta de purificación.

$$Irabapp = 70 - (IT + IC) \quad (4.6)$$

Donde:

pp = persona prestadora.

IT = Índice de Tratamiento (máximo 50 puntos).

IC = Índice de Continuidad (máximo 20 puntos).

Se analizaron 44 prestadores del año 2010 y 58 del año 2011, ubicados principalmente en los departamentos de Antioquia, Caldas y Valle del Cauca.

Durante los años 2010 y 2011, el IT para la mayoría de los prestadores fue de 50 puntos y el IC de 20 puntos, lo cual indica que se dispone de todos los procesos requeridos para el tratamiento del agua cruda y que existe un suministro continuo de agua potable.

En los años 2010 y 2011, 42 y 55 prestadores, respectivamente, exhibieron un Iraba que los clasifica como “SIN RIESGO”, es decir, que pueden continuar prestando el servicio de agua potable. Los municipios de Villanueva (La Guajira) y Villavicencio (Meta) calificaron como de “RIESGO BAJO” y Yarumal (Antioquia) como de “RIESGO ALTO”.

CONCLUSIONES

Los valores del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA) de los años 2010 y 2011 mostraron que las fuentes su-

Cuadro 8
Clasificación del nivel del riesgo en salud por Irabapp
y acciones que deben realizarse [15]

Clasificación Iraba (%)	Nivel de riesgo a la salud	Acciones
49,1 - 70	Muy alto	Requiere la formulación inmediata de un plan de cumplimiento a corto, mediano y largo plazo por parte de la persona prestadora, con la verificación de la SSPD.
28,1 - 49	Alto	Requiere la formulación e implementación de un plan de acción a corto, mediano y largo plazo, con la verificación de la SSPD.
17,6 - 28	Medio	La persona prestadora debe disminuir, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.
7,1 - 17,5	Bajo	La persona prestadora debe eliminar, mediante gestión directa, las deficiencias en el tratamiento y continuidad del servicio.
0 - 7	Sin riesgo	La persona prestadora cumple con las disposiciones legales vigentes en materia de agua para consumo humano. Continuar con la prestación del servicio.

perfiles analizadas fueron de calidad “mala” a “muy mala” en más del 79 % de las muestras, entre el 3 y 8 % fueron agua de “BUENA” calidad y en ningún caso se clasificaron como de calidad “EXCELENTE”.

El IRCA calculado indica que en los años 2010 y 2011 el agua suministrada en el país se clasificó como “SIN RIESGO”, con una frecuencia de ocurrencia cercana al 74 %, es decir, que se suministró agua apta para el consumo humano. Sin embargo, un 5 % del IRCA refleja que el agua suministrada fue de “RIESGO INVIABLE SANITARIAMENTE” en 251 municipios durante el año 2010 y en 351 municipios en el año 2011.

Durante los años 2010 y 2011 se observó un índice de continuidad del 84 %, que señala que el servicio de acueducto fue continuo por periodos superiores a 23 horas diarias.

El análisis de 473 plantas de tratamiento de agua construidas en 314 municipios del país indica que el 54 % son de tipo convencional, de las cuales 166 tienen más de 30 años de construcción.

El Irabapp clasifica a los 44 prestadores del servicio en el año 2010 y a los 58 del 2011, como proveedores de agua SIN RIESGO para la salud, o sea, cumpliendo con las disposiciones legales para consumo humano.

REFERENCIAS

- Ibarra Prado, N.A. (2013, abril). Valorización del Índice de Calidad del Agua Cruda (ICA), del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano (IRCA), del Índice de Tratamiento (IT), del Índice de Continuidad (IC) y del Índice de Riesgo por Abastecimiento de Agua para Consumo Humano por Prestador (Irabapp), para el periodo 2010 - 2011, de sistemas de tratamiento de agua potable. Proyecto de grado. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, maestría en Ingeniería Civil, énfasis en Ingeniería Ambiental.
- Universidad de Pamplona (2012). Índices de Calidad (ICAS) y de Contaminación (ICOS) del agua de importancia mundial, capítulo III. Disponible en http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/libros/06082010/icatest_capitulo3.pdf. Consultado el 13 de octubre de 2012.
- Sistema de Información Ambiental (SINA) (2010). Informe del estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables. Disponible en <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/022166/PARTE1.pdf>. Consultado el 13 de octubre de 2012.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). Informe Nacional del Agua. Disponible en http://www.engr.colostate.edu/~neilg/ce_old/projects/Colombia/Colombia/cd1_files/spanish/12%20ena%20IDEAM%20study.pdf. Consultado el 13 de octubre de 2012.
- Torres, P. et al. (2008). Índices de calidad de agua en fuentes superficiales utilizadas en la producción de agua para consumo humano. Una revisión crítica. *Revista Ingenierías*. Medellín: Universidad de Medellín.
- Samboñi, N. et al. (2011). *Aplicación de los indicadores de calidad y contaminación del agua en la determinación de la oferta hídrica neta*, vol. 13, N.º 12, Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente, Universidad del Valle, pp. 49-60.
- Arango, M. (2008, julio). Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA*, N.º 9, pp. 121-141. Medellín: Escuela de Ingeniería de Antioquia.
- Jaramillo, C. (2010). Índices de escasez y de calidad del agua para la priorización de cuerpos de agua en los planes de ordenación del recurso hídrico. Aplicación en la jurisdicción de Corantioquia. *Revista de Ingenierías*, vol. 10, N.º 19, pp. 33-46. Medellín: Universidad de Medellín.
- Defensoría del Pueblo. Diagnóstico de la calidad del agua para consumo humano 2006 y 2007. Disponible en http://www.defensoria.org.co/red/anexos/pdf/02/informe_136.pdf. Consultado el 14 de octubre de 2012.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2010). Estudio sectorial Acueducto y Alcantarillado, 2006 – 2009. ISBN 978-958-98816-7-5. Bogotá, D.C.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2011). Estudio sectorial Acueducto y Alcantarillado, 2010. ISBN 978-958-98816-7-5. Bogotá, D.C.
- Ministerio de Desarrollo Económico (2000). Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Reglamento Técnico del

Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS - 2000. Sección II, título C, Sistemas de Potabilización. Bogotá, D.C.

13. UNEP (2007). Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report. Ontario, Canadá.

14. Ministerio de la Protección Social (2007). Decreto 1575 de 2007, "Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano".

15. Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). Resolución 2115 DE 2007.