



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**Desarrollo de la gestión documental de información para la generación de indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad enfocados en la Corporación de Acueducto Multiveredal la Acuarela**

**Autor**

**DANIEL ESTEBAN RÚA FRANCO**

Universidad de Antioquia

Facultad Ingeniería, Escuela Ambiental, Ingeniería sanitaria

Medellín, Colombia

2021



Desarrollo de la gestión documental de información para la generación de indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad enfocados en la Corporación de Acueducto Multiveredal la Acuarela

**Daniel Esteban Rúa Franco**

Informe de práctica académica presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Sanitario**

ASESOR INTERNO

Diego Alejandro Chalarca Rodríguez

PhD(C). M.Eng. Ingeniero Sanitario

ASESOR EXTERNO

Martha Nelly Sánchez Velásquez

Universidad de Antioquia

Facultad Ingeniería, Escuela Ambiental, Ingeniería sanitaria

Medellín, Colombia

2021

# Contenido

1. Resumen.....	3
2. Introducción.....	3
3. Objetivos.....	4
3.1. Objetivo general.....	4
3.2. Objetivos específicos.....	4
4. Marco Teórico.....	5
5. Metodología.....	7
5.1. Recopilación y validación de información.....	7
5.2. Diagnostico.....	7
5.3. Seguimiento:.....	7
5.4. Análisis de los indicadores:.....	7
5.5. Apoyo administrativo y operativo:.....	7
6. Análisis y resultados.....	8
6.1. IRCA:.....	8
6.2. IANC:.....	11
6.3. IPUF:.....	14
6.4. IC:.....	16
7. Conclusiones.....	17
8. Referencias bibliográficas.....	18

# **Desarrollo de la gestión documental de información para la generación de indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad enfocados en la Corporación de Acueducto Multiveredal la Acuarela**

## **1. Resumen**

Este trabajo emplea la gestión documental para la evaluación de los indicadores del servicio de agua potable IRCA, IANC, IPUF, IC según lo establecido en la Resolución CRA 688 del 2014, Resolución CRA, Resolución 825 del 2017, Resolución 2115 del 2007 viendo la necesidad de cumplir con el compromiso de la adecuación de la calidad de agua para el consumo humano garantizando unos criterios técnicos adecuados para su potabilización y distribución. Se hizo un reconocimiento, recopilación, diagnóstico y seguimiento de información para la evaluación de indicadores con el fin de tener control y prevención de posibles afectaciones asociadas a malas prácticas que generen un comportamiento no adecuado de potabilización y distribución. Después de realizar la evaluación del IRCA se encuentra que las prácticas de potabilización son adecuadas, debido a que la afectación del sistema se encuentra sin riesgo sanitario. En la evaluación del IANC se encuentra unas pérdidas de 36% que corresponden a pérdidas técnicas y comerciales. El IPUF presenta un valor de 7,6 m<sup>3</sup>/ suscriptor mostrándose mayor que el permitido por afectaciones directas de las conexiones 1x4 que se presentaron en el APS. El IC presenta un comportamiento adecuado ya que la continuidad del servicio es de 99,94 %. Se evidencio buenas estrategias preventivas y correctivas analizando los indicadores, se logró dar prioridad a sectores que presentaban mayor afectación, interviniendo con alternativas de solución para las circunstancias que se presentaron.

## **2. Introducción**

El suministro de agua potable es un compromiso constante de velar por diversos aspectos como: la adecuación de su calidad para el consumo humano y cumplimientos técnicos que garanticen adecuadas técnicas de aducción, conducción y distribución. Para esta adecuación se requiere encontrar la forma más conveniente de hacerlo tanto desde el punto de vista técnico como del económico, por esto se considera el agua potable como un suministro escaso en muchos lugares del mundo, viendo así la necesidad de potabilización del recurso hídrico (UNICEF, s.f).

Las técnicas y normas de regulación colombiana muestran un control permanente, donde las empresas prestadoras de servicios públicos de acueducto tienen que evidenciar la evaluación de los indicadores del servicio de agua potable. De acuerdo con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico, se establece como un valor aceptable del IANC el 30% incluyendo las pérdidas técnicas (RAS, 2017). La CRA establece para el cálculo de los costos y el cálculo de las tarifas un valor máximo del 30% (CRA, 1995).

Las pérdidas por suscriptor facturado son la representación de agua no contabilizada de cada suscriptor asociado al área de prestación del servicio, mostrando un detalle de pérdidas por cada uno de los usuarios del sistema de acueducto (CRA 688, 2014).

La continuidad de la prestación del servicio público de acueducto refleja un esquema estratégico de mejora para el sector de agua potable considerando metas de

cumplimiento anuales, con el objetivo de que en un plazo de 5 años se deben reducir al 50% la diferencia entre el prestador y el 97,26% porcentaje de continuidad así mismo cada prestador del servicio tiene que plantear estándares que garanticen esto (CRA 825, 2017).

El índice del riesgo de la calidad del agua – IRCA, es una herramienta cuantitativa, basada en las características físicas, químicas y microbiológicas para determinar el grado de riesgo de ocurrencia sobre la salud de los usuarios, cuando el valor del IRCA se encuentra entre 0% y el 5%, el agua se clasifica como apta para consumo humano. Según se establece en la Resolución 2115 del 2017 se tienen que cumplir niveles mínimos para las características a analizar (Ministerio de Ambiente, 2007).

Por lo anterior y pensando en la importancia del agua potable, la Corporación del Acueducto Multiveredal La Acuarela, fundándose en el año 1990, vio la necesidad de mejorar el suministro de agua para consumo humano. El acueducto La Acuarela en sus inicios, contaba con 1350 suscriptores, pertenecientes a seis veredas del corregimiento de San Cristóbal, dentro de las cuales se encontraron: La Palma, El Patio, Travesías, San José, Las Playas y Bellavista. Inicialmente, se construyó la infraestructura principal de tratamiento de potabilización, la cual consistió en un sistema de filtración lenta en arena y al pasar el tiempo fue aumentando su capacidad de potabilización y redes conforme al crecimiento de la urbe, contando actualmente con 4051 suscriptores. Debido al aumento de suscriptores se construyó una nueva planta de tratamiento de potabilización con un sistema de filtración rápida, en pro de adaptarse a las necesidades del sector y seguir prestando un servicio de calidad y continuidad, siempre en busca del bienestar de la comunidad (La Acuarela, s.f.).

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general**

Desarrollar la gestión documental de información para la generación de indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad, enfocados en la Corporación de Acueducto Multiveredal La Acuarela.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Mostrar la implementación de la evaluación de los indicadores: IANC, IRCA, IPUF en el acueducto Multiveredal La Acuarela.
- Evaluar los indicadores IANC, IRCA, IPUF a través del análisis de la información recopilada en la empresa.
- Identificar causas de no cumplimiento de los índices IANC, IRCA, IPUF y continuidad del servicio de agua no contabilizada y continuidad en el servicio de agua potable de la Corporación de Acueducto Multiveredal La Acuarela.

#### 4. Marco Teórico

Las empresas de servicios públicos que prestan el servicio de abastecimiento de agua potable, deben presentar instrumentos y procesos que lleven a mejorar constantemente su operación diaria, como por ejemplo, la toma de muestras de agua, en donde se especifican las características físicas, químicas y microbiológicas del agua tratada para llevar a cabo el control y la vigilancia, esto con el fin de mostrar una adecuada potabilización del recurso hídrico según lo estipula la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Ministerio de Ambiente, 2007). Así mismo, se debe garantizar una adecuada función, contando con planes de contingencia frente a las posibles situaciones y adversidades que se presentan, siguiendo las disposiciones del Decreto 1575 de 2007 que denotan que se debe hacer un control y vigilancia de la calidad del agua, esto con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana que pueda ser causada por el consumo de agua. Dichos controles deben ser aplicados en el territorio nacional (Ministerio de Ambiente, 2007).

Las empresas prestadoras del servicio de agua potable deberán presentar a la Alcaldía municipal un conjunto de acciones y proyectos que garanticen lograr objetivos según lo delimite cada indicador del servicio de la prestación del servicio de agua potable a corto, mediano y largo plazo, presentando metas de los indicadores evaluados, lineamientos definidos en la Comisión de Regulación de Agua Potable - CRA también, se encuentran definidos en la Resolución 12 de 1994 de la misma entidad (CRA, 1994).

En la implementación de obras nuevas se debe revisar adecuadamente la normativa y reglamentar bajo los requisitos técnicos según la etapa de planeación, diseño, construcción, puesta en marcha, operación, mantenimiento o rehabilitación de la estructura estrictamente relacionada en la actividad que se desempeña en la Resolución 0330 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017).

En Colombia, los indicadores IANC, IRCA, IPUF y Continuidad del servicio de agua potable, sirven como control para una adecuada prestación del servicio de agua apta para el consumo humano como es estipulado en el Decreto 2115 del 2007 (Ministerio de Ambiente, 2007) y la Resolución 688 del 2014 (CRA, 2014).

A continuación se realiza una descripción de los indicadores del servicio de agua potable:

**Índice de Riesgo de la Calidad del Agua – IRCA:** Este indicador califica 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. IRCA asume un valor en el rango de 0 (sin riesgo) a 100 (sanitariamente inviable). Este indicador es reportado por las Direcciones Territoriales de Salud al Instituto Nacional de Salud (INS) mediante el Sistema de Vigilancia de la Calidad del Agua Potable (SIVICAP) (Ministerio de salud y protección social, 2013). Una herramienta cuantitativa, basada en las características físicas, químicas y microbiológicas para determinar el grado de riesgo de ocurrencia sobre la salud de los usuarios, cuando el valor del IRCA se encuentra entre 0% y el 5%, el agua se clasifica como apta para consumo humano, toda vez que cumple con las características físico químicas y microbiológicas que establece la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Cuando los valores del indicador superan este el 5%, el agua se

considera como no apta para consumo humano, llegando a un máximo del 100%, valor asignado cuando no cumple con las características establecidas en dicha normativa (Superintendencia de servicios públicos domiciliarios, 2019).

**Índice de Pérdidas por Suscriptor Facturado – IPUF:** Según lo establecido en la Resolución CRA 688 de 2014, las empresas prestadoras del servicio de agua potable se debe llevar el reporte de volumen de pérdidas de agua por suscriptor. Las unidades son metros cúbicos por suscriptor al mes ( $m^3$ /suscriptor/mes). Para el año 5 se debe lograr un 50% de la diferencia entre el límite permisible de 6 ( $m^3$ /suscriptor/mes) y el valor calculado de IPUF para la empresa prestadora del servicio. Para el año 10 debe lograrse el 75% de la diferencia según lo contemplado en la Resolución 688 de 2014 (CRA, 2014).

**Continuidad en la prestación del servicio público de acueducto- IC:** Es uno de los indicadores de mayor relevancia dentro del esquema estratégico para el mejoramiento del sector de agua potable y saneamiento básico. La Resolución 825 de 2017 considera la siguiente metodología para el cálculo del Indicador de Continuidad (IC). Según el artículo 12 de la resolución CRA 825 del 2017 se amplía la determinación de metas para los estándares del servicio para las empresas prestadoras del servicio de agua potable donde deberán establecer metas anuales y cumplir con los siguientes estándares: En el año 5 se deberán reducir al 50 % de la diferencia entre la continuidad del prestador y el máximo permisible según la Resolución 825 de 2017 se tomará como año base el año que entre en vigencia la presente Resolución. El máximo permisible por la Resolución 825 de 2017 es 10 días sin servicio al año es decir 97.26% de continuidad anual (CRA, 2017):

Para el cálculo del índice de continuidad - IC se tendrá en cuenta la siguiente ecuación:

$$IC_i = \left( 1 - \frac{\text{Tiempo en horas de afectación}}{N_{i,ac} * 365 * 24} \right) * 100$$

Dónde:

IC<sub>i</sub> = Índice de continuidad en el i (%)

Tiempo en horas de afectación = Corresponde al producto entre la sumatoria de horas de afectación en el APS en días al año i por los suscriptores afectados en dicho año

N<sub>i,ac</sub> = Número de suscriptores promedio mensual facturados del año i para el servicio público domiciliario de acueducto. En el caso de facturación mensual, corresponde al promedio de los doce meses del año i. En el caso de facturación bimestral, corresponde al promedio de los seis meses bimestrales del año.

**El índice de agua no contabilizada-IANC:** Es uno de los indicadores de tipo operacional donde se evalúa la eficiencia de los sistemas de distribución de agua potable. Este índice se define como la diferencia entre la cantidad de agua suministrada a la red de distribución (volumen producido de agua tratada) y el volumen de agua facturada, dividido por el volumen producido Resolución 12 de 1995 (CRA, 1995)

De acuerdo con el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS, 2017), se establece como un valor aceptable del IANC el 30% incluyendo las pérdidas técnicas. La CRA (Resolución 17 de 1995; CRA, 1995) establece para el cálculo de los costos y el cálculo de las tarifas un valor máximo del 30%. Recomienda el

IANC como uno de los indicadores con más importancia para ser controlados por la ESP. (Empresa de servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo, Santo Domingo S.A. E.S.P, 2016).

## 5. Metodología

A continuación se presenta la metodología desarrollada para realizar la evaluación de los indicadores del servicio de agua potable.

- 5.1. **Recopilación y validación de información:** Se realizó una validación y análisis de las principales variables de operación del sistema como fueron: evidencia tarifaria, planeación de mejoras comerciales de agua potable, número de suscriptores, cantidad de agua producida y facturada, reportes de cumplimiento de IRCA en el SIVICAP, reportes de pruebas microbiológicas y fisicoquímicas entregadas por el laboratorio, revisión del catastro de suscriptores y catastro de redes, informes de peticiones, quejas y reclamos (PQRS), con el fin de brindar un adecuado análisis de la incidencia de cada una de estas variables de operación del sistema.
- 5.2. **Diagnostico** Se realizó un análisis de las variables de operación del sistema como: Evidencia tarifaria, planeación de mejoras comerciales de agua potable, número de suscriptores, cantidad de agua producida y facturada, reportes de cumplimiento de IRCA en el SIVICAP, reportes de pruebas microbiológicas y fisicoquímicas entregadas por el laboratorio, revisión del catastro de suscriptores y catastro de redes, informes de peticiones, quejas y reclamos (PQRS). Con el fin de evaluar los indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad de servicio de agua potable, prestando un apoyo al personal administrativo y operativo, para el análisis de la información.
- 5.3. **Seguimiento:** Se realizó un seguimiento de la información suministrada por el personal administrativo y operativo según fue el requerimiento del indicador. La información estuvo dividida en 3 componentes: Componente administrativo, componente operativo y componente financiero. Esta recopilación de datos se realiza en los 10 primeros días de cada mes, con el fin de mantener actualizada la información y llevar un control de la gestión interna enfocado en los indicadores.
- 5.4. **Análisis de los indicadores:** Se realizó un análisis de los indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad de servicio con el fin de plantear soluciones a posibles contingencias que se puedan generar durante la duración de la práctica y posterior a la práctica académica.
- 5.5. **Apoyo administrativo y operativo:** Durante la duración de la práctica se prestó un apoyo administrativo, con el fin de facilitar la recopilación de información para los indicadores del servicio y un apoyo operativo dando así un desarrollo preventivo y correctivo frente a los indicadores del servicio de agua potable: IANC, IRCA, IPUF y continuidad de servicio.

## 6. Análisis y resultados.

Con el fin de optimizar tiempo para los cálculos que se deben realizar para la evaluación de los indicadores de agua potable, se desarrollaron unas hojas de cálculo en Excel® que a su vez sirve como recopilador de información.

6.1. **IRCA:** Se desarrolla un libro en Excel, llamado IRCA Acuarela que permite realizar el cálculo del IRCA, donde se recopilara información de 15 pruebas fisicoquímicas, 8 microbiológicas, dos pruebas de COT y fluoruros al año y una al mes de dureza total, hierro total. Cumpliendo así con la Resolución 2115 de 2007, que establece el número de pruebas que se deben hacer según la cantidad de usuarios en el área de prestación del servicio (Ministerio de Ambiente, 2007). La recopilación de datos en el libro de Excel se debe realizar cada mes teniendo en cuenta los resultados que entregue el laboratorio de análisis de aguas. Después de tener estos resultados, se consignará en una tabla como la que se muestra en la Tabla 1.

Indicador Muestra	Valor reportado por el laboratorio	Valor reportado por el laboratorio	Unidades
	1	2	
Color aparente	2	2	UPC
Turbiedad	0,37	0,57	UNT
pH	7,31	7,27	
Cloro residual libre	0,5	0,7	mg/l
Alcalinidad total			mg/l
Calcio			mg/l
Fosfatos			mg/l
Manganeso			mg/l
Molibdeno			mg/l
Magnesio			mg/l
Zinc			mg/l
Dureza total	42,2		mg/l
Sulfatos			mg/l
Hierro total	0,06		mg/l
Cloruros	6,93		mg/l
Nitratos			mg/l
Nitritos			mg/l
Aluminio (Al <sup>3+</sup> )			mg/l
Fluoruros			mg/l
COT			mg/l
Coliformes totales	0	0	UFC/100 mL
Escherichia coli	0	0	UFC/100 mL

Tabla 1. Caracterización del análisis del agua suministrada por el acueducto.

El campo de la muestra numero 1 hace alusión a los parámetros: color, turbiedad, pH, cloro residual libre, dureza total, hierro total, cloruros, coliformes totales y Escherichia coli. Los campos de las muestras de 2 a la 15 son para los parámetros de color, turbiedad, pH, cloro residual libre, coliformes totales y Escherichia coli.

A continuación se muestra el puntaje de riesgo asociado para cada parámetro y el cual se utilizó para crear la hoja puntaje de riesgo IRCA, donde se ve el puntaje de riesgo para las muestras que se evalúan en el mes.

<b>Característica</b>	<b>Puntaje de riesgo IRCA</b>
<b>Color aparente</b>	6
<b>Turbiedad</b>	15
<b>pH</b>	1,5
<b>Cloro residual libre</b>	15
<b>Alcalinidad Total</b>	1
<b>Calcio</b>	1
<b>Fosfatos</b>	1
<b>Manganeso</b>	1
<b>Molibdeno</b>	1
<b>Magnesio</b>	1
<b>Zinc</b>	1
<b>Dureza total</b>	1
<b>Sulfatos</b>	1
<b>Hierro Total</b>	1,5
<b>Cloruros</b>	1
<b>Nitratos</b>	1
<b>Nitritos</b>	3
<b>Aluminio (Al<sup>3+</sup>)</b>	3
<b>Fluoruros</b>	1
<b>COT</b>	3
<b>Coliformes Totales</b>	15
<b>Escherichia coli</b>	25

Tabla 2: Puntaje de riesgo asociado a cada parámetro según el Decreto 2115 de 2007 (Ministerio de Ambiente, 2007).

Muestra Mes	Porcentaje de riesgo											
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabla 3: Puntaje de riesgo asociado a las muestras analizadas en cada mes.

Esta tabla arroja un resultado automáticamente después de ingresar las muestras mensuales para los parámetros que se deben analizar este resultado corresponde al puntaje de riesgo asignado para cada una de las muestras según su rango aceptable o no aceptable.

Mes	Nivel de Riesgo
enero	Sin Riesgo
febrero	Sin Riesgo
marzo	Sin Riesgo
abril	Sin Riesgo
mayo	Sin Riesgo
junio	Sin Riesgo
julio	Sin Riesgo
agosto	Sin Riesgo
septiembre	Sin Riesgo
octubre	Sin Riesgo
noviembre	Sin Riesgo
diciembre	Sin Riesgo

Tabla 4: Riesgo asignado para cada mes, según el Decreto 2115 de 2007 (Ministerio de Ambiente, 2007).

Al llegar a la hoja Cumplimiento IRCA se observa la tabla 4 donde se asoció a cada nivel de riesgo un color diferente para que sirva de ayuda visual. En la tabla 3 se puede observar el nivel de riesgo asociado al valor numérico correspondiente. Para realizar la actualización de la hoja se debe oprimir las teclas Ctrl + A. Automáticamente se calculará un nivel de riesgo asociado para cada mes según para el puntaje de riesgo calculado para las muestras mensuales según el Decreto 2115 de 2007 (Ministerio de Ambiente, 2007).

Nivel de riesgo	Color asociado
Inviabile Sanitariamente	Rojo
Alto	Naranja
Medio	Amarillo
Bajo	Verde
sin riesgo	Verde oscuro

Tabla 4: Asignación de colores según el Nivel de riesgo.

En general se presentó un comportamiento adecuado de las prácticas de potabilización. Los parámetros con normalidad se encontraron dentro de los rangos permisibles según lo establecido en el Decreto 2115 de 2007 (Ministerio de Ambiente, 2007). Como se observa en la tabla 3 el comportamiento siempre fue de 0.0 en todos los meses de enero a diciembre del 2020. Se presenta una constancia de nivel de riesgo 0, sin riesgo alguno. Cuando los parámetros se encontraban por fuera del rango permisible, se evidenciaba que la principal causa era la afectación climática que se presentaba en las zonas aledañas a las fuentes, estos alteraban fuertemente los niveles de turbiedad y material particulado que ingresaban a las bocatomas y a los respectivos filtros, pero con dosificaciones de coagulante se disminuían estas cantidades que no se podían remover con los filtros de arena.

**6.2. IANC:** Para el cálculo de IANC se desarrolló un libro de Excel llamado IANC e IPUF Acuarela, durante seis meses se realizó la actualización de la información faltante de lectura de los macromedidores, en este lapso se implementaron nuevos macromedidores de mayor precisión en la lectura y también se implementó un sistema de filtración rápida compacto en fibra de vidrio el cual se asoció con dos sectores de área de prestación de servicio - APS, asignando un macromedidor. Hay macromedidores que presentan sectores asociados como por ejemplo el macromedidor de Sectores Unidos el cual comprende las siguientes veredas Los Correas, Patio, Playas, Filo de Playas, Travesías Parte Baja, Travesías Parte Alta, Luis Vásquez cada una de estas veredas también cuenta con un macromedidor independiente. Bellavista Conducción está comprendida por las veredas de Bellavista, San José y Palma. Toda esta información se recopiló mediante una plataforma llamada Hydrocaz la cual se fue actualizando mediante el tiempo de duración de la práctica. La información del agua facturada

se tomó de la misma plataforma ya que también recopila la misma información. A continuación se muestra el formato de recopilación de datos del libro de Excel.

<b>Nombres de macromedidores</b>	<b>enero (m<sup>3</sup>)</b>	<b>febrero (m<sup>3</sup>)</b>
Los Correos	434	499
Bellavista y San José	13917	13282
Sectores unidos	76068	73886
La Palma	8397	8033
Las Playas	835	869
Travesías Parte Baja	97948	92552
Luis Vásquez	46	28
Bellavista Conducción		
Filo de Playas	3562	3643
Travesías Parte Alta	7766	7190
Patio	6480	6278

Tabla 5: Información de entrada de lectura de macromedidores mensual.

Se deberá llenar la información de lectura mensual de cada mes, esta información fue suministrada por el personal operativo que realizan la lectura de los macromedidores mensual los 5 primeros días de cada mes.

<b>Meses</b>	<b>Agua Facturada (m<sup>3</sup>)</b>
enero	51070
febrero	45806
marzo	47500
abril	61837
mayo	48378
junio	55042
julio	57034
agosto	47497
septiembre	49167
octubre	55667
noviembre	45124
diciembre	52572

Tabla 6: Agua facturada mensual durante un año.

En la tabla 6 se encuentra el agua facturada, esta tabla deberá ser diligenciada manualmente, con la información que suministren desde el área comercial según sea la facturación de los sectores y deben dar un valor total de dicha facturación.

Se deberá llenar la información de lectura mensual de cada mes, esta información fue suministrada por el personal operativo que realizan la lectura de los macromedidores mensual los 5 primeros días de cada mes.

Meses	Agua producida (m <sup>3</sup> )
enero	84465
febrero	81919
marzo	80760
abril	80761
mayo	76190
junio	89700
julio	72823
agosto	84523
septiembre	73060
octubre	85807
noviembre	71206
diciembre	91506

Tabla 7: Resumen de Agua producida mensual durante un año.

Después de llenar la información de mes a mes, automáticamente se carga esta tabla 7 ubicada en la hoja datos de entrada IANC en el libro IANC e IPUF Acuarela donde se encontrará el resumen de agua producida de toda el APS.

Meses	Agua producida (m <sup>3</sup> )	Agua Facturada (m <sup>3</sup> )	IANC	Promedio Anual
enero	84465,0	51070	40%	36 %
febrero	81919,0	45806	44%	
marzo	80760,0	47500	41%	
abril	80761,0	61837	23%	
mayo	76190,0	48378	37%	
junio	89700,0	55042	39%	
julio	72822,7	57034	22%	
agosto	84522,7	47497	44%	
septiembre	73059,7	49167	33%	
octubre	85806,7	55667	35%	
noviembre	71205,7	45124	37%	
diciembre	91505,7	52572	43%	

Tabla 8: Datos mensuales de Agua facturada, agua producida e IANC para un año.

En la tabla 8 se pueden observar los resultados del IANC mensual para el APS, como también un mes a mes de agua producida y agua facturada, además se encuentra un promedio anual de IANC. Todo lo anterior se calcula automáticamente después de ingresar los datos de entrada.

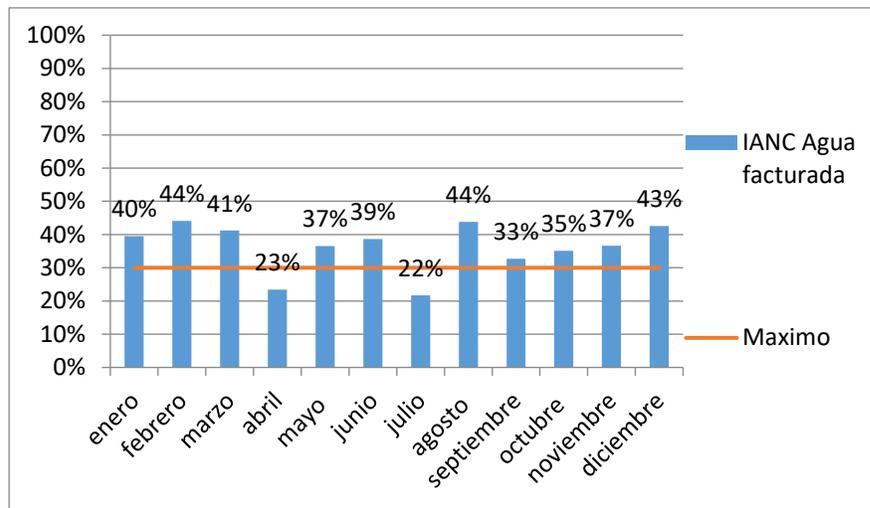


Figura 1: diagrama de barras de los resultados obtenidos del IANC para un año.

En la figura 1 se puede ver el comportamiento de IANC con mes a mes respecto al año 2020 y el máximo permisible.

El índice de agua no contabilizada se encuentra un poco más alto del 30% como se puede evidenciar en la Figura 1, se observó una fluctuación del índice entre el 44% para los meses de febrero y diciembre, y el 22% en el mes de julio siendo este el valor más bajo para este índice. En los meses de abril, junio y septiembre se presentan altas precipitaciones y se evidenció una menor demanda de agua producida por parte de la comunidad, esto se observaba tras analizar el comportamiento de las lecturas de los macromedidores mes a mes. En tiempo seco, en los meses de enero a marzo, mayo, julio a agosto, noviembre y diciembre se observó un aumento elevado del consumo de los usuarios. El acueducto al suministrar agua potable en un sector rural puede evidenciar una gran cantidad de huertas o fincas que utilizan el servicio para hacer regadío, a pesar de esto se pudo observar poco consumo en suscriptores que realizan esta práctica, es una de las principales causas de pérdidas técnicas y comerciales, ya que en los tiempos secos se presenta un aumento en los valores de IANC. El acueducto al ser veredal también presenta grandes afectaciones por usuarios con conexiones fraudulentas. Se presentan suscriptores que tienen un solo medidor para 4 viviendas aproximadamente es decir conexiones 1x4, esto también influye en el aumento de IANC.

6.3. **IPUF:** Se desarrolla un libro de Excel llamado IANC y IPUF Acuarela en la cual se debe consignar los datos de los suscriptores mes por mes y consignarlos en la hoja llamada IPUF.

Meses	Número de suscriptores	Pérdidas de agua en (m <sup>3</sup> )	IPUF (m <sup>3</sup> /suscriptor)	Promedio IPUF (m <sup>3</sup> /suscriptor)
enero	3711	33395	9,0	7.51
febrero	3777	36113	9,6	
marzo	3794	33260	8,8	
abril	3794	18924	5,0	
mayo	3799	27812	7,3	
junio	3806	34658	9,1	
julio	3789	15789	4,2	
agosto	4009	37026	9,2	
septiembre	4020	23893	5,9	
octubre	4034	30140	7,5	
noviembre	4051	26082	6,4	
diciembre	4130	38934	9,4	

Tabla 9: Datos mensuales de Número de suscriptores, pérdidas de agua en m<sup>3</sup> e IPUF en m<sup>3</sup>/ suscriptor / mes.

Después de agregar los valores numéricos de los suscriptores asociados a cada mes en el APS. Automáticamente se calculará el IPUF como se puede evidenciar en la tabla 9.

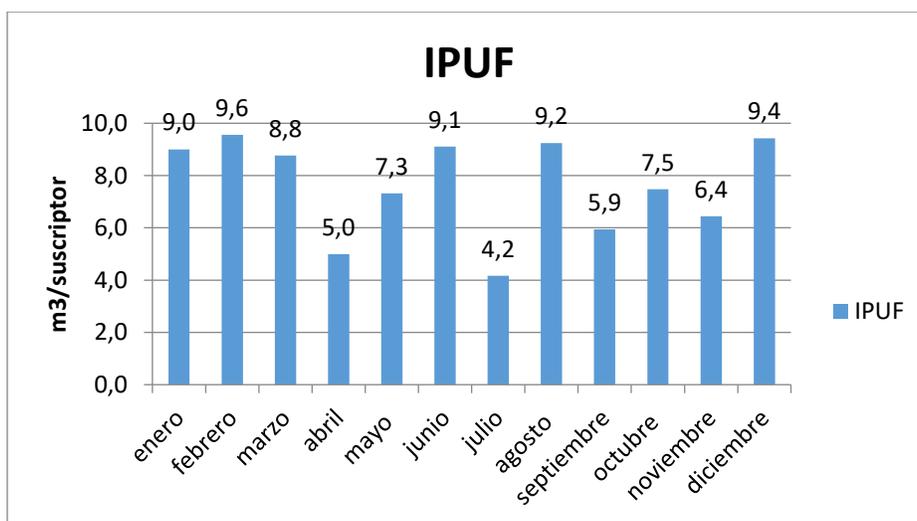


Figura 2: Variación mensual del IPUF para un año.

En la figura 2 se puede evidenciar un diagrama de barras que presenta la variación mensual del IPUF para los meses de enero a diciembre para un año. Las unidades del valor de cada barra se reportan en m<sup>3</sup>/suscriptor.

El índice de pérdidas por suscriptor se ve fuertemente relacionado con las conexiones ilegales que se presentan en el acueducto, las conexiones 1x4 se vienen presentando en el sector con mayor cantidad de usuarios del sistema. Aproximadamente 500 usuarios presentan conexiones fraudulentas de este tipo, lo que aumentaría notablemente la cantidad de usuarios del sistema. En la figura 2 se observa el IPUF para cada mes donde no es acorde a lo estipulado en la Resolución 688 del 2014 (CRA, 2014), ya que la cantidad máxima permitida para este indicador debe ser 6 m3/suscriptor. Es aquí donde se constata la afectación de dichas conexiones fraudulentas.

**6.4. IC:** Para este indicador se desarrolla un libro en Excel que permite el almacenamiento de datos y también permite el cálculo automático del IC

INDICADOR DE CONTINUIDAD					
					
AÑO		NUMERO DE SUSCRIPTORES PROMEDIO PARA UN AÑO		4051	
ÍNDICE DE CONTINUIDAD PARA UN AÑO		99,942		MÁXIMO VALOR CORRESPONDIENTE A 10 DÍAS DE NO CONTINUIDAD	
DIFERENCIA CON RESPECTO AL MÁXIMO VALOR ACEPTADO DE NO CONTINUIDAD		2,682		97,260	
Sector de la afectación del servicio	Número de suscriptores afectados	Tiempo en horas de suspensión	Responsable de la suspensión	Fecha de suspensión	Tiempo en horas de afectación
Palma	160	1	Víctor Restrepo		160
Bellavista	355	2	Fabian Arteaga		710
Travesías P2	350	2	James Perez		700
Travesías P3	270	2	James Pérez		540
Travesías P3	430	4	Fabian Arteaga		1720
Travesías P3	1870	7	Fabian Arteaga		13090
Travesías Parte	55	10	Víctor Restrepo		550

Alta				
Travesías Parte	460	2,5	Víctor Restrepo	1150
Alta				
Travesías P3	450	4	Víctor Restrepo	1800

Tabla 10: Suspensiones del servicio de agua potable para un año.

En la tabla 10 se puede evidenciar los datos almacenados para el cálculo del IC según la Resolución 825 del 2017 (CRA, 2017), el máximo permisible para el IC del año que se desea evaluar no puede superar el 97,260% o lo que equivale a diez días de no continuidad en el APS.

El índice de continuidad del servicio de agua potable para APS se encuentra dentro de los rangos establecidos en la Resolución 825 del 2017 (CRA, 2017). Que establece como máximo permisible un 97.260 % de continuidad diaria, lo que quiere decir una continuidad de 23.4 horas diarias en el APS, las no continuidades se presentaron por acciones de mejora como: cambio de válvulas, reguladoras de presión, tubería. Se presentó también afectación en la continuidad por obras de alcantarillado en zonas aledañas a los sectores donde estaba enterrada la tubería.

## 7. Conclusiones

Se cumple con la implementación de la evaluación de los indicadores IANC, IRCA, IPUF en el acueducto Multiveredal La Acuarela, encontrando una gran importancia de hacer seguimiento constante a cada uno de los indicadores, ya que esto ayuda a tomar acciones correctivas a largo, mediano y corto plazo.

Se evidenciaron buenas estrategias preventivas y correctivas analizando los indicadores, se logró dar prioridad a los sectores de donde se presentaba mayor afectación y se acotaban las alternativas para las circunstancias que se presentarían.

Durante la evaluación de los indicadores se presentaron inconvenientes al recopilar información. Se presentaron obras de ampliaciones y cambio de equipos que generaron una interferencia en la recolección de datos para el IANC.

Se realizó un trabajo de reconocimiento de causas y efectos para sustentar la evaluación de los indicadores y sus resultados. Se encontró afectaciones por conexiones fraudulentas que afectan fuertemente los indicadores del servicio IANC, IPUF, IC. La falta de documentación para presentar y adquirir un sistema nuevo es una de las principales causas para que los usuarios se abstengan de solicitar servicios y opten por realizar las dichas conexiones.

El panorama general del Acueducto Multiveredal La Acuarela es garantizar un adecuado servicio de continuidad a los usuarios cumpliendo adecuadamente con los mantenimientos preventivos y correctivos de los elementos que comprenden el sistema de abastecimiento.

## 8. Referencias bibliográficas

Cardona, D. R. (2014). Análisis de las pérdidas de agua en sistemas de abastecimiento. Colombia. Recuperado el 2 de Noviembre de 2020, de [http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g.htm#:~:text=An%C3%A1lisis%20de%20las%20p%C3%A9rdidas%20de%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento&text=al.%2C%202002\)-,Uno%20de%20los%20principales%20par%C3%A1metros%20de%20eficiencia%20de%20los%20prestad](http://dinamica-de-sistemas.com/revista/1214g.htm#:~:text=An%C3%A1lisis%20de%20las%20p%C3%A9rdidas%20de%20agua%20en%20sistemas%20de%20abastecimiento&text=al.%2C%202002)-,Uno%20de%20los%20principales%20par%C3%A1metros%20de%20eficiencia%20de%20los%20prestad)

Comisión Nacional Del Agua. (Diciembre de 2007). MANUAL DE AGUA POTABLE, ALCANTARILLADO Y SANEAMIENTO DISEÑO DE PLANTAS POTABILIZADORAS TIPO DE TECNOLOGÍA SIMPLIFICADA. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales Recuperado. México. el 18 de Octubre de 2020, de <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/Libros/11Dise%20noDePlantasPotabilizadorasTipoDeTecnologiaSimplificada.pdf>

DECRETO NÚMERO 1575. (09 de Febrero). Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL. De 09 de Febrero de 2007. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Disponibilidad-del-recurso-hidrico/Decreto-1575-de-2007.pdf>

EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO, SANTO DOMINGO S.A. E.S.P.(2016) MANUAL AGUA NO CONTABILIZADA. Esp Santo Domingo. Recuperado el 19 de Octubre de 2020, de <http://www.espsantodomingo-antioquia.gov.co/procesos-y-procedimientos/manual--agua-no-contabilizada>

EPM. (s.f.). Empresas Públicas de Medellín. Recuperado el 18 de 10 de 2020, de <https://www.grupo-epm.com/site/portals/23/documentos/Boletines/ABC-%20Calidad%20de%20Agua.pdf>

MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCIÓN SOCIAL (2013). INFORME NACIONAL DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO AÑO 2013 CON BASE EN EL IRCA Recuperado 1 de Febrero de 2021, de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/informe-nacional-de-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-ano-2013-con-base-en-el-irca.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (06 de enero de 2018). Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 18 de Octubre de 2020, de <https://www.who.int/topics/water/es/>

RESOLUCIÓN NUMERO 825 (28 de Diciembre). Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. De 28 de Diciembre de 2017. Recuperado de [https://cra.gov.co/documents/RESOLUCION\\_CRA\\_825\\_DE\\_2017.pdf](https://cra.gov.co/documents/RESOLUCION_CRA_825_DE_2017.pdf)

RESOLUCIÓN 12. (23 de Marzo) LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO C.R.A. LA COMISIÓN DE REGULACIÓN DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO BÁSICO C.R.A. criterios, indicadores, características y modelos para la evaluación de la gestión y resultados. de 23 de Marzo de 1995 Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0012%20-%201995.pdf>

RESOLUCIÓN CRA 688. (24 de Junio). Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA. Por la cual se establece la metodología tarifaria. de 24 de Junio de 2014 recuperado de: [https://www.cra.gov.co/documents/Resolucion\\_CRA\\_688\\_de\\_2014\\_Firmada.pdf](https://www.cra.gov.co/documents/Resolucion_CRA_688_de_2014_Firmada.pdf).

Resolución número 0330. (08 de Junio). Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. Reglamento técnico para el sector de agua potable. De 08 de Junio de 2017. Recuperado de <http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>

RESOLUCIÓN NÚMERO 2115. (22 de Junio). MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Características, instrumentos básicos y

frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. De 22 de Junio de 2007. Recuperado de: [https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legisla](https://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Legisla%20ci%20del_agua/Resoluci%20n_2115.pdf)

Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios. (s.f.). SUI. Recuperado el 02 de Noviembre de 2020, de <http://www.sui.gov.co/web/acueducto>  
Súper intendencia de servicios públicos domiciliarios. (Diciembre de 2019). Súper intendencia de servicios públicos domiciliarios. Recuperado el 15 de Octubre de 2020, de

[https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe\\_sectorial\\_aa\\_2018-20-12-2019.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2020/Ene/informe_sectorial_aa_2018-20-12-2019.pdf)

UNICEF. (s.f.). 1 de cada 3 personas en el mundo no tiene acceso a agua potable .Recuperado el 15 de Octubre de 2020, de <https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/1-de-cada-3-personas-en-el-mundo-no-tiene-acceso-a-agua->