

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA
CIUDAD DE YOPAL**

JHEAN ELEISON PÉREZ LÓPEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

**CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA
CIUDAD DE YOPAL**

JHEAN ELEISON PÉREZ LÓPEZ

Trabajo presentado como requisito para
optar al título de Ingeniero Químico

Director

MARIO ÁLVAREZ CIFUENTES

Ingeniero Químico, M. Sh. Ph.D

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISCOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
BUCARAMANGA**

2010

DEDICATORIA

A mi tía DIOSELINA, gracias a su amor y comprensión soy lo que soy.

A mi madre CECILIA, gracias a su esfuerzo estoy donde estoy.

A toda mi familia, en especial mis hermanos y primos que siempre me brindaron su apoyo y nunca me dejaron desfallecer.

A mis amigos, los que aún lo son y los que lo fueron.

A ELLA, que aun sin ser y sin existir, fue capaz de sacarme del lugar en donde siempre había estado, para colocarme por un instante en el lugar que nunca estaré.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Ing. Fredy Vargas jefe de planta, por haberme permitido formar parte de su equipo de trabajo en la planta de tratamiento de agua potable. A la Ing. Maribel Patacón profesional de apoyo, por brindarme siempre su apoyo y experiencia durante el desarrollo de la práctica empresarial. A la auxiliar del laboratorio, la señora María Graciela Socha, por todas palabras de aliento cuando las cosas no estaban saliendo bien. A todo el grupo de operarios y personal vinculado a la planta de tratamiento por su amistad y apoyo durante esta experiencia tan importante.

En general quiero dar gracias a todas las personas que me han apoyado a lo largo de todo este proceso y sin los cuales, todo hubiera sido mucho más difícil.

A esta gran Universidad, que fue el lugar de un gran cambio en mi vida, y que siempre tuvo lo mejor para mí.

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. CONCEPTOS TEÓRICOS	17
1.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA	17
1.1.1 Color aparente.	18
1.1.2 Turbiedad.	18
1.1.3 Sólidos suspendidos.	18
1.1.4 Sólidos disueltos.	19
1.1.5 Conductividad.	19
1.1.6 PH.	19
1.1.7 Temperatura.	19
1.1.8 Cloro residual.	20

1.1.9 Hierro total.	20
1.1.10 Sulfato.	21
1.1.11 Nitrito.	21
1.1.12 Acidez.	21
1.1.13 Alcalinidad Total.	21
1.1.14 Dureza total.	22
1.1.15 Cloruros.	22
1.1.16 Aluminio.	22
1.1.17 Carbono Orgánico Total (COT).	22
2. DESARROLLO EXPERIMENTAL	23
2.1 CALIBRACIÓN DE EQUIPOS y ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE MUESTRAS	23
2.1.1 Calibración de equipos.	23
2.1.2 Recolección y análisis de parámetros físicos a muestras puntuales tomadas en la PTAP.	25
2.1.3 Análisis de parámetros físico-químicos a muestras recogidas en la red de distribución.	25

2.1.4 Medida de los parámetros químicos en el tanque de salida de la PTAP.	26
2.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.	26
2.3 IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DE ALUMINIO Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT).	27
2.3.1 Aluminio.	27
2.3.2 Carbono Orgánico Total (COT).	28
3. RESULTADOS Y ANÁLISIS	29
3.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS.	29
3.2 MEDICIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS	33
3.3 ANÁLISIS DE ALUMINIO Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)	36
4. CONCLUSIONES	39
5. RECOMENDACIONES	40
BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXOS	43

LISTA DE GRAFICAS

	pág.
Grafica 1. Color aparente. Muestras puntuales y de red de distribución.....	30
Grafica 2. Turbiedad. Muestras puntuales y de red de distribución.	30
Grafica 3. Sólidos Totales. Muestras puntuales y de red de distribución.....	31
Grafica 4. Conductividad. Muestras puntuales y de red de distribución.....	31
Grafica 5. PH. Muestras puntuales y de red de distribución.	32
Grafica 6. Temperatura. Muestras puntuales y de red de distribución.....	33
Grafica 7. Cloro residual como cloro libre. Muestras del tanque 1, tanque 3 y red de distribución.....	33
Grafica 8. Acidez. Tanque 3 y red de distribución.....	34
Grafica 9. Alcalinidad Total. Tanque 3 y red de distribución.	34
Grafica 10. Dureza Total. Tanque 3 y red de distribución.....	34
Grafica 11. Cloruros. Tanque 3 y red de distribución.....	35

Grafica 12. Hierro Total. Tanque 3 y red de distribución.....	35
Grafica 13. Sulfato. Tanque 3 y red de distribución.	35
Grafica 14. Nitrito. Tanque 3 y red de distribución.....	36
Grafica 15. Aluminio. Planta y red de distribución.....	38
Grafica 16. COT. Caja extradomiciliaria del barrio El Paraíso.	38

LISTA DE TABLAS

pág.

Tabla 1. Características del agua.	17
---	----

LISTADO DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Equipos de laboratorio y patrones de calibración y/o verificación de lecturas.	43
Anexo B. Métodos analíticos utilizados.	44
Anexo C. Procedimiento de muestreo laboratorio de proceso PTAP.	67
Anexo D. Análisis a muestras de fincas y fuentes de abastecimiento.	76

RESUMEN

TITULO: CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE LA CIUDAD DE YOPAL.*

AUTOR: JHEAN ELEISON PÉREZ LÓPEZ.**

PALABRAS CLAVES: acidez, alcalinidad, turbiedad, pH, dureza, cloro, aluminio, análisis.

DESCRIPCIÓN

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal, como parte de su misión, establece el suministro óptimo y continuo de agua potable. Para ello, y cumpliendo con la normatividad Colombiana existente, establece un sistema para el análisis de las características físico-químicas y microbiológicas del agua servida, que le permite establecer las acciones preventivas o correctivas, con el fin de cumplir con los criterios de calidad establecidos.

El trabajo inicia con una descripción de las principales características del agua, se sigue con el cuerpo del trabajo que está dividido en tres partes importantes, la primera es la calibración de equipos y análisis físico-químico de muestras, la segunda es la recolección de muestras para análisis físico-químico y microbiológico en la red de distribución, y la tercera es la Implementación de pruebas de Aluminio y Carbono Orgánico Total (COT).

Este trabajo de grado se centra en el análisis físico-químico realizado a las muestras de agua recolectadas en la Planta de Tratamiento de Agua Potable de la ciudad de Yopal, en la red de distribución, y en diferentes puntos establecidos por la empresa a lo largo de los 6 meses de duración de la práctica.

Se presentan los procedimientos, métodos y los resultados, que validan la calidad del agua suministrada, así como las conclusiones y recomendaciones para lograr mejorar el proceso.

* Practica Empresarial

** Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Director: Ph.D Mario Álvarez Cifuentes

ABSTRACT

TITLE: CHARACTERIZATION OF THE WATER QUALITY IN THE PLANT OF TREATMENT OF DRINKABLE WATER AND IN THE NET OF DISTRIBUTION OF THE YOPAL CITY.*

AUTHOR: JHEAN ELEISON PÉREZ LÓPEZ.**

KEYWORDS: acidity, alkalinity, turbidity, pH, hardness, chlorine, aluminum, analysis.

DESCRIPTION

The Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal, like part of their mission, establishes the optimum and continuous supply of drinkable water. For it, and fulfilling the existent Colombian regulation, it establishes a system for the analysis of the physical-chemical and microbiological characteristics of the served water, that allows it to establish the preventive or corrective actions, with the purpose of fulfilling the established approaches of quality.

The work begins with a description of the main characteristics of water, followed by the body of work that is divided into three major parts, the first is the calibration of equipment and physical-chemical analysis of samples, the second is the collection of samples for physico-chemical and microbiological analysis in the distribution network, and the third is Implementation tests of aluminum and Total Organic Carbon (TOC).

This graduation work is centered in the physical-chemical analysis carried out to the samples of water gathered in the drinkable water treatment plant of Yopal city, in the distribution network, and at different points established by the company in the 6-months duration of the practice.

It shows up the procedures, methods and the results that validate the quality of the supply water, and the conclusions and recommendations to achieve better process.

* Internship Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal

** Faculty of Physical Chemical Engineering. Chemical Engineering department. Director: Ph.D Mario Álvarez Cifuentes

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso más importante del mundo, sin ella la vida misma y el desarrollo de las sociedades nunca hubiera sido posible. Por esta razón, es necesario controlar la calidad del agua que se suministra a determinada población, con el objetivo de garantizarle características físico-químicas y microbiológicas que la hagan apta para el consumo humano.

El presente trabajo es el resultado de los análisis físico-químicos de diferentes muestras de agua, realizados durante la práctica empresarial llevada a cabo en la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Yopal, vinculada a La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal E.A.A.Y E.S.P.

Durante el desarrollo del trabajo se hace una revisión teórica de los parámetros a medir en el laboratorio, se presentan los resultados de los diferentes análisis como color, turbiedad, acidez, dureza, entre otros, realizados a las diferentes muestras de agua; se detallan las diferentes actividades realizadas durante la práctica, como la recolección de muestras en la red de distribución y calibración de los diferentes equipos utilizados, así como la implementación de métodos para realizar el análisis de nuevos parámetros químicos del agua, como fue el caso del análisis de aluminio y carbono orgánico total.

Los resultados obtenidos son comparados con los valores permitidos para el agua potable establecidos en el decreto 475 de 1998 y la resolución 2115 de 2007, mostrando las fortalezas y los puntos a mejorar sobre las características del agua servida a la población yopaleña.

1. CONCEPTOS TEÓRICOS

El agua en estado natural es una solución de diversos compuestos que se le van adhiriendo de acuerdo con los procesos del ciclo hidrológico y que le dan un carácter diferente a las aguas naturales de acuerdo con la composición de los suelos, a su ubicación y a los procesos físicos y químicos que se realizan durante su paso. El agua posee entonces unas características variables que la hacen diferente de acuerdo con el sitio y el proceso de donde provenga.¹

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA [1][2][3][4]

Las características del agua se pueden clasificar como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Características del agua.

Físicas	Turbiedad, Color, Olor, Sabor, Temperatura, Sólidos, Conductividad.
Químicas	PH, Dureza, Acidez, Alcalinidad, Fosfatos, Sulfatos, Fe, Mn, Cloruros, Oxígeno disuelto, Grasas y/o aceites, Amoníaco, Cloro, Hg. Ag. Pb. Al. Zn. Cr. Cu. B. Cd. Ba. As., Nitratos, Nitritos, COT, Pesticidas, etc.
Microbiológicas	Protozoarios (patógenos), Helmintos (patógenos), Coliformes fecales, Coliformes totales.

Tomada de: LONDOÑO CARVAJAL, Adela. Línea de profundización-I, Ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

¹ LONDOÑO CARVAJAL, Adela. Línea de profundización-I, Ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

Dado que es necesario conocer el significado y el origen de las características del agua, a continuación se presentan sus definiciones y las posibles causas. Ya que es el tema central de este trabajo, sólo se presentarán las características físico-químicas analizadas en el laboratorio de la planta de tratamiento de agua potable de la ciudad de Yopal.

1.1.1 Color aparente. Es el color del agua sin haber sido filtrada o centrifugada para remover el material en suspensión, es decir, para su cálculo se tiene en cuenta material en solución y suspensión.

Es originado principalmente por la presencia de ácidos húmicos, ácidos grasos, fúlvicos, taninos, lignina, además de óxidos de hierro, zinc y manganeso, a excretas de organismos vivos, y a algas verdes o verde-azules.

1.1.2 Turbiedad. La turbiedad se define como la propiedad óptica que tiene una muestra de agua de absorber o reflejar un haz de luz, impidiendo su paso directamente. Es causada por partículas en suspensión o coloides (arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, minerales, plancton, bacterias y otros microorganismos) productos de la erosión causada por las corrientes de agua o al crecimiento de microorganismos.

1.1.3 Sólidos suspendidos. Es el material suspendido en una muestra de agua. Básicamente representa la cantidad de materia por unidad de volumen que es retenida al filtrar la muestra en un filtro de tamaño nominal de poro de 2 μm o menor.

1.1.4 Sólidos disueltos. Es el material disuelto (en solución) en una muestra de agua. Básicamente representa la cantidad de materia por unidad de volumen que es filtrada a través de un filtro de tamaño nominal de poro de 2 µm o menor.

1.1.5 Conductividad. La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad para transportar una corriente eléctrica, varía con el tipo y cantidad de iones que contenga y depende de la temperatura. Una solución 0.01 N de KCl tiene una conductividad de 1411.8 µS/cm a 25 °C.

1.1.6 PH. Es una forma de expresar la concentración de iones Hidrógeno [H⁺] o más exactamente de su actividad. Se usa universalmente para expresar la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución.

Se define el pH como el logaritmo base 10 del inverso de la concentración de los iones H⁺.

$$pH = \log (1/[H^+]) = -\log [H^+] \quad (1.1)$$

La escala va de 0 hasta 14 y 7 representa la neutralidad.

Varía con la temperatura, ya que ésta influye en el grado de disociación de los compuestos en solución aumentando o disminuyendo la concentración de iones.

1.1.7 Temperatura. Es uno de los parámetros físicos más importantes en el agua, pues por lo general influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de

depósitos, la desinfección y los procesos de mezcla rápida, floculación, sedimentación y filtración.

Se expresa en °C y se puede medir con un termómetro de mercurio en un capilar de vidrio, o con sensores de temperatura que están incluidos en equipos electrónicos como los pH metros y conductivímetros que necesitan una compensación electrónica de temperatura para reportar los resultados.

1.1.8 Cloro residual. Se denomina cloro residual a la suma entre cloro libre y cloro combinado presente en una muestra de agua después de cierto tiempo de reacción.

EL cloro aplicado al agua se presenta de forma molecular o como hipoclorito para transformarse luego bajo hidrólisis en lo que se denomina **cloro libre**, que es una mezcla de cloro molecular, ion hipoclorito y ácido hipocloroso. El cloro libre reacciona fácilmente con amoníaco y ciertos compuestos nitrogenados para formar lo que se denomina **cloro combinado**, que aunque tiene un poder desinfectante menor, es más estable.

1.1.9 Hierro total. El hierro (Fe) es el primer elemento del grupo VIII de la tabla periódica, su número atómico es 26 y su peso atómico es 55.85. Sus óxidos abundan en la naturaleza en forma de minerales y como parte constituyente de las arcillas y limos. Las formas oxidadas son insolubles en agua y las formas reducidas son solubles. Se denomina hierro total al que está presente tanto en suspensión como en solución en una muestra de agua.

1.1.10 Sulfato. El ion sulfato (SO_4^{-2}) es uno de los que se presenta en mayor cantidad en aguas naturales y puede presentar una concentración de unos cuantos hasta miles de miligramos por litro.

1.1.11 Nitrito. El nitrito (NO_2^-) aparece como un estado intermedio en la descomposición biológica de compuestos que contienen nitrógeno orgánico. Bacterias nitrito-formadoras convierten el amoníaco bajo condiciones aeróbicas a nitritos. La reducción bacteriana de nitratos puede también producir nitritos bajo condiciones anaerobias.

1.1.12 Acidez. Es la capacidad que tiene el agua de neutralizar una base fuerte a determinado pH y es un indicador de que tan corrosiva es.

Se debe a la presencia de ácidos orgánicos débiles como el ácido acético y ácido tánico, ácidos minerales fuertes incluyendo el ácido sulfúrico y ácido clorhídrico. Sin embargo, el recurso más común de la acidez de las aguas naturales es el dióxido de carbono procedente de la atmósfera y de la descomposición aerobia y anaerobia, que luego reacciona con el agua y forma ácido carbónico.

1.1.13 Alcalinidad Total. Se define como la capacidad del agua de neutralizar ácidos. Se debe primordialmente a las sales de ácidos débiles tales como carbonatos, bicarbonatos, boratos, silicatos y fosfatos, y unos pocos ácidos orgánicos que son muy resistentes a la oxidación biológica (ácidos húmicos) y llegan a formar sales que contribuyen a la alcalinidad total.

En aguas naturales la alcalinidad debida a la presencia de iones hidroxilo, carbonatos y bicarbonatos, es tan alta en comparación con el resto de

compuestos, que éstos son tomados como base para el cálculo de la alcalinidad total.

1.1.14 Dureza total. La dureza total es definida como la suma de las concentraciones de los iones de calcio y magnesio en una muestra de agua, ambas expresadas como mg/l de CaCO_3 .

La importancia a nivel domestico radica en que aguas duras impiden la formación de espuma cuando se utilizan jabones a partir de grasas o aceites, ocasionando un mayor consumo y una menor limpieza.

1.1.15 Cloruros. Cloruros, en la forma de ion cloruro (Cl^-), es uno de los mayores aniones inorgánicos presentes en el agua. Produce un sabor salado en el agua que depende de la concentración en que se encuentre y al catión al cual este asociado.

1.1.16 Aluminio. Aluminio (Al) es el segundo elemento del grupo IIIA de la tabla periódica, tiene número atómico 13, y peso atómico 26.98. Está presente en la naturaleza en combinación con silicio y oxígeno para formar feldespatos, micas y arcillas minerales.

1.1.17 Carbono Orgánico Total (COT). Se define como todo el carbono enlazado molecularmente en los compuestos orgánicos.

En aguas tratadas, los compuestos orgánicos pueden reaccionar con el desinfectante para producir compuestos potencialmente tóxicos y carcinógenos.

2. DESARROLLO EXPERIMENTAL

El trabajo realizado estuvo dividido en tres partes, así:

- Calibración de equipos y análisis físico-químico de muestras.
- Recolección de muestras para análisis físico-químico y microbiológico en la red de distribución.
- Implementación de pruebas de Aluminio y Carbono Orgánico Total (COT).

2.1 CALIBRACIÓN DE EQUIPOS y ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE MUESTRAS

Se realizó de forma permanente desde la vinculación a la empresa hasta la finalización de la práctica. Las actividades realizadas se presentan a continuación.

2.1.1 Calibración de equipos. La calibración y verificación de lecturas de los equipos de laboratorio se realizó diariamente.

Los equipos a los cuales se les realizó calibración y/o verificación de lecturas fueron los siguientes:

- **PH metro HACH Sension1.** La calibración se realizó con tres soluciones patrón de pH, 7.00, 4.01 y 10.01. La verificación de lecturas se realizó sobre las mismas soluciones.

- **Conductivímetro HACH Sension5.** El Conductivímetro fue calibrado con una solución patrón de NaCl con valor de conductividad de 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La verificación de lecturas se realizó sobre el mismo patrón utilizado en la calibración.

- **Turbidímetro HACH modelo 2100N.** El turbidímetro se calibró con 5 patrones de turbiedad, con valores de <0.1, 20, 200, 1000 y 4000 NTU. La verificación de lecturas se realizó sobre los mismos patrones utilizados en la calibración.

- **Espectrofotómetro HACH modelo DR 2800.** El espectrofotómetro es un equipo con funciones avanzadas, que tiene la posibilidad de hacer mediciones sobre una gran variedad de parámetros. Sobre éste no se realizó calibración, pero diariamente a partir del 18 de febrero del presente año se implementó la verificación de lecturas para la medición de cloro residual, contando para ello con un blanco y tres patrones de medida de 0.18, 0.85 y 1.51 mg/L.

Imágenes de los equipos de laboratorio y los patrones utilizados en la calibración y/o verificación de lecturas son presentadas en el Anexo A. Los procedimientos realizados para este propósito se pueden encontrar en los manuales de usuario de cada uno de los equipos.

2.1.2 Recolección y análisis de parámetros físicos a muestras puntuales tomadas en la PTAP. Los puntos, el procedimiento y la periodicidad de la recolección de las muestras puntuales son presentados en el Anexo C.

Los parámetros medidos a las muestras puntuales tomadas en la PTAP fueron:

Color aparente	Sólidos disueltos	Temperatura
Turbiedad	Conductividad	Cloro residual
Sólidos suspendidos	pH	

El cloro residual sólo fue medido para las muestras tomadas en los puntos denominados como tanque 1 y tanque 3, dado que es en el tanque 1 en donde se hace la dosificación de cloro.

2.1.3 Análisis de parámetros físico-químicos a muestras recogidas en la red de distribución. La recolección de las muestras de red estuvo a cargo de la auxiliar de laboratorio, quien las transportaba al laboratorio para su respectivo análisis.

Los parámetros medidos fueron los siguientes:

Color aparente	pH	Acidez total
Turbiedad	Temperatura	Alcalinidad total
Sólidos suspendidos	Hierro total	Dureza total
Sólidos disueltos	Sulfatos	Cloruros.
Conductividad	Nitritos	

Adicional a las muestras tomadas en la red de distribución, se realizaron análisis a muestras de diferente procedencia de acuerdo con las solicitudes realizadas, así

como a muestras de las fuentes de abastecimiento recolectadas por profesionales de la empresa. Los resultados de estos análisis son presentados en el Anexo D.

2.1.4 Medida de los parámetros químicos en el tanque de salida de la PTAP.

Una vez por semana se tomó una muestra del tanque de salida de la PTAP denominado tanque 3 para realizarle el respectivo análisis químico. Los parámetros medidos fueron los siguientes:

Hierro total	Acidez total	Cloruros.
Sulfatos	Alcalinidad total	
Nitritos	Dureza total	

2.2 RECOLECCIÓN DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN.

Durante un periodo aproximado de un mes se procedió a la recolección de muestras para análisis físico-químico y microbiológico en la red de distribución. Los puntos, el procedimiento y la periodicidad de la recolección de las muestras son presentados en el Anexo C.

Adicional a la recolección de las muestras, en sitio se hizo una valoración sobre el aspecto, sabor y olor del agua, y se midió cloro residual y pH.

2.3 IMPLEMENTACIÓN DE PRUEBAS DE ALUMINIO Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT).

Con el objetivo de cumplir con lo establecido en la resolución 2115 de 2007², la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal y más específicamente el laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable decidió iniciar pruebas de Aluminio como residual del coagulante, y de Carbono Orgánico Total.

El procedimiento utilizado se presenta a continuación.

2.3.1 Aluminio. Para la implementación de la prueba de aluminio se procedió a la recolección de muestras en las diferentes cajas extradomiciliarias, así como en las entradas y la salida de agua de la planta de tratamiento. Este planteamiento podría no sólo permitir adquirir destrezas en el método utilizado para la determinación de aluminio, sino que además permitiría ver la tendencia que tendría la concentración de aluminio en el agua desde que llega a la planta hasta que es entregada al usuario final.

Las muestras fueron recolectadas según el método descrito para recolección de muestras para análisis físico-químico presentado en el Anexo C, y en un orden tal que reflejara el flujo del agua a lo largo de la planta y de la red de distribución.

El periodo de muestreo fue de cuatro semanas, tomando una ronda de muestras cada semana y procediéndose al análisis el día siguiente a la recolección.

² MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución Número 2115 : 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. Bogota, 2007.

Para el análisis de las muestras y teniendo en cuenta que el método no se había utilizado en el laboratorio, se procedió a realizar el análisis 3 veces sobre cada una de las muestras, para de esta forma tener un valor promedio representativo de la concentración de de aluminio.

2.3.2 Carbono Orgánico Total (COT). El análisis de COT se realizó sobre una de las muestras recolectadas para el análisis de Aluminio, siendo en las cuatro ocasiones la de la caja extradomiciliaria ubicada en el barrio EL Paraíso*, para de esta forma eliminar variables como la ubicación, que pueden tener influencia en los resultados obtenidos.

Al igual que para el caso del análisis de aluminio, el método utilizado para la determinación de COT no se había aplicado antes en el laboratorio, por lo que se consideró conveniente realizar 3 repeticiones del análisis sobre cada muestra, para de esta forma tener un valor promedio representativo de la cantidad de COT presente.

Todos los métodos analíticos utilizados en la determinación de los parámetros físico-químicos de las muestras de agua son presentados en el Anexo B.

* Ver anexo C. Procedimiento de muestreo laboratorio de proceso PTAP.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados en el laboratorio de la planta de tratamiento.

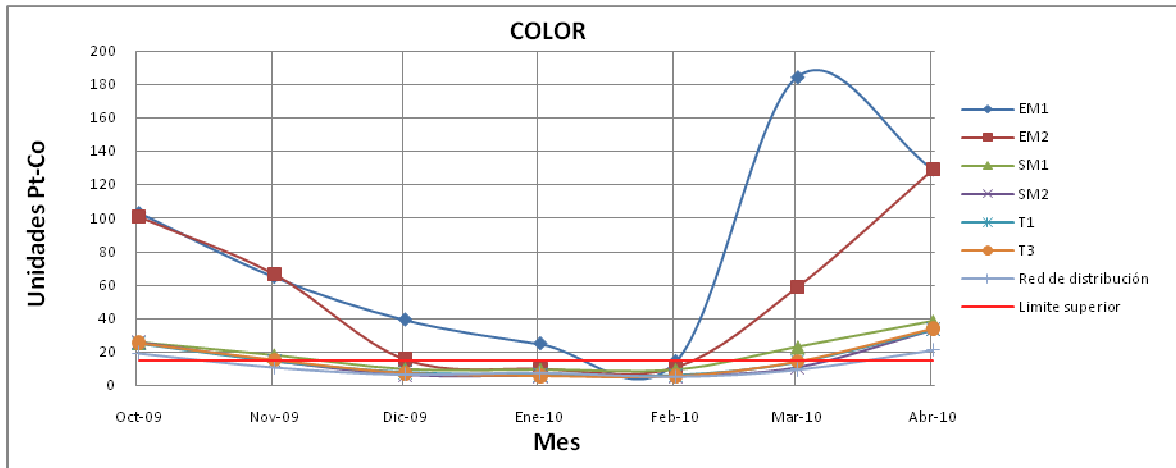
3.1 MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS.

Las graficas 1 a 7 representan los resultados de la medición de parámetros físicos para las muestras puntuales tomadas en la PTAP, así como para las muestras de la red de distribución. Los valores presentados son los promedios calculados para cada mes desde octubre de 2009 hasta abril del presente año.

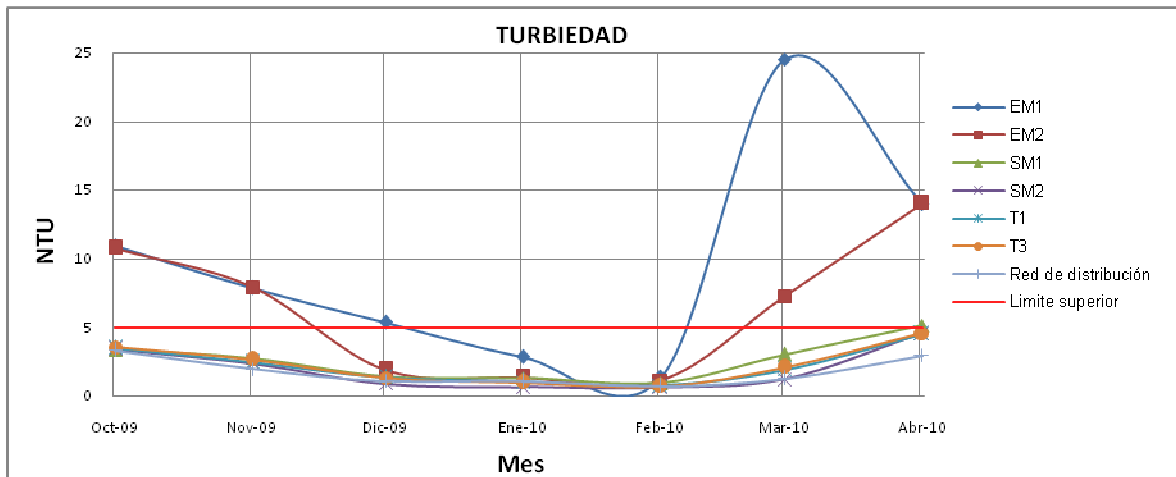
De la grafica 1 se puede observar que para los meses de octubre de 2009 y abril del presente año los promedios de color aparente superan el valor límite permitido para el agua potable establecido en la resolución 2115 de 2007. Esto corresponde principalmente al aumento en el color de las entradas a la planta, ocasionado por la temporada de lluvias.

La grafica 2 presenta la misma tendencia de la grafica 1, dada la relación entre color aparente y turbiedad. Se puede ver que la turbiedad no supera el límite actual de 5 NTU establecido por el decreto 475 de 1998, pero sí supera el valor de 2 NTU establecido como limite por la resolución 2115 de 2007, y que entrará en vigencia para la empresa en los próximos 2 años.

Grafica 1. Color aparente. Muestras puntuales y de red de distribución.



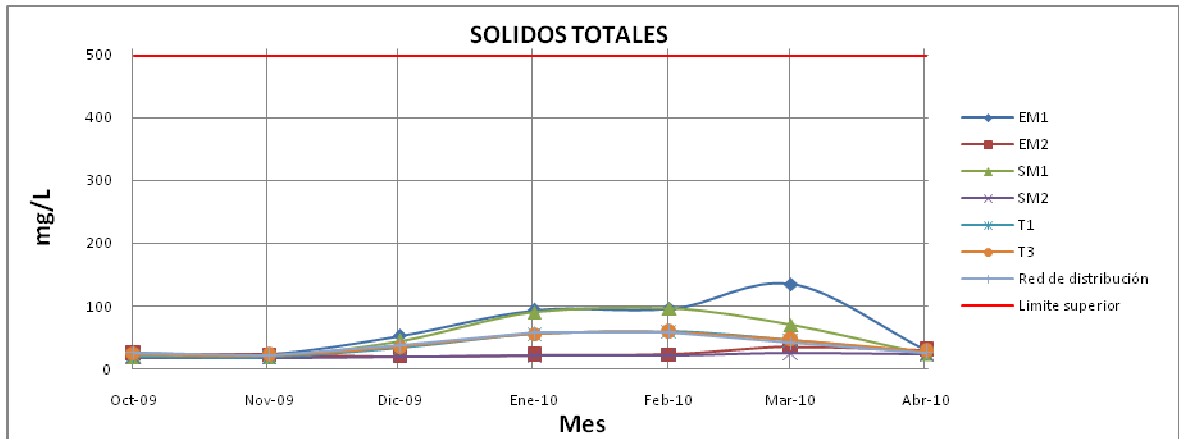
Grafica 2. Turbiedad. Muestras puntuales y de red de distribución.



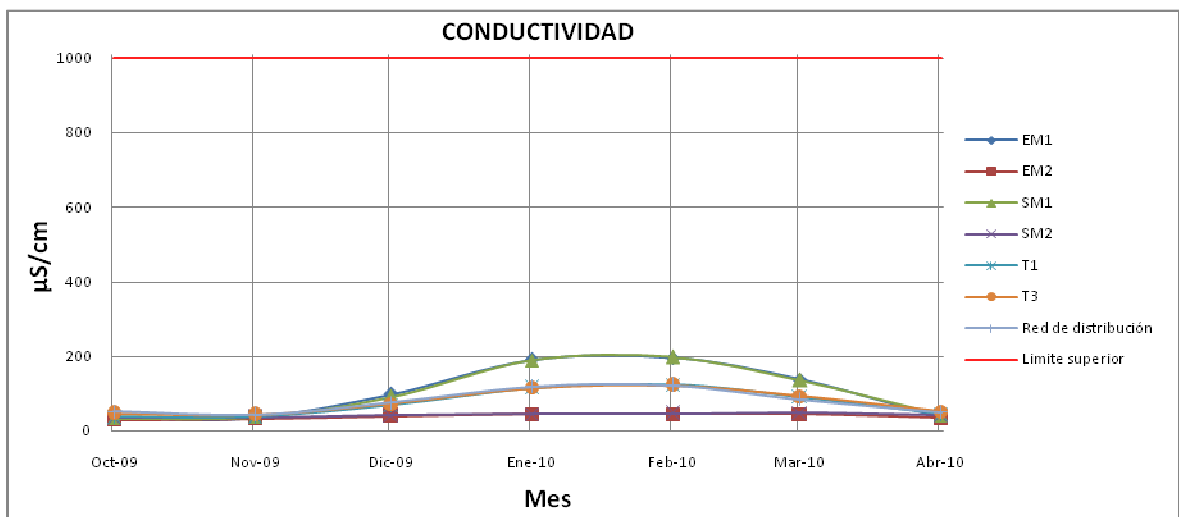
La grafica 3 muestra que la concentración de sólidos totales para todas todos los puntos de muestreo está dentro del intervalo permitido, y que se ubican a menos del 50% de este.

La grafica 4 presenta el valor de conductividad para las muestras analizadas. De esta grafica se puede ver que el valor medido de conductividad para todas las muestras se encuentra muy por debajo del valor establecido como límite.

Grafica 3. Sólidos Totales. Muestras puntuales y de red de distribución.



Grafica 4. Conductividad. Muestras puntuales y de red de distribución.



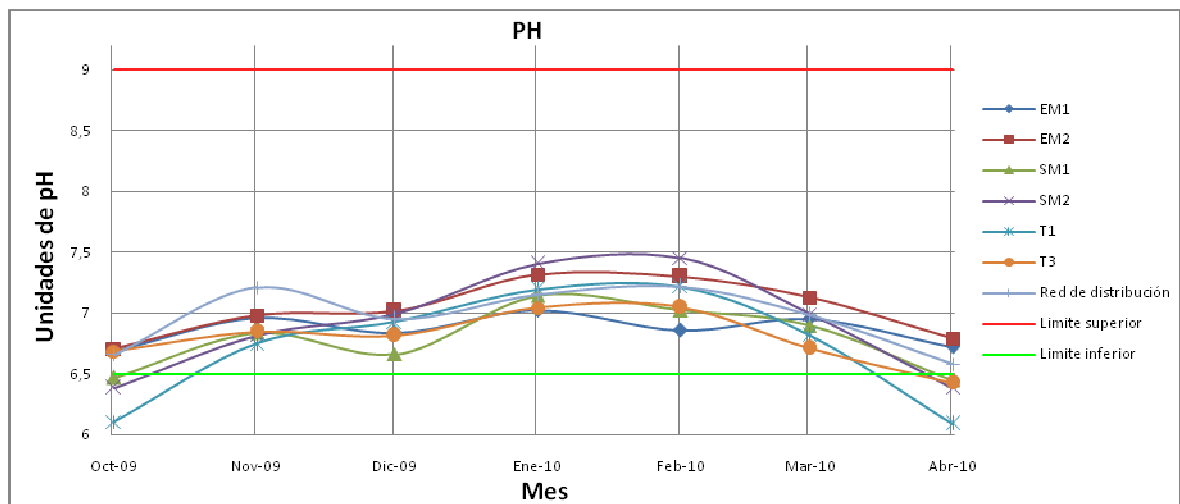
El valor del pH medido para los diferentes puntos de muestreo es presentado en la grafica 5. De ésta se puede ver que para los meses de octubre de 2009 y abril del presente año se presentan varios puntos de muestreo con un pH promedio por debajo del límite inferior permitido para el agua potable.

Se debe tener en cuenta que los límites establecidos aplican sólo sobre las muestras de la red de distribución. Para dichas muestras se tiene que el promedio para los meses presentados está dentro del intervalo establecido, teniendo como

puntos mínimos cercanos al límite inferior, los meses de octubre de 2009 y abril del presente año.

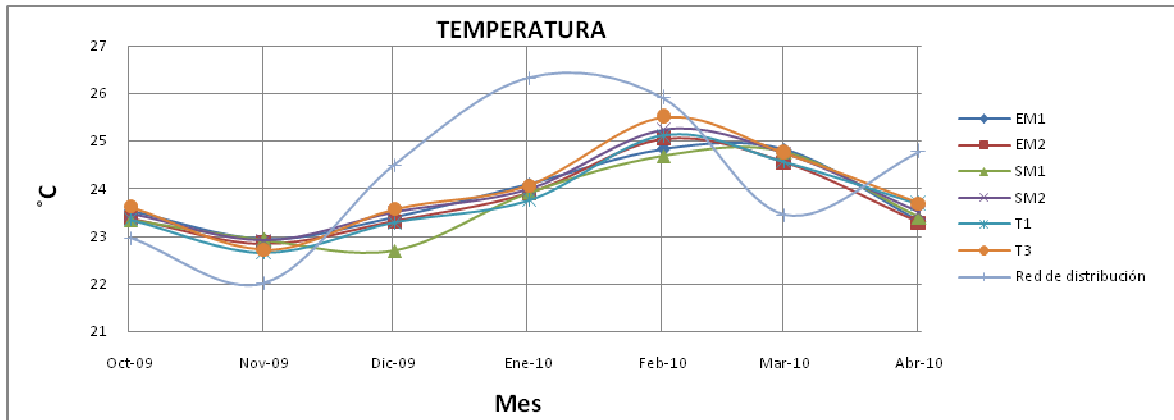
Los valores de temperatura para los diferentes puntos de muestreo son presentados en la grafica 6.

Grafica 5. PH. Muestras puntuales y de red de distribución.

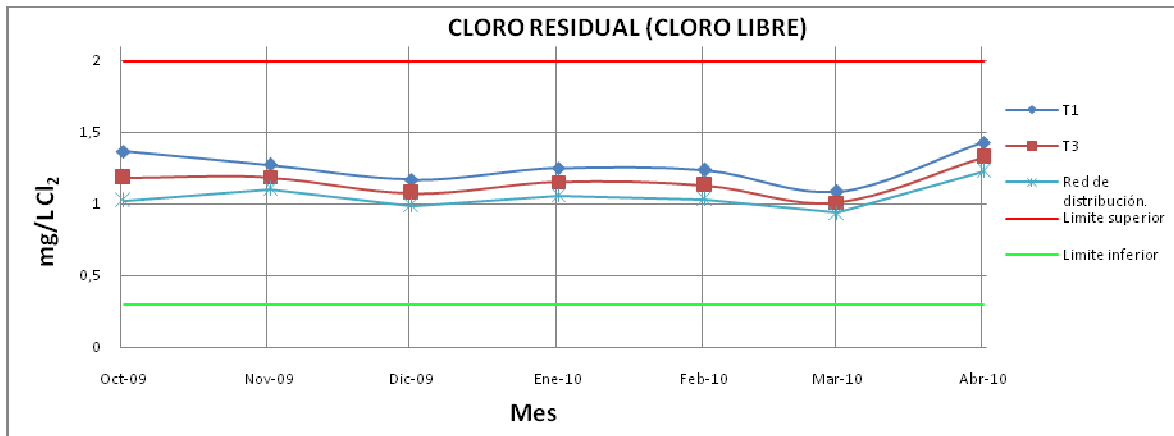


El cloro residual es tal vez el parámetro más importante en el agua potable, dado que éste es el que ejerce la acción desinfectante, evitando gran cantidad de enfermedades en la población. Los valores de cloro residual como cloro libre medidos en las muestras del tanque 1, el tanque 3 y la red de distribución se presentan en la grafica 7. De ésta grafica se puede ver que el promedio mensual para cada uno de los puntos de muestreo se encuentra aproximadamente en el centro de los límites permitidos. De la grafica se puede ver además que la concentración en el tanque 1 es mayor que en tanque 3, y ésta a su vez es mayor que en la red de distribución, esto es debido a que el cloro libre tiende a reaccionar con una variedad de compuestos presentes en el agua, razón por la cual con el tiempo disminuye su concentración.

Grafica 6. Temperatura. Muestras puntuales y de red de distribución.



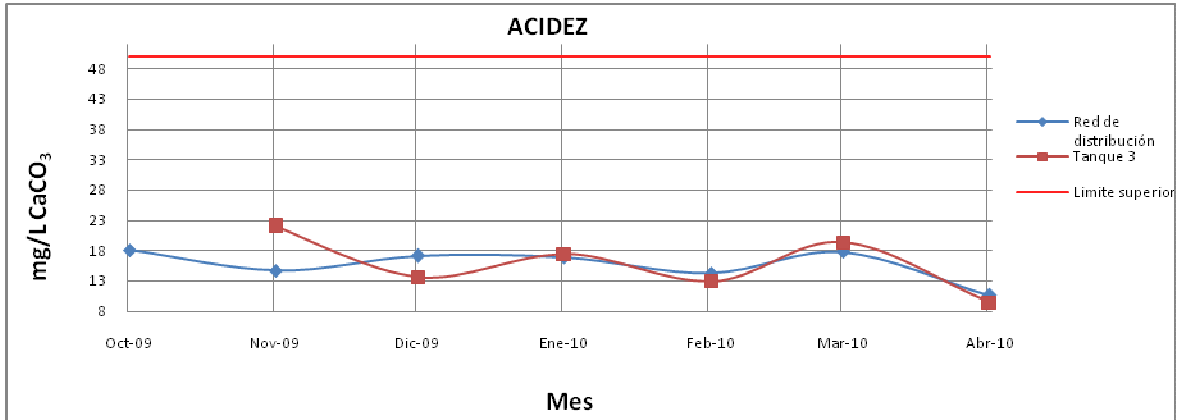
Grafica 7. Cloro residual como cloro libre. Muestras del tanque 1, tanque 3 y red de distribución.



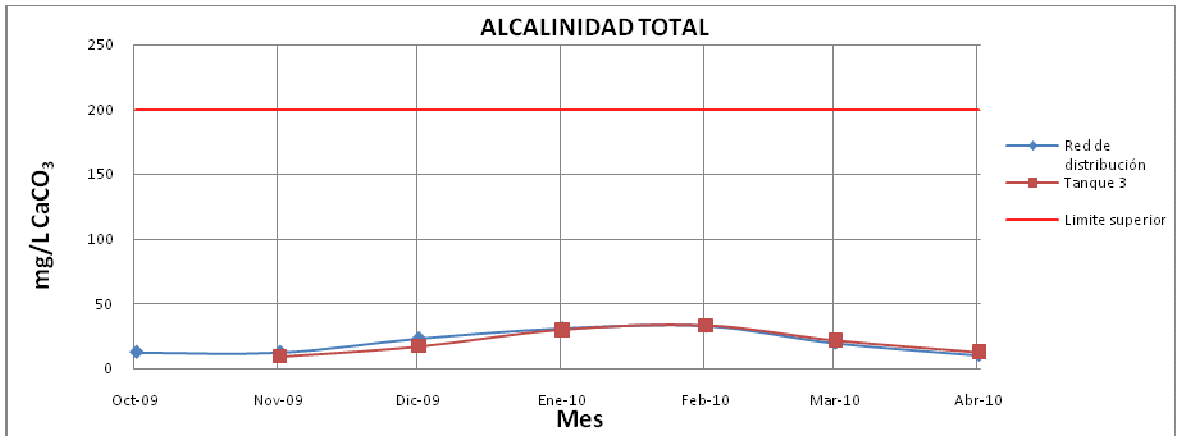
3.2 MEDICIÓN DE PARÁMETROS QUÍMICOS

A continuación se presentan los resultados de los análisis realizados sobre los parámetros químicos a las muestras tomadas en el tanque 3 y en la red de distribución. Los resultados representan el promedio de todos los valores para cada mes desde octubre de 2009 hasta abril de 2010 y son plasmados en las figuras 8 a 14.

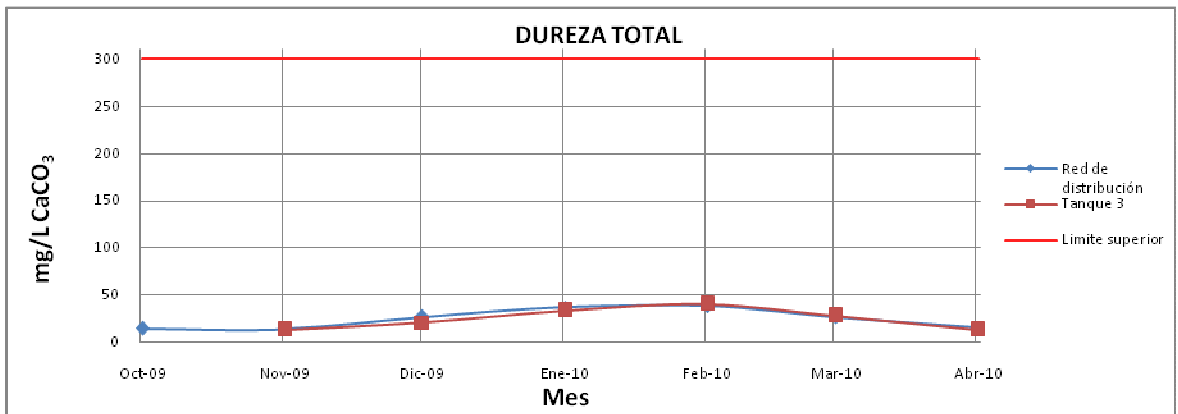
Grafica 8. Acidez. Tanque 3 y red de distribución.



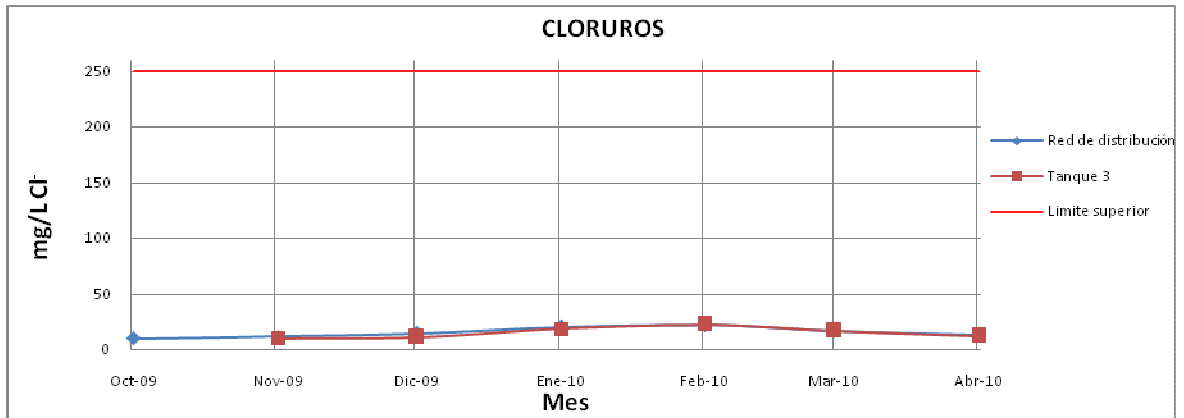
Grafica 9. Alcalinidad Total. Tanque 3 y red de distribución.



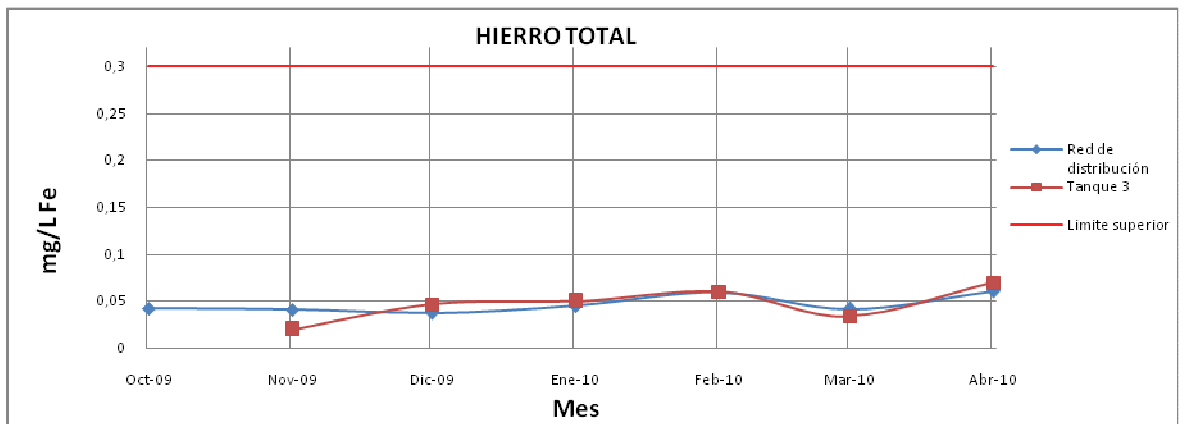
Grafica 10. Dureza Total. Tanque 3 y red de distribución.



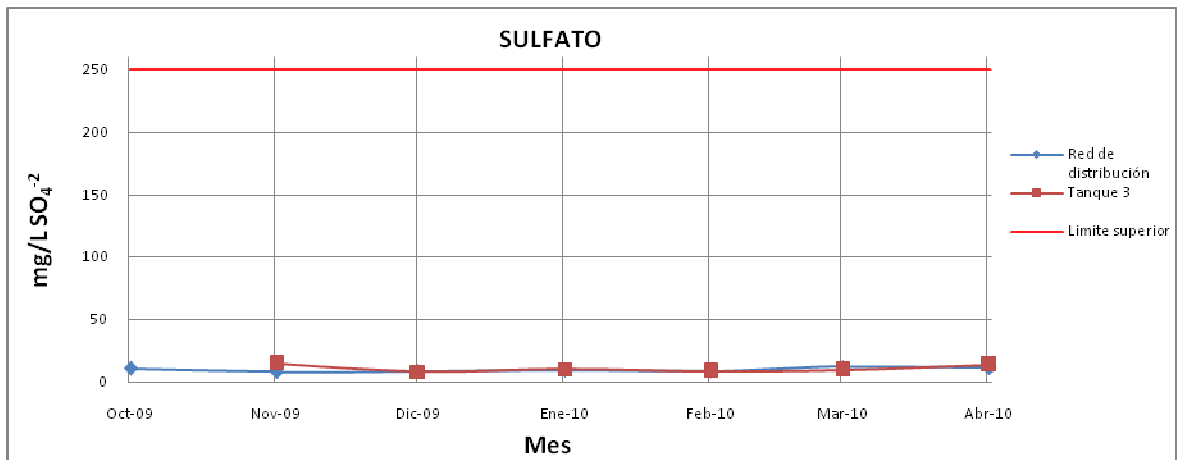
Grafica 11. Cloruros. Tanque 3 y red de distribución.



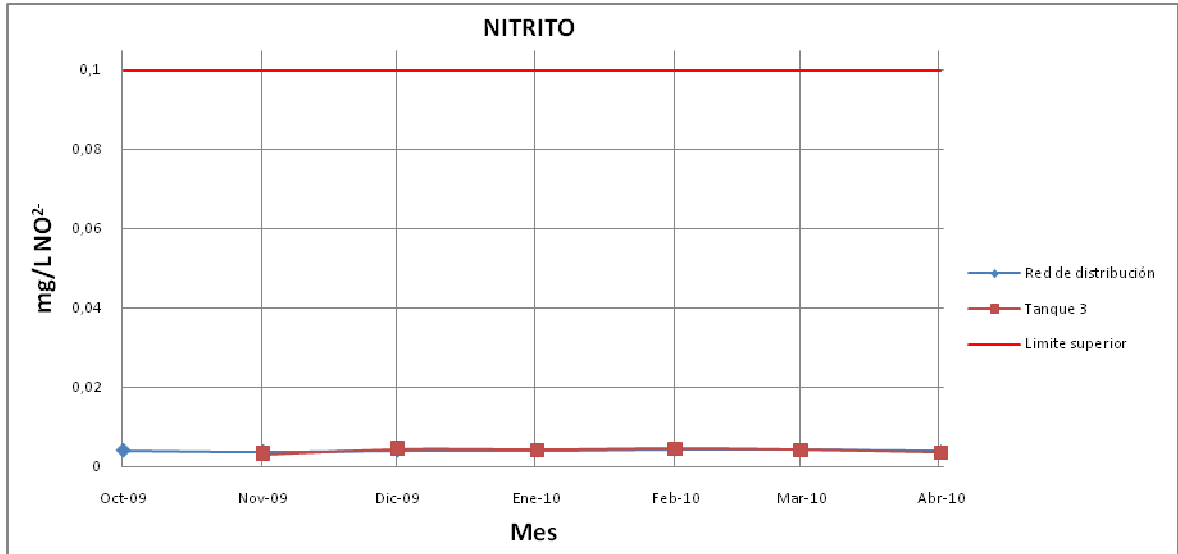
Grafica 12. Hierro Total. Tanque 3 y red de distribución.



Grafica 13. Sulfato. Tanque 3 y red de distribución.



Grafica 14. Nitrito. Tanque 3 y red de distribución.



Se puede observar que las características químicas analizadas a las muestras de agua están alejadas de los valores límites establecidos para el agua potable.

Se puede ver también que se presentan oscilaciones en los valores de acidez y hierro total, mientras que la alcalinidad total, dureza y cloruros presentan una curva similar, con un máximo en el mes de febrero del presente año.

Las concentraciones de sulfato y nitritos no varían significativamente.

3.3 ANÁLISIS DE ALUMINIO Y CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)

Las graficas 15 y 16 representan las concentraciones determinadas en las pruebas de Aluminio y Carbono Orgánico Total.

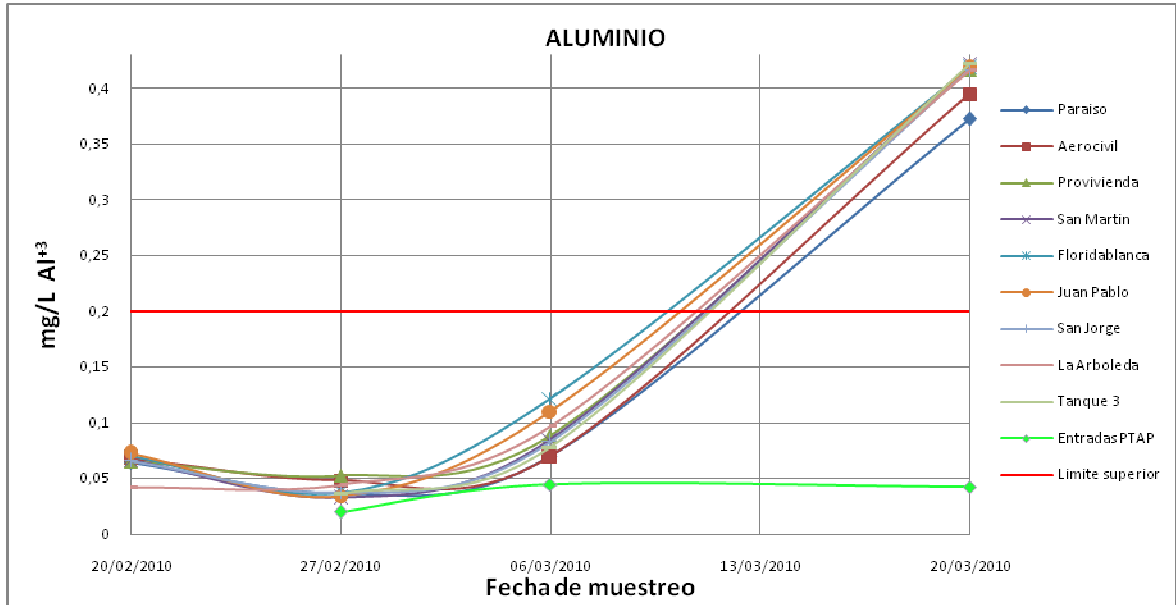
De los resultados obtenidos se puede ver claramente que los valores determinados para la concentración de aluminio no dependen de la ubicación de la caja extradomiciliaria y que no hay un cambio significativo desde la salida de la planta de tratamiento.

La concentración de aluminio determinada para las entradas de la PTAP fue baja a lo largo del periodo de muestreo, poniendo de manifiesto que las altas concentraciones determinadas en el tanque 3 y en las cajas extradomiciliarias se deben al residuo dejado debido a la utilización de sulfato de aluminio como coagulante.

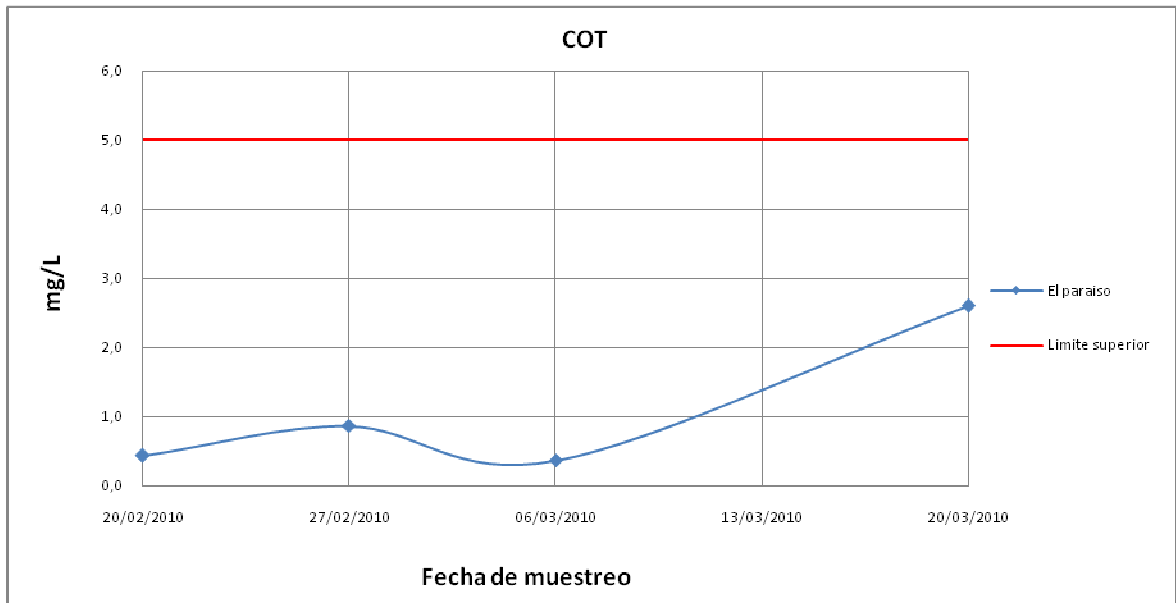
Es importante notar que para el 20 de marzo del presente año, las concentraciones de aluminio en todas las cajas extradomiciliarias estuvieron por encima del doble del límite permitido para el agua potable, dejando en evidencia la necesidad de controlar de mejor forma el uso del sulfato de aluminio como coagulante.

El análisis de COT mostró que aunque para el final del periodo de muestreo se presentó un aumento en la concentración, el valor máximo fue apenas superior al 50% del límite permitido.

Grafica 15. Aluminio. Planta y red de distribución.



Grafica 16. COT. Caja extradomiciliaria del barrio El Paraiso.



4. CONCLUSIONES

El análisis de los parámetros físico-químicos realizados en el laboratorio de la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Yopal permite concluir que:

- En temporada de lluvias, el color aparente del agua suministrada a la población tuvo un promedio mensual que supera el límite de 15 unidades Pt-Co establecidos en la resolución 2115 de 2007, mostrando la necesidad de un mayor control en el proceso de potabilización.
- En la temporada de lluvias, el valor de turbiedad no superó el valor límite vigente de 5 NTU establecido por el decreto 475 de 1998, pero se pudo ver que superó el valor de 2 NTU, límite que establece la resolución 2115 de 2007 y que entrará en vigencia para la empresa dentro de 2 años, plazo en el cual la planta tendrá que adaptar sus procesos o instalaciones con el fin de garantizar su cumplimiento.
- El uso de sulfato de aluminio como coagulante deja un residual de aluminio que llegó a ser hasta el doble del valor establecido como límite para el agua potable, mostrando de esta forma una deficiencia en la etapa de coagulación que se está realizando.
- Sin contar el color aparente y el aluminio, todos los promedios mensuales de los parámetros estuvieron dentro de los límites permitidos, esto debido no sólo al tratamiento de las aguas crudas, sino a la calidad con que éstas llegan a la planta.

5. RECOMENDACIONES

El análisis de los parámetros físico-químicos a las muestras de agua potable presentó algunos resultados desfavorables, por lo cual es recomendable:

- Implementar nuevamente la prueba de jarras que dejó de ser realizada desde hace varios meses. Esto con el fin de determinar la concentración y cantidad óptima de coagulante a utilizar y de esta forma realizar un mejor proceso de potabilización de agua, disminuyendo el color, la turbiedad y la concentración de aluminio en el agua entregada a la población.
- Utilizar polímeros ayudantes de coagulación, para de esta forma no sólo lograr un agua con menos color y turbiedad, sino disminuir el uso de sulfato de aluminio como coagulante y por consiguiente su residuo de aluminio en el agua servida.
- Tener mayor control en las características del agua que cambian rápidamente con el tiempo y por consiguiente de las acciones que se toman para contrarrestar dichos cambios. Tal es el caso de la dosificación de sulfato de aluminio en las entradas para contrarrestar los rápidos cambios que se presentan en el color y la turbiedad del agua cruda; la dosificación de soda en el tanque 1 para aumentar el pH del tanque 3; y la dosificación de cloro gaseoso para mantener dentro del rango el valor del cloro residual.

BIBLIOGRAFÍA

[1] AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AND WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed., New York, 1998.

[2] HACH COMPANY. DR 2800: user manual. Edition 3. Germany, 2009. 126 p.

_____. Manual de instrucciones del turbidímetro de laboratorio Modelo 2100N. 2da edición. s.l, 2006.

_____. Medidor de conductividad SensION5: manual del instrumento. EE.UU., 2000. 52 p.

_____. Medidor portátil de pH SensION1: manual del instrumento. EE.UU., 2000. 32 p.

_____. Pocket colorimeter II analysis systems: instruction manual. 7th edition. U.S.A. 2009. 118 p.

_____. Water Analysis Handbook Procedures. 5th edition. EE.UU, 2008.

[3] LONDOÑO CARVAJAL, Adela. Línea de profundización-I, Ambiental. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.

[4] MENDOZA GÓMEZ, Mónica Marcela y IBAÑES PINEDO, William. Modulo recurso del agua III: tratamiento de agua potable, operación, procesos, talleres y monitoreo, especialización en ingeniería ambiental. Bucaramanga, 2006, 163 p. Monografía (Especialista en Ingeniería Ambiental). Universidad Industrial de Santander. Escuela de Ingeniería Química.

MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL Y MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Resolución Número 2115 : 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, 2007.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA (Colombia). Decreto número 475 : por el cual se expiden normas técnicas de calidad de agua potable. Bogotá, 1998.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA (Colombia) y MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL (Colombia). Decreto 1575 : por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Bogotá, 2007.

ANEXO A. Equipos de laboratorio y patrones de calibración y/o verificación de lecturas.



Figura 1. Medidor portátil de pH HACH SensION1.



Figura 2. Espectrofotómetro HACH DR 2800



Figura 3. Turbidímetro HACH modelo 2100N

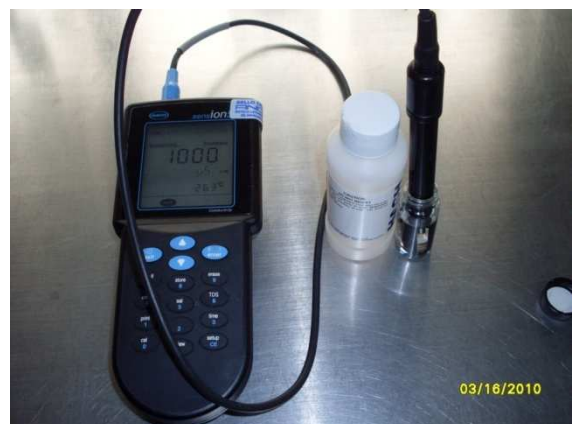


Figura 4. Medidor portátil de conductividad HACH SensION5.

ANEXO C. Métodos analíticos utilizados.

Color Apparent

DOC316.53.01252

Platinum-Cobalt Standard Method^{1,2}

Method 8025

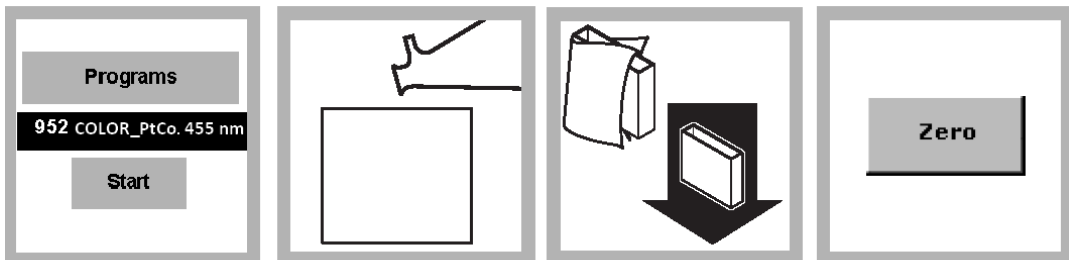
LR (3 to 200 units)

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

¹ Adapted from Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater and NCASI, Technical Bulletin No. 253, Dec. 1971

² Adapted from Wat. Res. Vol. 30, No. 11, pp. 2771–2775, 1996

Platinum-Cobalt Standard Method



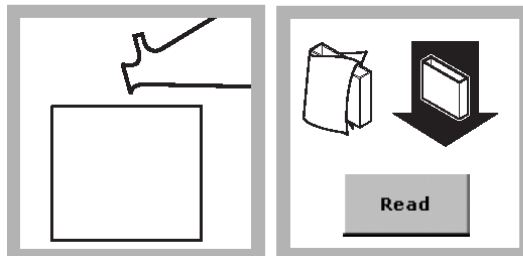
1. Select the test.

6. **Blank Preparation:**
Fill a 5-cm (50-mm) pathlength cell with 10 mL of deionized water.

7. Carefully wipe the blank and check the cell for air bubbles or smudges on the cell windows.

8. Push **ZERO**.
The display will show:
0 units PtCo.

Insert the cell into the cell holder.
DR 2700 and DR 2800 instrument: Slide the cell against the right wall of the sample cell compartment to consistently orient the cell. Close the lid.

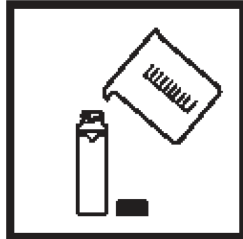


10. **Prepared Sample:**
Remove the blank from the cell holder. Discard the deionized water. Rinse the cell with the sample and then fill with 10 mL of sample.

11. Wipe the prepared sample and check for air bubbles or smudges on the cell windows.
Insert the cell into the cell holder. Close the lid.
Press **READ**. Results are in PtCo color units.

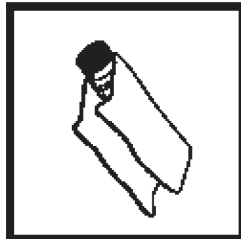
TURBIEDAD

2.2.1 Procedimiento

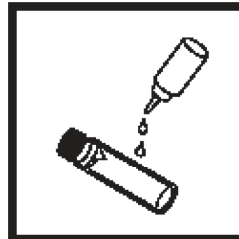


1. Recoger una muestra representativa en un recipiente limpio. Llenar la celda de muestras hasta la línea (aprox. 30 ml), procurando manejar la celda de muestras por la parte superior. Tapar la celda de muestras.

Nota: El tiempo de estabilización para que el instrumento se caliente es de 30 minutos en el modo de RELACIONADO activado y de 60 minutos en el modo de RELACIONADO desactivado. Usualmente se deja conectado el instrumento las 24 horas del día.

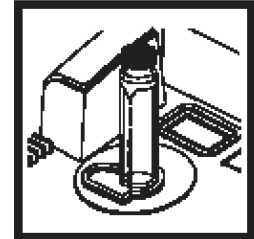


2. Sujetar la celda de muestras por el tapón y limpiarla para eliminar el agua y las huellas digitales.



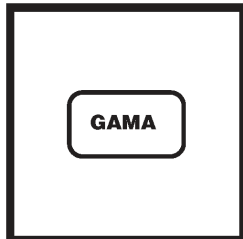
3. Aplicar una delgada película de aceite de silicona desde la parte superior a la inferior de la celda, justo para recubrirla con una delgada capa. Utilizar el paño suministrado para obtener una película uniforme. Seguidamente limpiar el exceso de aceite. La celda debería parecer casi seca, con poco o ningún aceite visible.

Nota: Ver el apartado 2.3.2 Aplicación de aceite de silicona.



4. Colocar la celda de muestras en el compartimiento y cerrar la cubierta.

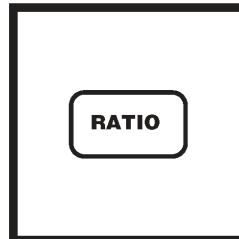
Nota: Para actualizar inmediatamente la pantalla, pulsar ENTER.



5. Seleccionar la gama manual o automática, pulsando para ello la tecla de **RANGE**.

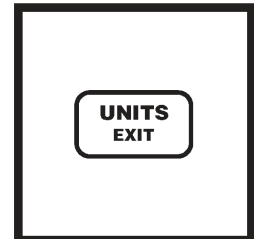


6. Seleccionar el modo de promediado de la señal adecuado (activado o desactivado), pulsando para ello la tecla de **SIGNAL AVG**.

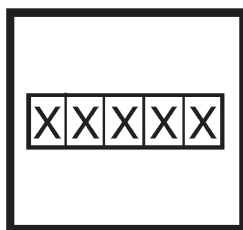


7. Seleccionar el ajuste del RELACIONADO (conectado o desconectado), pulsando para ello la tecla de **RATIO**.

Nota: Para valores > 40 NTU, debe conectarse el modo de RELACIONADO.



8. Seleccionar las unidades de medición (NTU, EBC o NEF), pulsando para ello la tecla de **UNITS/Exit**.



9. Leer y registrar los resultados.

Suspended Solids

DOC316.53.01139

Photometric Method¹

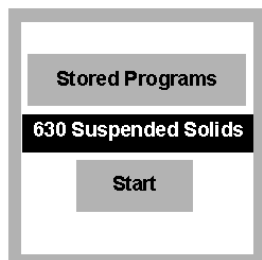
Method 8006

(5 to 750 mg/L)

Scope and Application: For water and wastewater.

¹ Adapted from *Sewage and Industrial Wastes*, 31, 1159 (1959).

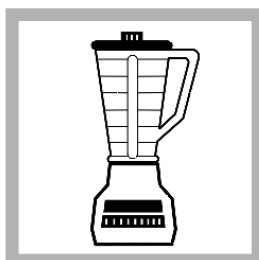
Photometric Method



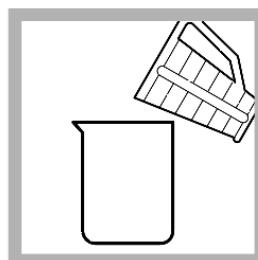
1. Select the test.

Insert an adapter if required (see the *Instrument-specific information table*).

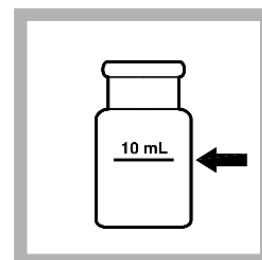
Refer to the user manual for orientation.



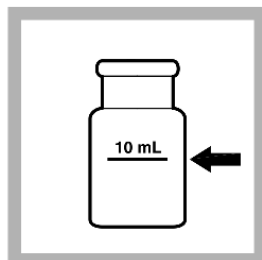
2. Blend 500 mL of sample in a blender at high speed for exactly two minutes.



3. Pour the blended sample into a 600-mL beaker.



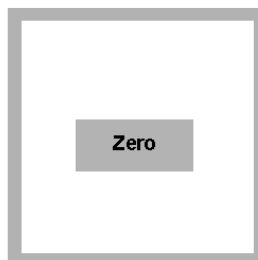
4. **Prepared Sample:** Stir the sample and immediately pour 10 mL of the blended sample into a sample cell.



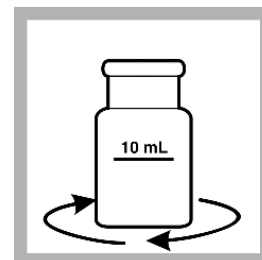
5. **Blank Preparation:** Fill a second sample cell with 10 mL of tap water or deionized water.



6. Wipe and insert the blank into the cell holder.



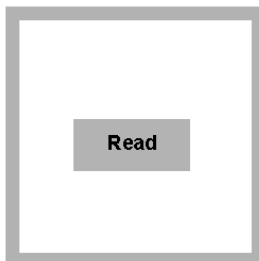
7. **ZERO** the instrument. The display will show: 0.00 mg/L TSS



8. Swirl the prepared sample to remove any gas bubbles and uniformly suspend any residue.



9. Wipe and insert the prepared sample into the cell holder.



10. **READ** the results in mg/L TSS.

Conductivity

DOC316.53.01199

USEPA¹ Direct Measurement Method²

Method 8160

(0.01 $\mu\text{S}/\text{cm}$ to 200.00 mS/cm)

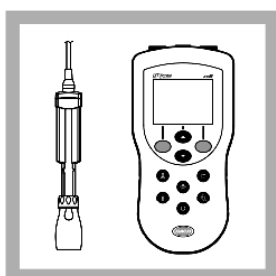
Conductivity Meter

Scope and Application: For water and wastewater

¹ USEPA accepted for reporting for Standard method 2510-B

² Procedure is equivalent to Standard Method 2510-B for wastewater.

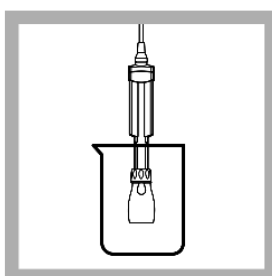
Conductivity



1. Refer to the operation section of the meter manual to prepare the conductivity electrode and meter.

The meter will select the range automatically.

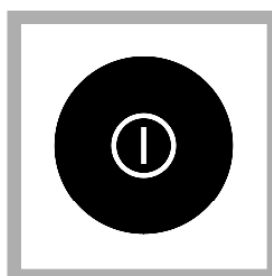
For most accurate results, calibrate the meter before use or check the accuracy of the meter with a known conductivity standard. Refer to the meter user manual for calibration and measurement options.



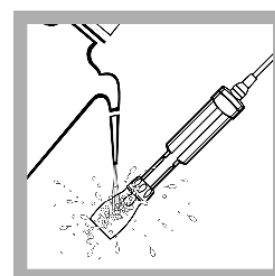
2. Laboratory tests: Immerse the probe in a beaker containing the sample solution. Move the probe up and down and tap it on the beaker to remove bubbles from the electrode.

Field tests: Immerse the probe in the sample solution. Move the probe up and down to remove bubbles from the electrode.

The vent holes should be completely submerged.



3. Turn the meter on. Make sure that the meter is set to measure conductivity.



4. Rinse the probe thoroughly with deionized water after each measurement.

To display other units such as TDS, salinity or resistivity (HQd only), refer to the meter user manual.

Scope and Application: For drinking water¹, wastewater² and process water applications.

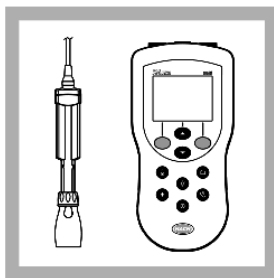
¹ Based on Standard Method 4500-H+B, ASTM Method D1293-95 and USEPA Method 150.1

² Based on Standard Method 4500-H+B, ASTM Method D1293-84(90)(A or B) and USEPA Method 150.1

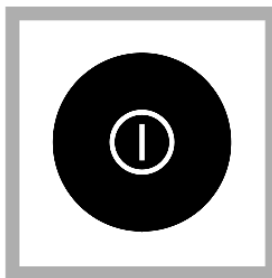
Sample pH measurement (calibration required)



1. Refer to the operation section of the electrode or meter manual to prepare the pH electrode and meter.



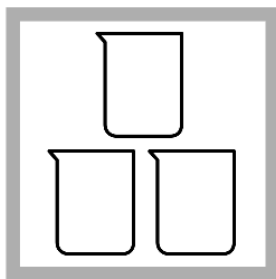
2. Connect the pH electrode to the meter.



3. Turn the meter on. Make sure that the meter is set to measure to measure pH.



4. For setup options such as measurement resolution, temperature units, calibration buffer set and other options refer to appropriate meter or electrode manual.



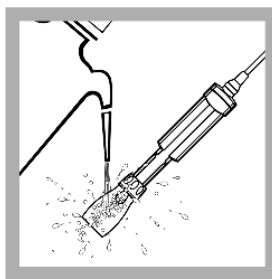
5. In three separate beakers or appropriate containers, prepare fresh buffers of 4.0, 7.0 and 10.0 pH.

The sample pH should fall within the pH range of the calibration buffers. One, two or three calibration buffers may be used to calibrate.

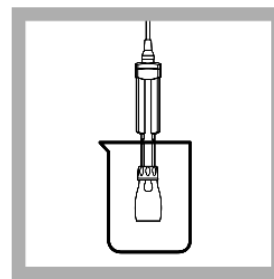
Other pH calibration buffers sets may be used.



6. Calibrate the pH meter and electrode as directed in the instructions in the meter or probe manual. Make sure that the calibration slope is acceptable (typically -58 ± 3 mV per pH unit at 25 °C).

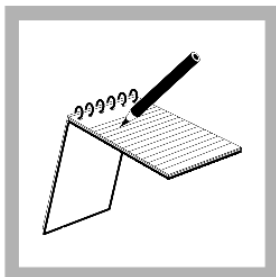


7. Rinse the electrode in deionized water and blot dry prior to sample measurement. Rinse the electrode between measurements to minimize contamination.



8. Put the electrode in the sample and press **READ**. For faster response, stir at a slow to moderate rate.

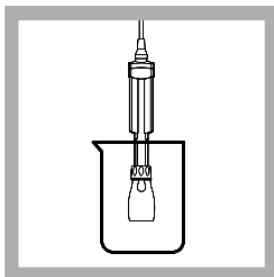
Sample pH measurement (calibration required) (continued)



9. When the measurement is stable, store or record the pH and temperature values.

For HQd meters, data is stored automatically when Press to Read or Interval is selected in the Setup Measurement Mode.

When Continuous is selected, data will only be stored when the key under **STORE** is pressed. For *sensio*n meters, the STORE key must be pressed.



10. Store the pH electrode in pH storage solution when not in use. See *Sample collection, preservation, general storage and cleaning* for more details.

Chlorine, Free

DOC316.53.01023

USEPA DPD Method¹

Method 8021

(0.02 to 2.00 mg/L)

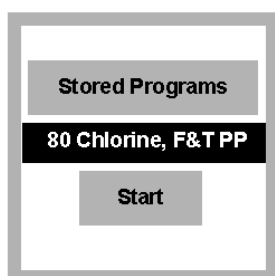
Powder Pillows

Scope and Application: For testing free chlorine (hypochlorous acid and hypochlorite ion) in water, treated waters, estuary and seawater. USEPA accepted for reporting for drinking water analyses.²

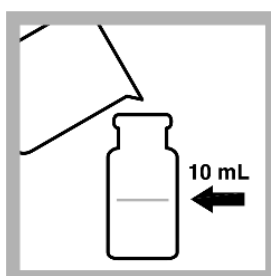
¹ Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

² Procedure is equivalent to USEPA and Standard Method 4500-Cl G for drinking water.

Powder pillow procedure



1. Select the test.
Insert an adapter if required (see *Instrument-specific information*).
Refer to the user manual for orientation.



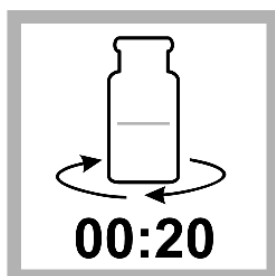
2. **Blank Preparation:**
Fill a sample cell with 10 mL of sample.



3. Wipe the blank and insert it into the cell holder.
ZERO the instrument.
The display will show:
0.00 mg/L Cl₂



4. **Prepared Sample:**
Fill a second cell with 10 mL of sample.
Add the contents of one DPD Free Chlorine Powder Pillow to the sample cell.



5. Swirl the sample cell for 20 seconds to mix.
A pink color will develop if chlorine is present.
Proceed to step 6 immediately.



6. Within one minute of adding the reagent, insert the prepared sample into the cell holder.
Results are in mg/L Cl₂.

Acidity

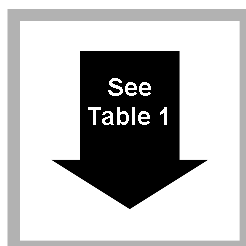
DOC316.53.01164

Methyl Orange and Phenolphthalein (Total) Acidity
10 to 4000 mg/L CaCO₃

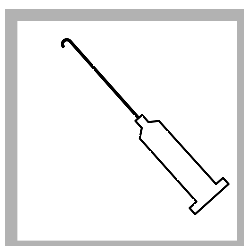
Method 8201 and 8202
Digital Titrator

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

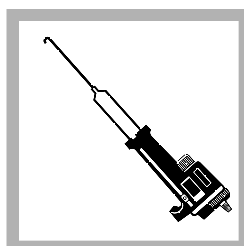
Phenolphthalein (total) acidity (Method 8202)



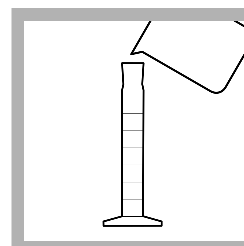
1. Select a sample volume and titration cartridge from the *Range-specific information*.



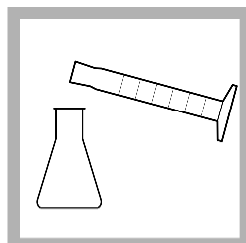
2. Insert a clean delivery tube into the titration cartridge. Attach the cartridge to the titrator.



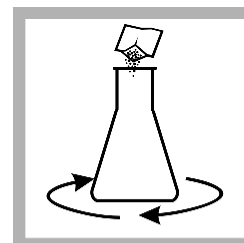
3. Turn the delivery knob to eject air and a few drops of titrant. Reset the counter to zero and wipe the tip.



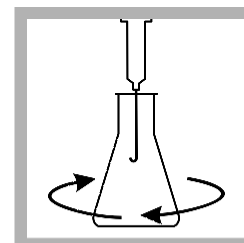
4. Use a graduated cylinder or pipet to measure the sample volume from the *Range-specific information*.



5. Transfer the sample into a clean, 250-mL Erlenmeyer flask. If the sample volume is less than 100 mL, dilute to approximately 100 mL with deionized water.

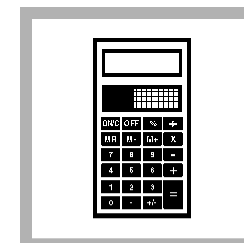


6. Add the contents of one Phenolphthalein Indicator Powder Pillow. Swirl to mix.



7. Place the delivery tube into the solution and swirl the flask. Turn the knob on the titrator to add titrant to the solution. Continue to swirl the flask and add titrant until the color changes from colorless to a light pink color that persists for 30 seconds.

Write down the number of digits displayed on the counter.



8. Use the multiplier in *Range-specific information* table to calculate the concentration:

digits x multiplier =
mg/L as CaCO₃
phenolphthalein acidity

Example: 100 mL of sample was titrated with the 1.600 N cartridge and 250 digits were used to reach the endpoint. The concentration is 250 x 1.0 = 250 mg/L as CaCO₃

Table 1 Range-specific information

Range (mg/L as CaCO ₃)	Sample volume (mL)	Titration cartridge (N NaOH)	Multiplier
10-40	100	0.1600	0.1
40-160	25	0.1600	0.4
100-400	100	1.600	1.0
200-800	50	1.600	2.0
500-2000	20	1.600	5.0
1000-4000	10	1.600	10.0

Alkalinity

DOC316.53.01166

Phenolphthalein and Total Alkalinity

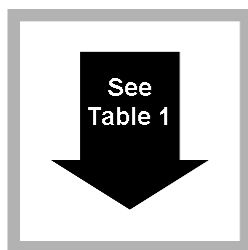
Method 8203

10 to 4000 mg/L as CaCO₃

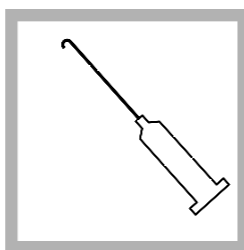
Digital Titrator

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

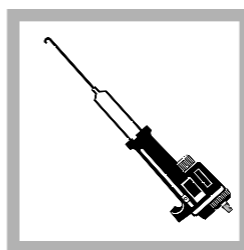
Alkalinity



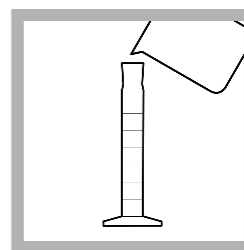
1. Select a sample volume and titration cartridge from the *Range-specific information* table.



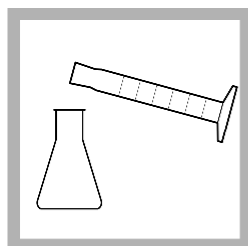
2. Insert a clean delivery tube into the titration cartridge. Attach the cartridge to the titrator.



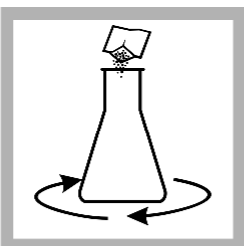
3. Turn the delivery knob to eject air and a few drops of titrant. Reset the counter to zero and wipe the tip.



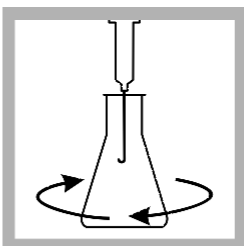
4. Use a graduated cylinder or pipet to measure the sample volume from the *Range-specific information* table.



5. Transfer the sample into a clean, 250-mL Erlenmeyer flask. If the sample volume is less than 100 mL, dilute to approximately 100 mL with deionized water.



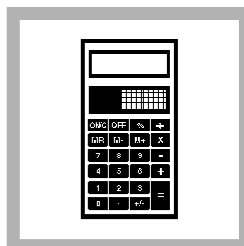
6. Add the contents of one Bromocresol Green-Methyl Red Indicator Powder Pillow. Swirl to mix.



7. Continue the titration with sulfuric acid to a light pink color.

Write down the number of digits displayed on the counter.

Note: A pH meter may be used to titrate to a specific pH as required by sample composition. See the *End point pH* table.



8. Use the multiplier in the *Range-specific information* table to calculate the concentration:

digits x multiplier =
mg/L as CaCO₃
total alkalinity

Example: 100 mL of sample was titrated with the 0.1600 N cartridge and 250 digits were used to reach the endpoint. The concentration is 250 x 0.1 = 25 mg/L as CaCO₃

Table 1 Range-specific information

Range (mg/L as CaCO ₃)	Sample volume (mL)	Titration cartridge (N H ₂ SO ₄)	Multiplier
10–40	100	0.1600	0.1
40–160	25	0.1600	0.4
100–400	100	1.600	1.0
200–800	50	1.600	2.0
500–2000	20	1.600	5.0
1000–4000	10	1.600	10.0

t

Hardness, Total

DOC316.53.01176

Titration Method using EDTA

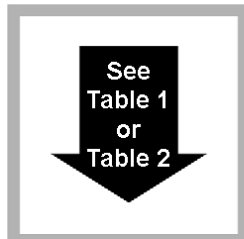
Method 8213

10 to 4000 mg/L as CaCO₃

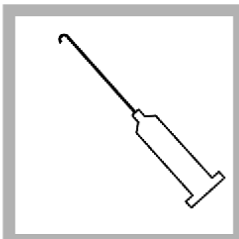
Digital Titrator

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

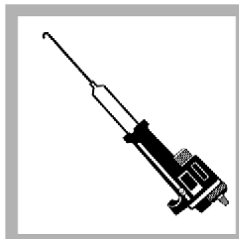
Hardness, Total



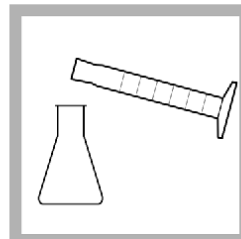
1. Select a sample volume and titration cartridge from the *Range-specific information—mg/L* table.



2. Insert a clean delivery tube into the titration cartridge. Attach the cartridge to the titrator.

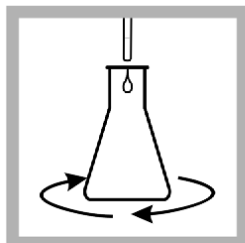


3. Hold the Digital Titrator with the cartridge tip pointing up. Turn the delivery knob to eject air and a few drops of titrant. Reset the counter to zero and wipe the tip.

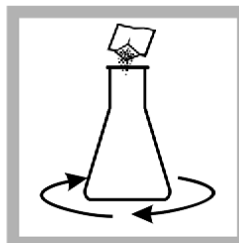


4. Use a graduated cylinder or pipet to measure the sample volume from the *Range-specific information—mg/L* table.

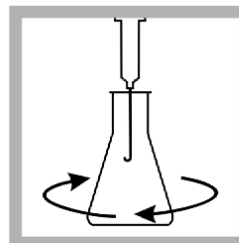
Transfer the sample into a clean, 250-mL Erlenmeyer flask. If the sample volume is less than 100 mL, dilute to approximately 100 mL with deionized water.



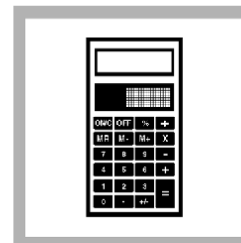
5. Add 2 mL of Hardness 1 Buffer Solution and swirl to mix.



6. Add the contents of one ManVer 2 Hardness Indicator Powder Pillow. Swirl to mix.



7. Place the delivery tube into the solution and swirl the flask. Turn the knob on the titrator to add titrant to the solution. Continue to swirl the flask and add titrant until the color changes from red to pure blue.



8. Use the multiplier in the *Range-specific information—mg/L* table to calculate the concentration:
 digits x multiplier =
 mg/L total
 hardness as CaCO₃

Table 1 Range-specific information—mg/L

Range (mg/L as CaCO ₃)	Sample volume (mL)	Titration cartridge (M EDTA)	Multiplier
10–40	100	0.0800	0.1
40–160	25	0.0800	0.4
100–400	100	0.800	1.0
200–800	50	0.800	2.0
500–2000	20	0.800	5.0
1000–4000	10	0.800	10.0

Chloride

DOC316.53.01171

Silver Nitrate Method

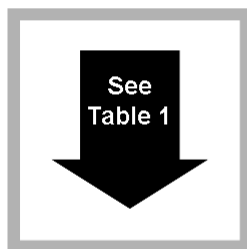
Method 8207

10 to 10,000 mg/L as Cl⁻

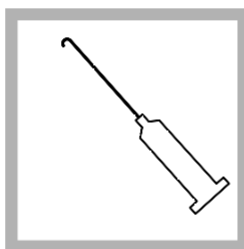
Digital Titrator

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

Chloride



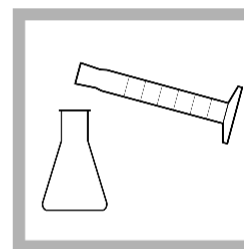
1. Select a sample volume and titration cartridge from the *Range-specific information* table.



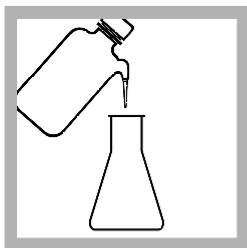
2. Insert a clean delivery tube into the titration cartridge. Attach the cartridge to the titrator.



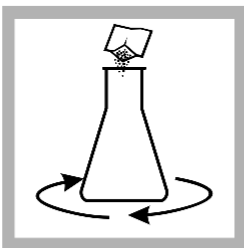
3. Hold the Digital Titrator with the cartridge tip pointing up. Turn the delivery knob to eject a few drops of titrant. Reset the counter to zero and wipe the tip.



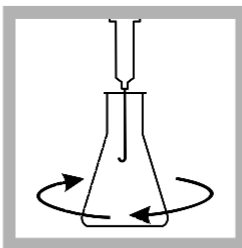
4. Use a graduated cylinder or pipet to measure the sample volume from the *Range-specific information* table into a 250 mL Erlenmeyer flask.



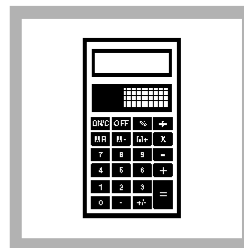
5. Transfer the sample into a clean, 250-mL Erlenmeyer flask. If the sample volume is less than 100 mL, dilute to approximately 100 mL with deionized water.



6. Add the contents of one Chloride 2 Indicator Powder Pillow. Swirl to mix.
Results will still be accurate if a small amount of powder does not dissolve.



7. Place the delivery tube into the solution and swirl the flask. Turn the knob on the titrator to add titrant to the solution. Continue to swirl the flask and add titrant until the color changes from yellow to red-brown.
Write down the number of digits displayed on the counter.



8. Use the multiplier in the *Range-specific information* table to calculate the concentration:
digits x multiplier = mg/L Cl⁻
Example: 100 mL of sample was titrated with the 0.2256 N cartridge and 250 digits were used to reach the endpoint. The concentration is 250 x 0.1 = 25 mg/L Cl⁻

Table 1 Range-specific information

Range (mg/L as Cl ⁻)	Sample volume (mL)	Titration cartridge (N AgNO ₃)	Multiplier
10–40	100	0.2256	0.1
25–100	40	0.2256	0.25
100–400	50	1.128	1.0
250–1000	20	1.128	2.5
1000–4000	5	1.128	10.0
2500–10,000	2	1.128	25.0

Iron, Total

DOC316.53.01053

USEPA¹ FerroVer[®] Method²

Method 8008

0.02 to 3.00 mg/L

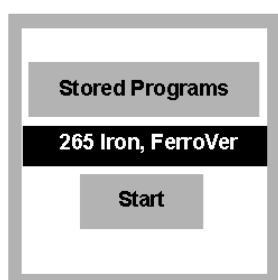
Powder Pillows

Scope and Application: For water, wastewater and seawater; digestion is required for determining total iron

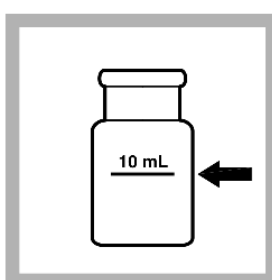
¹ USEPA approved for reporting wastewater analysis, *Federal Register*, June 27, 1980, 45 (126:43459)

² Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

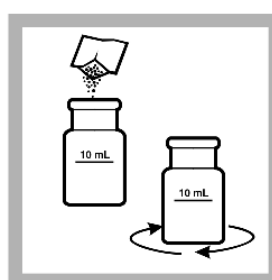
FerroVer method for powder pillows



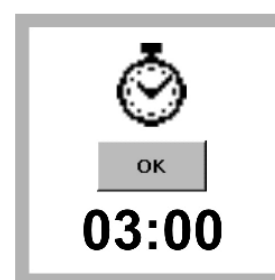
1. Select the test.
Insert an adapter if required (see *Instrument-specific information*).
Refer to the user manual for orientation.



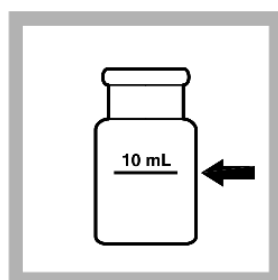
2. **Prepared sample:** Fill a clean sample cell with 10 mL of sample



3. Add the contents of one FerroVer Iron Reagent Powder Pillow to the sample cell. Swirl to mix.
Accuracy is not affected by undissolved powder.



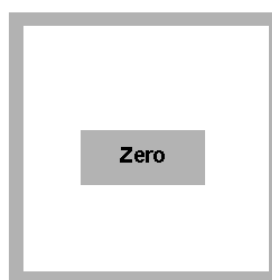
4. Start the instrument timer.
A three-minute reaction period will begin. An orange color will form, if iron is present.
(Allow samples that contain rust to react for at least 5 minutes.)



5. **Blank preparation:** Fill a second sample cell with 10 mL of sample.



6. When the timer expires, insert the blank into the cell holder.



7. **ZERO** the instrument.
The display will show:
0.00 mg/L Fe



8. Insert the prepared sample into the cell holder.
READ the results in mg/L Fe.

Sulfate

DOC316.53.01135

USEPA¹ SulfaVer 4 Method² (2 to 70 mg/L)

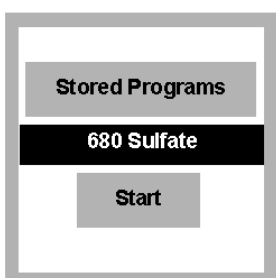
Method 8051
Powder Pillows

Scope and Application: For water, wastewater and seawater.

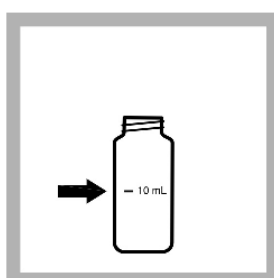
¹ USEPA accepted for reporting wastewater analyses. Procedure is equivalent to USEPA method 375.4 for wastewater.

² Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

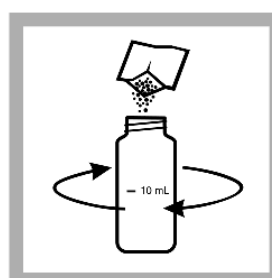
SulfaVer 4 powder pillow procedure



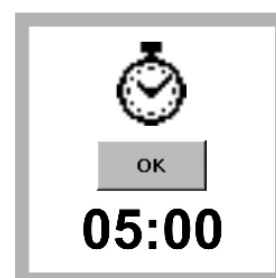
1. **Select the test.**
Insert an adapter if required (see *Instrument-specific information*). Refer to the user manual for orientation.



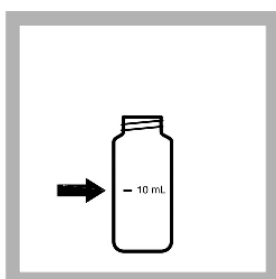
2. **Prepared sample:** Fill a sample cell with 10 mL of sample.



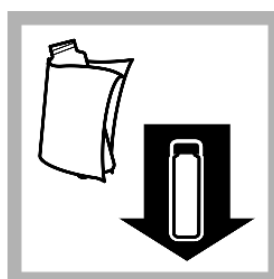
3. Add the contents of one SulfaVer 4 Reagent Powder Pillow to the sample cell. Swirl vigorously to dissolve the powder.
White turbidity will form if sulfate is present.



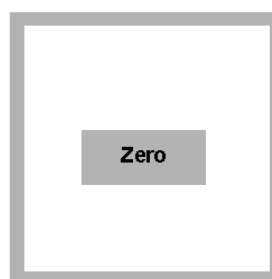
4. Start the instrument timer.
A five-minute reaction time will begin. Do not disturb the cell during this time.
Note: Accuracy is not affected by undissolved powder.



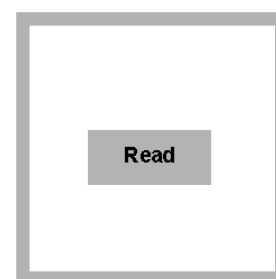
5. **Blank preparation:** Fill a second sample cell with 10 mL of sample.



6. When the timer expires, wipe the blank and insert it in the cell holder (fill lines face right.)



7. **ZERO** the instrument.
The display will show:
0 mg/L SO₄²⁻



8. Within five minutes after the timer expires, wipe the cell and insert the prepared sample in the cell holder.
READ the results in mg/L SO₄²⁻.
Clean sample cells with soap and a brush.

Nitrite

DOC316.53.01074

USEPA¹ Diazotization

Method 8507

LR (0.002 to 0.300 mg/L NO₂⁻-N)

Powder Pillows

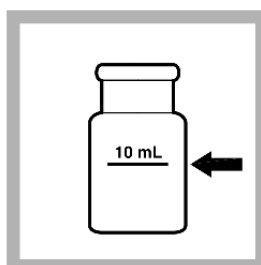
Scope and Application: For water, wastewater and seawater

¹ USEPA approved for wastewater analysis, Federal Register, 44(85), 25505 (May 1, 1979)

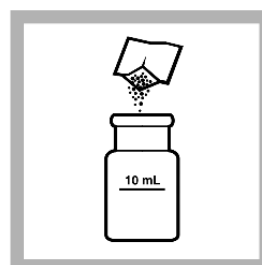
Diazotization method for powder pillows



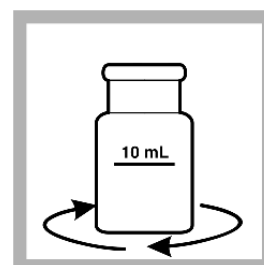
1. Select the test.
Insert an adapter if required (see *Instrument-specific information*).
Refer to the user manual for orientation.



2. Fill a sample cell with 10 mL of sample.



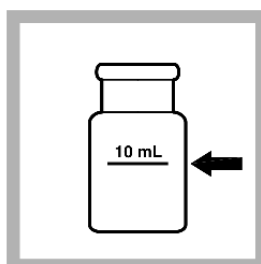
3. **Prepared Sample:**
Add the contents of one NitriVer 3 Nitrite Reagent Powder Pillow.



4. Swirl to dissolve.
A pink color will develop if nitrite is present.



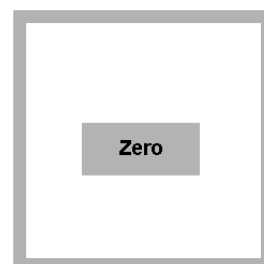
5. Start the instrument timer.
A 20-minute reaction period will begin.



6. **Blank Preparation:**
When the timer expires, fill a second sample cell with 10 mL of sample.



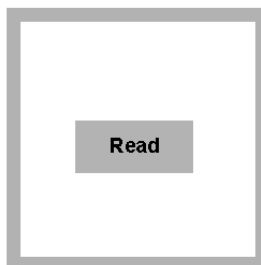
7. Wipe the blank and insert it into the cell holder.



8. **ZERO** the instrument.
The display will show: 0.000 mg/L NO₂⁻-N



9. Wipe the prepared sample and insert it into the cell holder.



10. **READ** the results in mg/L NO₂⁻-N.

Aluminum

DOC316.53.01003

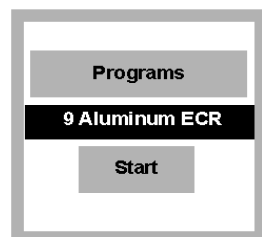
Eriochrome Cyanine R Method¹ (0.002 to 0.250 mg/L Al³⁺)

Method 8326
Powder Pillows

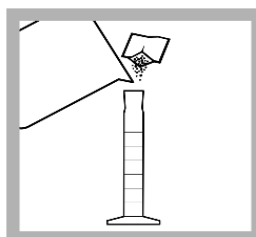
Scope and Application: For water

¹ Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

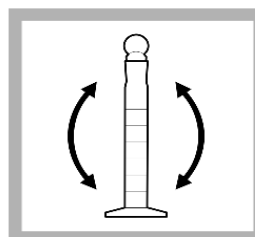
Eriochrome Cyanine R method with powder pillows



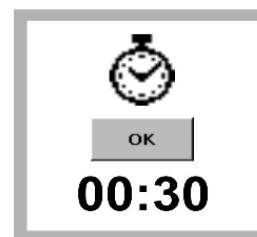
1. Select the test.
Insert an adapter if required (see *Instrument-specific information*). Refer to the user manual for orientation.



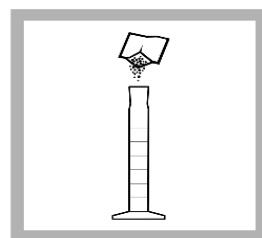
2. Fill the 25-mL mixing cylinder to the 20-mL mark with sample. Add one ECR Reagent Powder Pillow for 20-mL sample size.



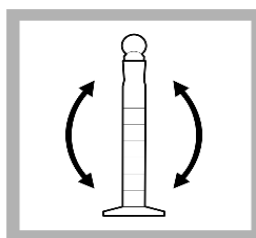
3. Insert the stopper. Invert several times to completely dissolve powder.
Undissolved reagent will cause inconsistent results.



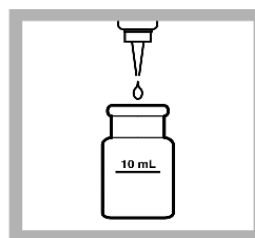
4. Start the instrument timer.
A 30-second reaction period will begin.



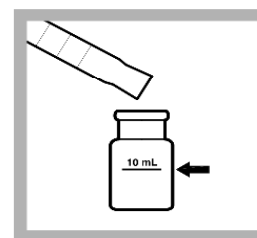
5. After the timer expires, add one Hexamethylenetetramine Buffer Reagent powder pillow.



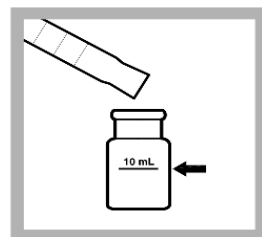
6. Insert the stopper. Invert several times to dissolve powder.
A red-orange color will develop if aluminum is present.



7. Blank Preparation:
Put one drop of ECR Masking Reagent Solution into a clean square sample cell.



8. Pour 10 mL from the mixing cylinder into the blank cell. Swirl to mix.
The solution will begin to turn yellow.



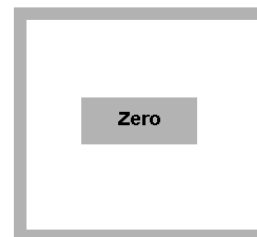
9. Prepared Sample: Fill a second square sample cell to the 10-mL mark with the remaining solution in the cylinder.



10. Start the instrument timer.
A 5-minute reaction period will begin.



11. Within five minutes after the timer expires, wipe the blank then insert it into the cell holder.

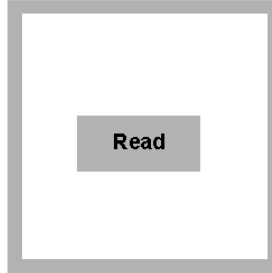


12. ZERO the instrument.
The display will show:
0.000 mg/L Al³⁺
This test uses a non-zero intercept for the calibration curve on some instrument platforms.

Eriochrome Cyanine R method with powder pillows (continued)



13. Immediately wipe and dry the prepared sample then insert it into the cell holder.



14. Read the results in mg/L Al^{3+} or Al_2O_3 . The display will show:

See the user manual for instructions to change to alternate form Al_2O_3 .

If fluoride is present, measure the fluoride concentration and refer to the *Fluoride Concentration (mg/L)* table.

Organic Carbon, Total

DOC316.53.01093

Direct Method¹

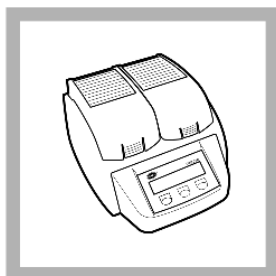
Method 10129

LR (0.3 to 20.0 mg/L C)

Scope and Application: For water, drinking water and wastewater

¹ U.S. Patent 6,368,870

Direct method



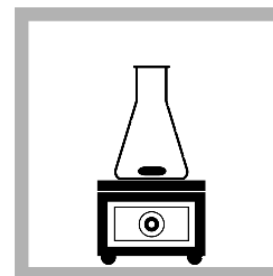
1. Turn on the DRB200 reactor. Select the TOC program.



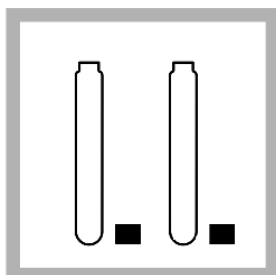
2. Use a graduated cylinder to add 10 mL of sample to a 50-mL Erlenmeyer flask that contains a stir bar.



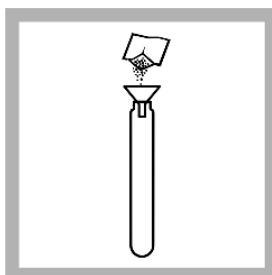
3. Add 0.4 mL of Buffer Solution, pH 2.0. Use pH paper to make sure the sample pH is 2.



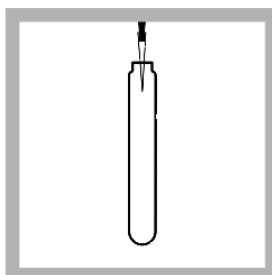
4. Place the flask on a stir plate and stir at a moderate speed for 10 minutes.



5. Label two Low Range Acid Digestion vials *sample* and *reagent blank*.

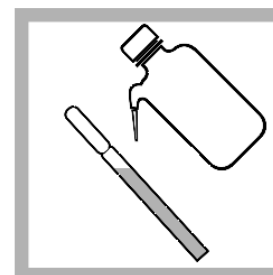


6. Use a funnel to add the contents of one TOC Persulfate Powder Pillow to each Acid Digestion vial (colorless liquid).



7. Use a TenSette[®] Pipet to add 3.0 mL of organic-free water to the reagent blank vial and 3.0 mL of prepared sample to the sample vial. Swirl to mix.

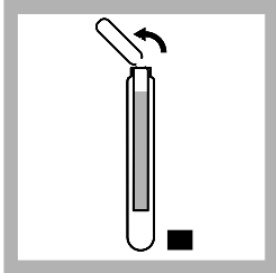
Note: The organic free water must contain less than 0.05 mg/L carbon.



8. Rinse two blue Low Range Indicator Ampules with deionized water and wipe them with a soft, lint-free wipe.

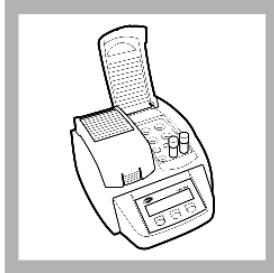
Do not touch the ampules sides after wiping. Pick them up by the top.

Direct method (continued)

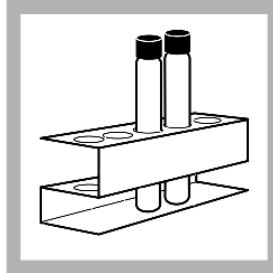


9. Lower one unopened ampule into each Acid Digestion vial. When the score mark on the ampule is level with the top of the Acid Digestion vial, snap the top off the ampule and allow it to drop into the Acid Digestion vial.

Do not invert or tilt the vial after inserting the ampule.



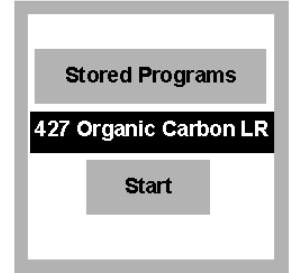
10. Cap the vial assemblies tightly, insert them in the COD reactor and close the lid for 2 hours at 103–105 °C.



11. Carefully remove the vial assemblies from the reactor. Place them in a test tube rack.

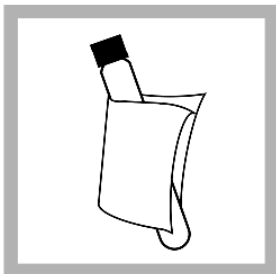
Allow the vials to cool for one hour for accurate results.

The liquid in the reagent blank vial should be dark blue.

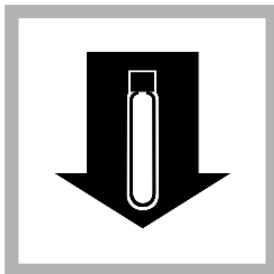


12. Select the test.

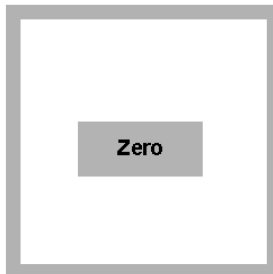
Insert an adapter if required (see *Instrument-specific information*).



13. Wipe the reagent blank with a damp towel, followed by a dry one, to remove fingerprints or other marks.

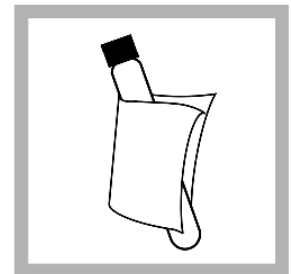


14. Insert the reagent blank vial assembly in the 16-mm round cell holder.



15. **ZERO** the instrument.

The display will show:
0.0 mg/L C



16. Wipe the sample vial assembly with a damp towel, followed by a dry one, to remove fingerprints or other marks.



17. Insert the sample vial assembly in the 16-mm round cell holder.



18. **READ** the results in mg/L C.

CHLORINE, FREE, High Range (0 to 5.00 mg/L Cl₂)

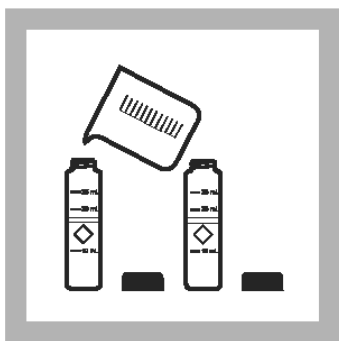
For water and wastewater

DPD Method

Adapted from *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

Scope and Application: For testing higher levels of free chlorine (hypochlorous acid and hypochlorite ion) in drinking water, cooling water, and industrial process waters.

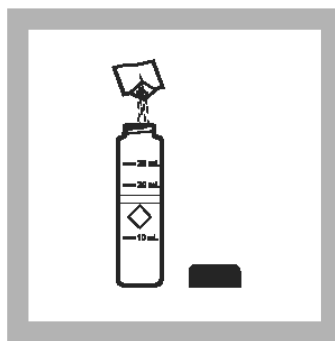
CHLORINE, FREE, High Range.



1. Fill two clean 25-mL sample cells to the 10-mL mark with sample.

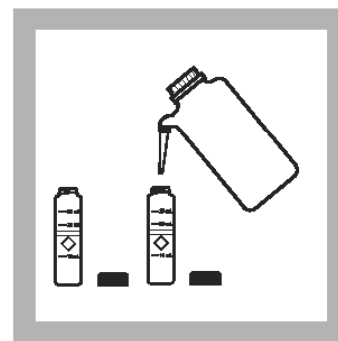
Note: For the most accurate results, use two clean 25-mL mixing graduated cylinders (instead of the sample cells).

Note: Samples must be analyzed immediately.



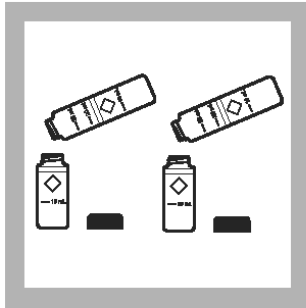
2. Add the contents of one DPD Free Chlorine Powder Pillow to one cell. Cap the cell and invert several times to dissolve the powder. Remove the cap from the cell.

Note: A magenta color will develop if chlorine is present.

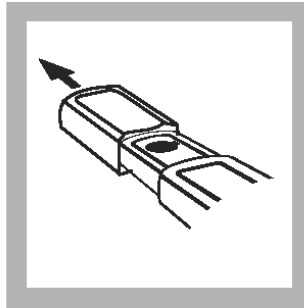


3. Within one minute after reagent addition, add chlorine-free water to each cell to the 25-mL mark. Cap and invert each cell twice to mix.

CHLORINE, FREE, High Range, continued



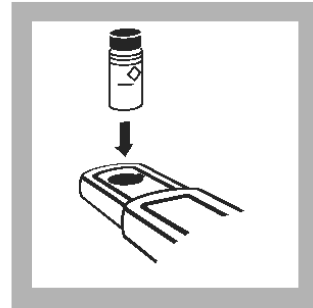
4. Transfer at least 10 mL each of the untreated sample and the treated sample to two clean 10-mL sample cells.



5. Remove the cap from the instrument.

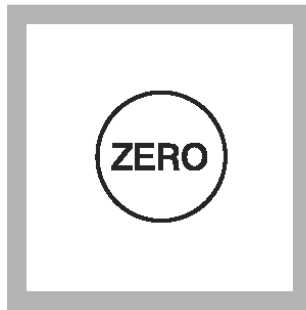
Note: For best results, zero the instrument and read the sample under the same lighting conditions.

Note: For greater accuracy in samples containing 0–2.00 mg/L chlorine, use the Chlorine Pocket Colorimeter (Cat. No. 46700-00).



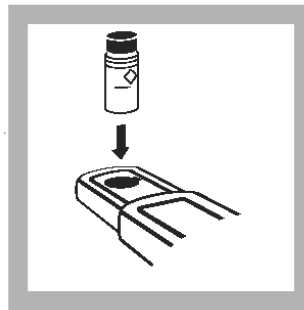
6. Place the blank (the cell without reagent) into the cell holder with the diamond mark facing the keypad. Cover the cell with the instrument cap—the curved side toward the keypad.

Note: Wipe the sample cell to remove liquid and fingerprints.



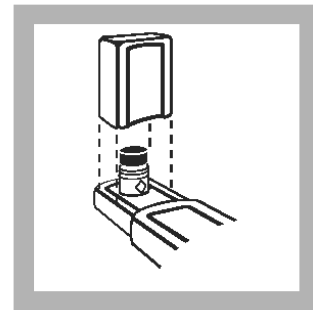
7. Press: **ZERO**

The instrument will turn on and the display will show: - - - followed by 0.00.



8. Place the prepared, reacted sample into the cell holder with the diamond mark facing the keypad.

Note: Before placing the sample cell into the cell holder, wipe it to remove liquid and fingerprints.



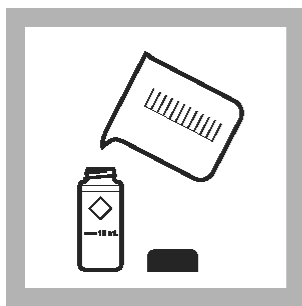
9. Tightly cover the cell with the instrument cap—the curved side toward the keypad.

CHLORINE, FREE, High Range, continued

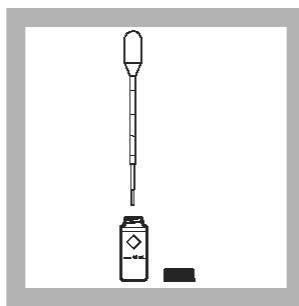


10. Press: **READ**

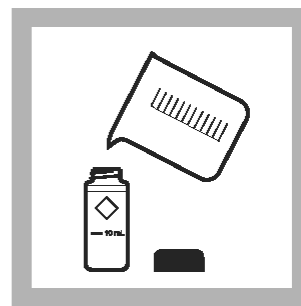
The instrument will show:
--- followed by the results
in mg/L Cl₂.

pH (6.0 to 8.5 pH units)**For water and wastewater****Phenol Red Method****pH.**

1. Collect about 50 mL of sample in a beaker and fill a 10-mL sample cell to the 10-mL mark with sample.

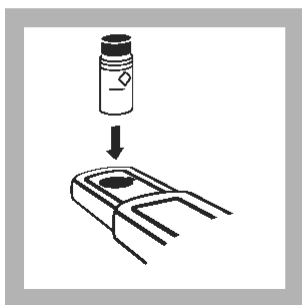


2. Using the calibrated dropper, add 0.5 mL of Phenol Red Solution to the cell. Cap and invert to mix.

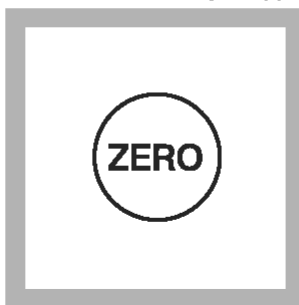


3. Fill a second sample cell to the 10-mL mark with the original sample. Cap the sample cell. This is the blank.

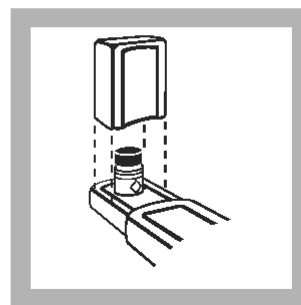
Note: For greatest accuracy, use a clean and dry dropper.



4. Place the blank into the cell holder with the diamond mark facing the keypad. Tightly cover the cell with the instrument cap—the curved side toward the keypad.



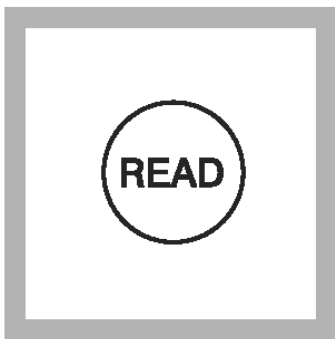
5. Press: **ZERO**
The instrument will turn on and the display will show: --- followed by 0.0.



6. Place the prepared sample into the cell holder. Cover the cell with the instrument cap—the curved side toward the keypad.

Note: Wipe liquid off sample cells or damage to the instrument may occur.

pH, continued



7. Press: **READ**

The instrument will show:
--- followed by the results
in pH units.

ANEXO C. Procedimiento de muestreo laboratorio de proceso PTAP.

OBJETIVO			
<p>El presente documento fue diseñado con el propósito de señalar los aspectos a tener en cuenta en la toma de muestras de agua, con el fin de asegurar y conservar sus características previas al análisis.</p> <p>El proceso de muestreo es realizado para identificar los cambios en el tiempo de la calidad de agua que es transportada en la red de distribución, evaluar las etapas del proceso de tratamiento e identificar acciones que conlleven al mejoramiento continuo de la calidad del agua de consumo humano.</p>			
CONCEPTOS BÁSICOS			
<p>Muestreo: aquellas actividades desarrolladas para obtener volúmenes de agua en un sitio determinado del sistema de abastecimiento, de tal manera que sean representativos, con el propósito de evaluar características físicas, químicas y bacteriológicas.</p> <p>Muestra puntual o simple: muestra recolectada en un lugar y tiempo específico y que refleja las circunstancias particulares del cuerpo de agua para el momento y sitio de su recolección.</p> <p>Sistema de abastecimiento: conjunto intercomunicado o interconectado de fuentes, obras de captación, plantas cloradoras, plantas potabilizadoras, tanques de almacenamiento y regulación, cárcamos de bombeo, líneas de conducción y red de distribución.</p>			
MATERIALES Y REACTIVOS			
<ul style="list-style-type: none"> • Elementos de Protección Personal 			
ELEMENTOS	ANÁLISIS FÍSICO	ANÁLISIS QUÍMICO	ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO
Guantes	X	X	X
Tapabocas		X	X
Bata de Laboratorio	X	X	X
Gafas de seguridad		X	X
Cofia			X

- Frascos de vidrio con tapón de rosca de capacidad de 250 mL, 1000 mL.
- Recipientes de plástico con capacidad de 1 galón.
- Equipo de medición portátil de cloro residual y pH
- Bolsas de hielo
- Hielera con tapa
- Nevera
- Mechero de Alcohol
- Alcohol industrial
- Agua destilada
- Toallas absorbentes
- Solución de Tiosulfato de Sodio

LIMITACIONES

Quando el muestreo no está a cargo del laboratorio, este no se hace responsable por ninguna condición de la muestra antes de su entrega al laboratorio y no garantiza ni da constancia de la debida aplicación de este procedimiento.

PREPARACIÓN DEL MATERIAL

Los envases que serán destinados a la recolección de muestras para análisis bacteriológico deben ser esterilizados en autoclave a 120 °C durante 15 minutos, previo lavado con jabón neutro, secado, recubrimiento con papel kraft y adición de solución de tiosulfato de sodio al 3%, la cual se prepara disolviendo tres gramos de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ en un litro de agua destilada. La cantidad del decolorante en las muestras de agua potable debe ser de 0,2 mL de solución de tiosulfato al 3% para un volumen de muestra de 250 mL, éste podrá neutralizar hasta 5 mg/L de cloro residual.

Los envases para la recolección de muestras físico-químicas deben ser lavados con jabón neutro y secados en el horno.

PUNTOS DE MUESTREO


El laboratorio de proceso de la planta de tratamiento de agua potable realiza monitoreo en:







- **Planta de Tratamiento:**


- ↵ Entrada Módulo Uno (EM1)
- ↵ Entrada Módulo Dos (EM2)
- ↵ Salida Filtros Módulo Uno (SM1)
- ↵ Salida Filtros Módulo Dos (SM2)
- ↵ Tanque Uno (T1)
- ↵ Tanque Tres (T3)

- **Red de Distribución:**

- ↵ A nivel Intradomiciliario: En las viviendas se realiza monitoreo para análisis de parámetros bacteriológico, diariamente se recolectan 4 muestras.
- ↵ En Cajas Extradomiciliarias

CÓDIGO PUNTO DE MUESTREO	DIRECCIÓN	BARRIO	REGISTRO
001	Cra 8ª No. 46b Esquina	San Jorge	

	002	Cra 21 No. 39-05	Aerocivil	
	003	Calle 24 No. 21 Esquina	Provivienda	
	004	Calle 11 No. 28-197	Arboleda	
	005	Cra 23 No. 6-48	San Martín	
	006	Transversal 6-36 Esquina	Floridablanca	
	007	Calle 18 No. 29 Esquina	Juan Pablo	

008	Calle 30 No. 7-20	El Paraíso	
-----	-------------------	------------	---

- Servicio a Clientes:** El laboratorio de proceso de la PTAP presta el servicio a la Unidad Ambiental de la empresa en el análisis de muestras de fuentes de abastecimiento que recolectan y transportan al laboratorio, el laboratorio suministra el material para la recolección de muestras para análisis físico-químico y bacteriológico. De igual forma, colabora con el muestreo (cuando es solicitado) y el análisis de muestras a la Unidad de Proyectos de la Dirección Técnica de la empresa, previa solicitud del plan de muestreo formato 112.00.51.07.15.06, el cual debe ser entregado con dos días de anterioridad a la fecha de muestreo .
- Monitoreo de Saneamiento Ambiental:** El laboratorio de proceso junto con la secretaria de salud del municipio realiza monitoreo semanal en las cajas extradomiciliarias, los puntos de muestreo son notificados en la fecha programada con una hora de anterioridad por la secretaria, se ha de seguir lo acordado en el acta de concertación del protocolo para la toma y preservación de las muestras de agua, anexo se encuentra el calendario de la programación realizada para el año en vigencia.

Nota: Los puntos y lugares de muestreo de la red de distribución fueron concertados con la gerencia de salud municipal y la empresa de Acueducto y Alcantarillado mediante acta, cumpliendo con los lineamientos de los artículos establecidos en la resolución 811 de 2008 expedida por el ministerio de la Protección Social, Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

TIPOS DE MUESTRAS Y PORCION DE MUESTRA

La cantidad de muestra a recolectar es de acuerdo al tipo de análisis a realizar, tal como lo indica la siguiente tabla.

TIPO DE ANÁLISIS	PUNTO DE MUESTREO	PORCIÓN DE MUESTRA
------------------	-------------------	--------------------

Físico Químico	Red de Distribución	1 L
Bacteriológico	Red de Distribución	250 mL
Físico	Muestras puntuales PTAP	500 mL
Físico Químico	Muestras Tanque 3	1 L
Físico Químico	Fuente de Abastecimiento	1 Galón

PROCEDIMIENTO

- Usar bata, guantes y tapaboca.

- El agua de los grifos debe provenir del sistema de distribución, no debe de efectuarse toma de muestra en grifos o válvulas que presenten fugas, deben removerse los accesorios o aditamentos externos como mangueras, boquillas y filtros de plástico o hule antes de tomar la muestra.

- Limpiar el orificio de salida.

- Abrir la llave del punto de muestreo y dejar fluir libremente el liquido por un tiempo entre 2 y 5 minutos, con el objeto de captar el agua de interés y no la que está retenida en la tuberías y puntos muertos.

- Tomar una muestra de agua y analizar cloro residual y pH, escribir las lecturas en el formato de monitoreo y control de calidad en red 112.00.51.07.15.01.

- Purgar dos o tres veces el frasco en el que se almacenará la muestra para análisis físico-químico.

- Reducir el flujo para permitir el llenado del frasco sin salpicaduras.

- Recolectar 1 Litro de muestra para el posterior análisis físico-químico.


- Cerrar la llave.
- Flamear la llave con mechero de alcohol durante 2 minutos con el fin de esterilizar el área en que se va a tomar la muestra.
- Para la toma de esta muestra revise la cinta de esterilización del frasco y verifique que se encuentre demarcada por color negro.
- Abra nuevamente la llave.
- Quite la tapa del frasco de toma bacteriológica, cerca del orificio de salida, sin dejarla en ningún sitio, mantenga la tapa en la mano.
- Recolecte la muestra para análisis bacteriológico, sin purgar el frasco, recuerde dejar una cámara de aire que permita el adecuado transporte de la muestra (10% del volumen del frasco). para permitir la aireación y asegurar la supervivencia de los microorganismos a ser cuantificados.
- Tape el frasco y coloque la etiqueta diligenciada con los datos de la muestra.
- Revise que los recipientes estén correctamente tapados para evitar posibles derrames o contaminación.
- Introduzca los recipientes en la nevera de transporte que contenga hielo para lograr su refrigeración y que puedan ser protegidas de la luz.
- Realice el recorrido establecido y remita las muestras lo más pronto posible al laboratorio, para su respectivo análisis.

Nota: en caso de tomar la muestra en agua superficial o tanque de almacenamiento:

- Lavarse las manos y brazos con agua y jabón, colocarse guantes y tapaboca.
- Sumergir el frasco en el agua con el cuello hacia abajo hasta una profundidad de 15 a 30 cm, destapar y girar el frasco ligeramente permitiendo el llenado. Evitar tomar la muestra de la capa superficial o del fondo.
- Si hay corriente en el cuerpo de agua, la toma se hace con la boca del frasco en contra corriente.
- Cuando no es posible tomar la muestra con la extensión del brazo, debe usarse un equipo muestreador comercial, o en su caso atarse al frasco un sobre peso usando el extremo de un cordón limpio.
- Tomar la muestra bajando el frasco dentro del pozo evitando tocar las paredes del pozo.

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

Los recipientes utilizados para la toma y transporte de muestras deben estar rotulados así:

 Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal E.S.P.	
No. Muestra: _____	Tipo de Muestra: _____
Dirección: _____	
Punto de Muestreo: _____	
Fecha Toma: _____	Hora toma: _____
Tipo análisis a realizar: _____	
Responsable muestreo: _____	
Cl ₂ : _____	pH : _____

MANEJO, TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS		
<ul style="list-style-type: none"> • Las muestras que contengan sólidos sedimentables deben mezclarse para obtener una muestra representativa. • Las muestras tomadas en red, deben ser transportadas en una nevera hermética que garantice su refrigeración. • Los recipientes y neveras utilizados para la toma, preservación y transporte de muestras deben utilizarse únicamente para dicho fin. • Las muestras deben ser analizadas en el lapso de tiempo recomendado para análisis de muestra según parámetro a medir, las muestras que no se analicen inmediatamente deben refrigerarse. • Mantener vigilancia permanente sobre las neveras para asegurar que ninguna persona diferente a los encargados del muestreo tengan acceso a las muestras. • Si el proceso de muestreo y el viaje al laboratorio tardan varias horas se debe verificar a intervalos regulares (cada cuatro a seis horas, por ejemplo) el buen estado de los recipientes de muestras y la temperatura de refrigeración de las muestras mediante un termómetro que se mantiene dentro de una botella llena de agua en la nevera. Si el hielo se ha fundido casi en su totalidad se debe suministrar más para garantizar la temperatura necesaria. 		

PARÁMETRO	PRESERVACIÓN	TIEMPO MÁXIMO DE ANÁLISIS
Acidez	Refrigerar	24 horas
Alcalinidad	Refrigerar	14 días
Cloro libre residual	Analizar de inmediato	15 minutos
Cloruros	Refrigerar	28 días
Coliformes Fecales	Refrigerar	6 horas
Coliformes Totales	Refrigerar	6 horas
Color	Refrigerar	48 horas
Conductividad	Refrigerar	28 días
Dureza Total	Refrigerar	6 meses
Mesófilos	Refrigerar	6 horas
Nitritos	Refrigerar	48 horas
pH	Analizar de inmediato	15 minutos
Sólidos Disueltos Totales	Refrigerar	7 días
Sólidos Suspendidos Totales	Refrigerar	7 días
Sulfatos	Refrigerar	28 días
Temperatura	Analizar de inmediato	15 minutos
Turbiedad	Almacenar en oscuridad y refrigerar	24 horas

FRECUENCIA DE MUESTREO

La frecuencia del muestreo en la red de distribución está sujeto a las disposiciones de la resolución 2115 de 2007, siendo ésta de 92 muestras mensuales para análisis bacteriológico, según la cantidad de población atendida y de dos muestras diarias para análisis fisicoquímico.

PUNTO DE MUESTREO	FRECUENCIA	No. DE MUESTRAS	CANTIDAD
Muestras puntuales en PTAP	Diaria	2	500 mL
Tanque 3			
Análisis Físico	Diaria	3	500 mL
Análisis Químico	Semanal	1	1000 mL
Muestras en Red de Distribución			
Análisis Microbiológico	Diaria	6	250 mL
Análisis Físico-Químico	Diaria	2	1000 mL
Muestras en Fuentes de Abastecimiento	Mensual	1	1 Galón

RESPONSABLES

Auxiliar de laboratorio, Profesional de Apoyo Laboratorio.

DOCUMENTOS O REGISTROS

Los siguientes documentos se deben diligenciar cada vez que se desarrollen procesos de monitoreo en la red de distribución y se soliciten informe de calidad de agua.

DOCUMENTO

CÓDIGO

Formato para monitoreo y control de calidad de agua en la red de distribución	112.00.51.07.15.01
Formato de análisis físico-químico muestras de red de distribución	112.00.51.07.15.02
Formato de control de recepción de muestras laboratorio PTAP	112.00.51.07.15.03
Formato de informe de calidad de agua	112.00.51.07.15.04
Formato de consolidación de informes de calidad de agua	112.00.51.07.15.05
Formato Plan de Muestreo	112.00.51.07.15.06

2. Aprobaciones:


Revisado Cargo: Director Técnico	Aprobado Cargo: Gerente

3. Bitácora de Actualización:

Versión	Fecha de Aprobación	Ítem Modificado	Motivo	Aprobado por:
03	18 Marzo de 2010	Todos	Aprobación Modificación	Gerente.

ANEXO D. Análisis a muestras de fincas y fuentes de abastecimiento.

FINCAS

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código 112.00.51.07.15.04	
	Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	064		Fecha de Muestreo: Marzo 18 de 2010
Fuente de Abastecimiento:	Pozo Profundo		Hora de Muestreo: 9:25 a.m.
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Vereda El Amparo
	Químico	x	Zona: Finca El Viento
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: Pozo
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Ing. Carolina Vargas			
Aforador: Maria Graciela Socha			
Analista: Maribel Patacón Pedraza - Jhean Perez			

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	No Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	49
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	6,84
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	8
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	28,0
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	59,6
pH	Unidades	Electrométrico	6
Temperatura	°C	Electrométrico	26,00
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	54
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	19,8
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	96,3
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	13,2
Aluminio	Al ⁺³	Espectrofotométrico	0,012
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,78
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	6
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,008


PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Maribel Patacón Pedraza

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	065	Fecha de Muestreo: Marzo 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Pozo Profundo	Hora de Muestreo: 9:43 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Vereda El Amparo
	Químico	x	Zona: Finca Las Acacias
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: Pozo
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Ing. Carolina Vargas			
Aforador: María Graciela Socha			
Analista: Maribel Patacón Pedraza - Jhean Perez			

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	No Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	196
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	24,7
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	35
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	43,2
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	91,3
pH	Unidades	Electrométrico	6,27
Temperatura	°C	Electrométrico	26,40
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	63
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	38
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	32,8
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	18
Aluminio	Al ³⁺	Espectrofotométrico	0,038
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	7,39
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	5
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,015


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Maribel Patacón Pedraza

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	066	Fecha de Muestreo: Marzo 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Pozo Profundo	Hora de Muestreo: 10:05 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Vereda El Amparo
	Químico	x	Zona: Finca Las Acacias 2
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: Pozo
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Ing. Carolina Vargas			
Aforador: María Graciela Socha			
Analista: Maribel Patacón Pedraza - Jhean Perez			

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	No Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	20
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	3,61
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	4
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	35,1
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	74,4
pH	Unidades	Electrométrico	5,99
Temperatura	°C	Electrométrico	26,40
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	55
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	27,6
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	25,4
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	15,2
Aluminio	Al ³⁺	Espectrofotométrico	0,008
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,1
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	5
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,004


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Maribel Patacón Pedraza

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	067		Fecha de Muestreo: Marzo 18 de 2010
Fuente de Abastecimiento:	Pozo Profundo		Hora de Muestreo: 10:38 a.m.
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Vereda El Amparo
	Químico	x	Zona: Finca La Florida
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo:
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Ing. Carolina Vargas			
Aforador: María Graciela Socha			
Analista: Maribel Patacón Pedraza - Jhean Perez			

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	No Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	1
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	0,387
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	1
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	38,4
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	81,3
pH	Unidades	Electrométrico	6,13
Temperatura	°C	Electrométrico	26,10
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	61
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	37,2
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	17,9
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	17,6
Aluminio	Al ⁺³	Espectrofotométrico	0,066
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	11,12
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	2
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,005


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Maribel Patacón Pedraza

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento		
			Formato		
	Fecha Elaboración 15 de Septiembre de 2008		Fecha Última Modificación 19 Octubre de 2009		Código
					112.00.51.07.15.04
		Versión	Página		
		3	1 de 1		

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	068	Fecha de Muestreo: Marzo 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Pozo Profundo	Hora de Muestreo: 11:12 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Vereda El Amparo
	Químico	x	Zona: Finca Santa Helena
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: Pozo
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Ing. Carolina Vargas			
Aforador: Maria Graciela Socha			
Analista: Maribel Patacón Pedraza - Jhean Perez			

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	No Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	9
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	1,57
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	37,7
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	79,7
pH	Unidades	Electrométrico	6,14
Temperatura	°C	Electrométrico	26,40
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	71
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	36
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	19,6
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	15,2
Aluminio	Al ⁺³	Espectrofotométrico	0,061
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	9,62
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	2
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,006


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Maribel Patacón Pedraza

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento		
			Formato		
			Código		
		112.00.51.07.15.04			
Fecha Elaboración		Fecha Última Modificación		Versión	Página
15 de Septiembre de 2008		19 Octubre de 2009		3	1 de 1

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	069		Fecha de Muestreo: Marzo 18 de 2010
Fuente de Abastecimiento:	Pozo Profundo		Hora de Muestreo: 12:25 m.
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Vereda El Amparo
	Químico	x	Zona: Finca La Piragua
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: Pozo
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Ing. Carolina Vargas			
Aforador: Maria Graciela Socha			
Analista: Maribel Patacón Pedraza - Jhean Perez			

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	No Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	103
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	20,1
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	18
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	21,0
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	45
pH	Unidades	Electrométrico	5,66
Temperatura	°C	Electrométrico	26,70
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	62
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	15,6
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	17,2
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	19,6
Aluminio	Al ³⁺	Espectrofotométrico	0,011
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	1,07
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	1
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,007

PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-


Maribel Patacón Pedraza

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

FUENTES DE ABASTECIMIENTO

 <p style="font-size: small;">Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Yopal E.S.P.</p>	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración		Fecha Última Modificación		Versión
15 de Septiembre de 2008		19 Octubre de 2009		3
				Página
				1 de 1

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	029	Fecha de Muestreo: Diciembre 16 de 2009	
Fuente de Abastecimiento:	Rio Cravo Sur	Hora de Muestreo: 3:45 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Estación de Bombeo Rio
	Químico	x	Zona: Puente La Cabuya
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas abajo de la estación
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Unidad Ambiental: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Nancy Parra			
Analista: María Graciela Socha - Jhean Perez			

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color aparente	UPC	Espectrofotométrico	30
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	4,36
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	4
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	77,0
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	161,2
pH	Unidades	Electrométrico	7,2
Temperatura	°C	Electrométrico	21,20
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	23
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	45,5
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	51,6
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	31,6
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,11
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	11
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,006


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
	Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página
	15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	030	Fecha de Muestreo: Diciembre 16 de 2009	
Fuente de Abastecimiento:	Rio Cravo Sur	Hora de Muestreo: 5:00 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Estación de Bombeo Rio
	Químico	x	Zona: Puente La Cabuya
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la estación
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Unidad Ambiental: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Nancy Parra			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	32
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	5,00
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	4
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	97,1
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	203
pH	Unidades	Electrométrico	7,13
Temperatura	°C	Electrométrico	21,60
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	24
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	50
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	53,6
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	39,2
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,13
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	11
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,005


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
	Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página
	15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	028	Fecha de Muestreo: Diciembre 16 de 2009	
Fuente de Abastecimiento:	Calabozá	Hora de Muestreo: 2:54 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Calabozá
	Químico	x	Zona: Vereda Calabozá
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Unidad Ambiental: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Nancy Parra			
Analista: María Graciela Socha - Jhean Pérez			

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	33
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	3,89
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	Electrométrico	4
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	12,3
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	26,8
pH	Unidades	Electrométrico	7,2
Temperatura	°C	Electrométrico	22,10
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	17
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	19,2
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	11,9
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	18
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,19
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	1
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,005


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Pérez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	026	Fecha de Muestreo: Diciembre 16 de 2009	
Fuente de Abastecimiento:	Tablona	Hora de Muestreo: 9:52 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Tablona
	Químico	x	Zona: Vereda Guayaquito
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Unidad Ambiental: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Nancy Parra			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	13
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	1,42
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	20,3
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	43,4
pH	Unidades	Electrométrico	7,41
Temperatura	°C	Electrométrico	23,50
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	20
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	15,2
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	15,8
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	18
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,06
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	5
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,003


PARAMETROS BACTERIOLOGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	027	Fecha de Muestreo: Diciembre 16 de 2009	
Fuente de Abastecimiento:	Tablona	Hora de Muestreo: 11:22 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Tablona
	Químico	x	Zona: Vereda Guayaquito
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas abajo de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica			
Solicitante: Unidad Ambiental: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Nancy Parra			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	15
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	1,96
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	22,1
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	47,2
pH	Unidades	Electrométrico	7,44
Temperatura	°C	Electrométrico	23,90
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	21
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	14,3
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	17,1
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	17,6
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,07
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	7
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,003


PARAMETROS BACTERIOLOGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
	112.00.51.07.15.04		Versión	Página
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	3	1 de 1	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009			

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	054	Fecha de Muestreo: Febrero 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Calabozza	Hora de Muestreo: 4:30 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Calabozza
	Químico	x	Zona: Vereda Calabozza
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas aarriba de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Natalia Garces			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	27
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	3.01
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	Electrométrico	3
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	14.9
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	32.3
pH	Unidades	Electrométrico	6.87
Temperatura	°C	Electrométrico	20.70
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	13
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	19.6
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	13.3
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	10.1
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0.21
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	0
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0.004


PARÁMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	052	Fecha de Muestreo: Febrero 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Rio Cravo Sur	Hora de Muestreo: 3:00 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Estación de Bombeo Rio
	Químico	x	Zona: Puente La Cabuya
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la estación
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Natalia Garces			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	15
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	1.34
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	108.7
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	227
pH	Unidades	Electrométrico	6.73
Temperatura	°C	Electrométrico	20.80
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	15
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	76
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	56.8
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	44
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0.11
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	11
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0.003


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	053	Fecha de Muestreo: Febrero 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Rio Cravo Sur	Hora de Muestreo: 3:30 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Estación de Bombeo Rio
	Químico	x	Zona: Puente La Cabuya
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas abajo de la estación
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Natalia Garces			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	14
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	1.33
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	106.7
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	223
pH	Unidades	Electrométrico	6.9
Temperatura	°C	Electrométrico	20.50
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	15
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	56
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	65.2
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	38.1
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0.12
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	10
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0.004


PARAMETROS BACTERIOLOGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	050	Fecha de Muestreo: Febrero 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Tablona	Hora de Muestreo: 11:59 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Tablona
	Químico	x	Zona: Vereda Guayaquito
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Natalia Garces			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	8
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	0.73
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	21.4
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	45.9
pH	Unidades	Electrométrico	6.97
Temperatura	°C	Electrométrico	20.80
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	10
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	7.2
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	17.8
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	15.6
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0.04
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	6
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0.003


PARAMETROS BACTERIOLOGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	051	Fecha de Muestreo: Febrero 18 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Tablona	Hora de Muestreo: 12:58 m	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Tablona
	Químico	x	Zona: Vereda Guayaquito
	Bacteriológico	x	Punto de Muestreo: 100 m aguas abajo de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Natalia Garces			
Analista: Maria Graciela Socha - Jhean Perez			

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	8
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	0.517
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	2
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	24.2
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	51.6
pH	Unidades	Electrométrico	6.97
Temperatura	°C	Electrométrico	20.90
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	12
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	14
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	23.2
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	10.7
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0.06
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	7
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0.003


PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	Incontables

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	063	Fecha de Muestreo: Marzo 17 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Rio Cravo Sur	Hora de Muestreo: 4:39 p.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Estación de Bombeo Rio
	Químico	x	Zona: Puente La Cabuya
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la estación
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Johnny Torres			
Analista: Jhean Perez			

PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	64
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	6,9
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	7
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	87,2
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	182,4
pH	Unidades	Electrométrico	7,41
Temperatura	°C	Electrométrico	25,50
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	23
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	50
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	63,9
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	28,8
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,22
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	14
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,007


PARAMETROS BACTERIOLOGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio

	FORMATO DE INFORME DE CALIDAD DE AGUA		Tipo de Documento	
			Formato	
			Código	
			112.00.51.07.15.04	
Fecha Elaboración	Fecha Última Modificación	Versión	Página	
15 de Septiembre de 2008	19 Octubre de 2009	3	1 de 1	

DATOS DE REFERENCIA			
Número de Informe	062	Fecha de Muestreo: Marzo 17 de 2010	
Fuente de Abastecimiento:	Tablona	Hora de Muestreo: 9:10 a.m.	
Tipo de Análisis	Físico	x	Dirección: Bocatoma La Tablona
	Químico	x	Zona: Vereda Guayaquito
	Bacteriológico	-	Punto de Muestreo: 100 m aguas arriba de la bocatoma
Normatividad Vigente de Control: Decreto 1575 de 2007, Resolución 2115 de 2007			
Interés del Informe: Dirección Técnica - Unidad Ambiental			
Solicitante: Ing. Sonia Vargas			
Aforador: Johnny Torres			
Analista: Jhean Perez			

PARAMETROS FISICO-QUIMICOS			
PARÁMETRO	EXPRESADOS COMO	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
Olor y Sabor	Aceptable ó No Aceptable	Organoléptico	Aceptable
Cloro Residual	mg/L	Espectrofotométrico	-
Color Aparente	UPC	Espectrofotométrico	21
Turbiedad	UNT	Nefelométrico	2,69
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Electrométrico	3
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Espectrofotométrico	21,9
Conductividad	µS/cm	Electrométrico	46,7
pH	Unidades	Electrométrico	7,68
Temperatura	°C	Electrométrico	25,00
Acidez	CaCO ₃	Titulador Digital	14
Alcalinidad Total	CaCO ₃	Titulador Digital	17,6
Dureza Total	CaCO ₃	Titulador Digital	21,3
Cloruros	Cl ⁻	Titulador Digital	14
Hierro	Fe	Espectrofotométrico	0,09
Sulfato	SO ₄ ⁻²	Espectrofotométrico	7
Nitritos	NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico	0,004

PARAMETROS BACTERIOLÓGICOS			
PARÁMETRO	UNIDADES	MÉTODO UTILIZADO	VALOR OBTENIDO
E-COLI	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
COLIFORMES TOTALES	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-
MESÓFILOS	UFC / 100 cm ³	Filtración por membrana	-

Jhean Perez

Analista

Fredy Alberto Vargas

Profesional Adscrito a PTAP & Laboratorio