



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PLANTA EXPERIMENTAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS**



2I – 133

Caracas, 12 de octubre de 2021

**Señores
Organización Gente de Soluciones
Valencia – Edo. Carabobo.-**

Att. Sr. Yván Serra

Estimados Señores:

Es grato dirigirnos a Uds. en la oportunidad de saludarles, así como remitirles Informe Final correspondiente a los resultados de la Captación y Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos realizados a muestras de agua procedentes del Acueducto Regional del Centro, en el marco del Proyecto Unidos por la Calidad del Agua.

Este informe final incluye la muestra procedente del Acueducto Tinaquillo que no pudo ser captada en el período correspondiente a la captación de las muestras procedentes de los sistemas Acueducto Regional del Centro 1 y Acueducto Regional del Centro 2, cuyos resultados fueron enviados en Informe de Avance el pasado 16 de agosto, debido a que la planta de tratamiento Tigua estuvo fuera de servicio durante los días de la campaña de monitoreo y días posteriores, por las fuertes lluvias en el estado Cojedes.

Atentamente,



Profa. MARÍA VIRGINIA NAJUL S.
Jefe (e) Planta Experimental
de Tratamiento de Aguas

Anexo: lo indicado.-



INFORME PARA: ORGANIZACIÓN GENTE DE SOLUCIONES
Att. Sr. Yván Serra

I. OBJETO

Presentar los resultados obtenidos en la Captación y Análisis Físico-Químicos y Bacteriológicos de muestras de agua, procedentes del Acueducto Regional del Centro, en el marco del Proyecto Unidos por la Calidad del Agua, en sitios seleccionados por Uds.

II. ACTIVIDADES REALIZADAS

Con base en las especificaciones señaladas por uds., en cuanto a los sitios y análisis a realizar, se diseñó el programa de captación y análisis de muestras procedentes de Acueducto Regional del Centro, que se describe a continuación:

II.1. Traslado de equipos e instalación de laboratorio provisional

El día 19 de julio de 2021 el personal de la Planta Experimental se trasladó a la ciudad de Valencia, llevando consigo, además de los instrumentos y materiales de captación, los equipos para análisis en el sitio, así como los requeridos para la realización de análisis bacteriológicos. Para ello se instaló un laboratorio provisional, de manera minimizar el tiempo transcurrido entre la captación y análisis bacteriológicos de las muestras, el cual debe ser menor a 6 horas, según la metodología estándar.

Posteriormente, el día 29 de septiembre el personal de la Planta Experimental se trasladó a la ciudad de Tinaquillo, para realizar la captación y análisis en el sitio de la muestra correspondiente al Acueducto Tinaquillo.

II.2. Ubicación de los sitios y captación de muestras preliminares.

Una vez instalado el laboratorio provisional, el mismo día 19 de julio se visitaron algunos sectores de la ciudad de Valencia, que habían sido seleccionados para la captación de muestras, acompañados por el Sr. Yván Serra, a fin de verificar la idoneidad y condiciones sanitarias de los puntos. Se consideraron sitios adecuados, aquellos en los cuales se pudiera garantizar que la muestra correspondiera al agua procedente directamente de la red de distribución, sin pasar por tanque de almacenamiento alguno. Se indagó sobre los días que recibían agua y se captaron algunas muestras preliminares para análisis de conductividad específica y cloro residual, que permitieran confirmar que el agua provenía de la planta potabilizadora Alejo Zuloaga.

Las distancias no permitieron realizar esta actividad en todos los sitios seleccionados, por lo cual, en los otros sectores, esto se realizó previo al momento de captación establecido.



Cabe resaltar que esta actividad requirió de una inversión de tiempo importante, lo que limitó el número de muestras captadas por día. Si bien los sitios habían sido seleccionados nominalmente, aspectos como la discontinuidad del servicio, el abastecimiento a partir de pozos en algunos sitios, el desconocimiento de la incorporación de agua proveniente de pozos al acueducto y las dificultades de obtener permiso para la captación en algunos sitios idóneos, entre otros, obstaculizaron la ejecución del programa de monitoreo.

II.2. Captación, tipo de muestras y traslado

Durante los días 20, 21, 22 y 24 de julio, se captaron diez (10) muestras instantáneas para análisis en el sitio, diez (10) muestras instantáneas para análisis físico-químicos y diez (10) muestras instantáneas para análisis bacteriológicos en el mismo número de sitios, en la entrada a tanques de almacenamiento de agua y en grifos ubicados en patios y jardines, para garantizar que el agua correspondiera a la suministrada directamente a través de la red de distribución, sin ser sometida a almacenamiento previo. En el caso de los grifos, se drenó abundante cantidad de agua y flambearon previo a la toma de muestras, para evitar interferencia de factores locales.

Una de las muestras captadas, correspondiente al Sistema Acueducto Tinaquillo, fue descartada, debido a que se conoció que, al momento de la captación, la planta potabilizadora Tirgua estaba fuera de servicio, debido a las condiciones hidrometeorológicas locales. Tal como se comentó, el 29 de septiembre de 2021 se captó la muestra en un sitio distinto, ya que en el seleccionado anteriormente no había agua.

Las muestras fueron preservadas en el sitio y trasladadas bajo refrigeración, hasta el laboratorio provisional, donde se realizaron los análisis bacteriológicos y se mantuvieron refrigeradas hasta su traslado, al finalizar la campaña de captación, hasta los laboratorios de la Planta Experimental de Tratamiento de Aguas, Universidad Central de Venezuela, donde se realizaron el resto de las determinaciones físico-químicas.

La muestra captada en el Sistema Acueducto Tinaquillo fue preservada y trasladada el mismo día bajo refrigeración, hasta los laboratorios de la Planta Experimental de Tratamiento de Aguas, Universidad Central de Venezuela.

Aquellas determinaciones para las cuales no existe método de preservación alguna, fueron analizadas en el sitio.

En la tabla 1 se detallan los sitios donde fueron captadas las muestras, sistema del que reciben agua, estado, municipio, parroquia, fecha de captación, así como observaciones asociadas al punto y condiciones de la captación.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PLANTA EXPERIMENTAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS



Tabla 1. Sitios de captación

Sitio de captación	Sistema	Estado	Municipio	Parroquia	Fecha de captación	Observaciones
Escuela Básica Benigna Reyes	Regional del Centro 1	Carabobo	Valencia	Miguel Peña	20/07/2021 22/07/2021	Estaba prevista la captación a la salida de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga, pero no se obtuvo permiso para ello. Este sitio se encuentra muy cerca de la salida de la planta . Se capturaron dos (2) muestras, una en cada uno de los días cuando se capturaron muestras en las redes baja, media y alta de Valencia
Vivienda en el sector La Romana	Regional del Centro 1	Carabobo	Valencia	Candelaria	20/07/2021	Este sitio corresponde a la red baja de Valencia, que no había sido considerado inicialmente. Sustituye a uno de los sitios previamente indicados en la red media
Colegio Sagrado Corazón – Los Colorados	Regional del Centro 1	Carabobo	Valencia	San José	22/07/2021	Este sitio corresponde a la red media de Valencia
Conj. Residencial Los Caracaras	Regional del Centro 1	Carabobo	Valencia	Naguanagua	22/07/2021	Este sitio corresponde a la red alta de Valencia
Vivienda en la Zona de Boquerón	Regional del Centro 2	Carabobo	Valencia	Central Tacarigua	21/07/2021	Es el sitio más cercano que se pudo ubicar a la salida de la Planta Potabilizadora Lucio Baldó
Vivienda Urb. La Esmeralda	Regional del Centro 2	Aragua	Girardot	Pedro José Ovalles	24/07/2021	Este sitio corresponde a la zona sur de Maracay
Vivienda Sector Piñonal Sur	Regional del Centro 2	Aragua	Girardot	Joaquín Crespo	21/07/2021	Este sitio sustituye el previsto en la Ciudad de Cagua , donde no identificó algún punto con agua proveniente del acueducto
Vivienda Sector San José	Regional del Centro 2	Aragua	Girardot	Madre María de San José	21/07/2021	En este sitio se captó una muestra adicional en Maracay, caracterizado por servir de llenadero de botellones
Vivienda Urb. Tamanaco	Acueducto Tinaquillo	Cojedes	Tinaquillo	Tinaquillo	29/09/2021	Esta muestra sustituyó la muestra captada en los Bomberos, la cual fue descartada debido a que la Planta Potabilizadora Tírgua estaba fuera de servicio



Las figuras 1, 2, 3 y 4 muestran una vista general de la zona que abarcó el programa de muestreo, los sitios correspondientes al Sistema Regional del Centro 1, los sitios correspondientes al Sistema Regional del Centro 2, y el sitio correspondiente al Acueducto Tinaquillo, respectivamente.



Figura 1. Vista general del área de muestreo

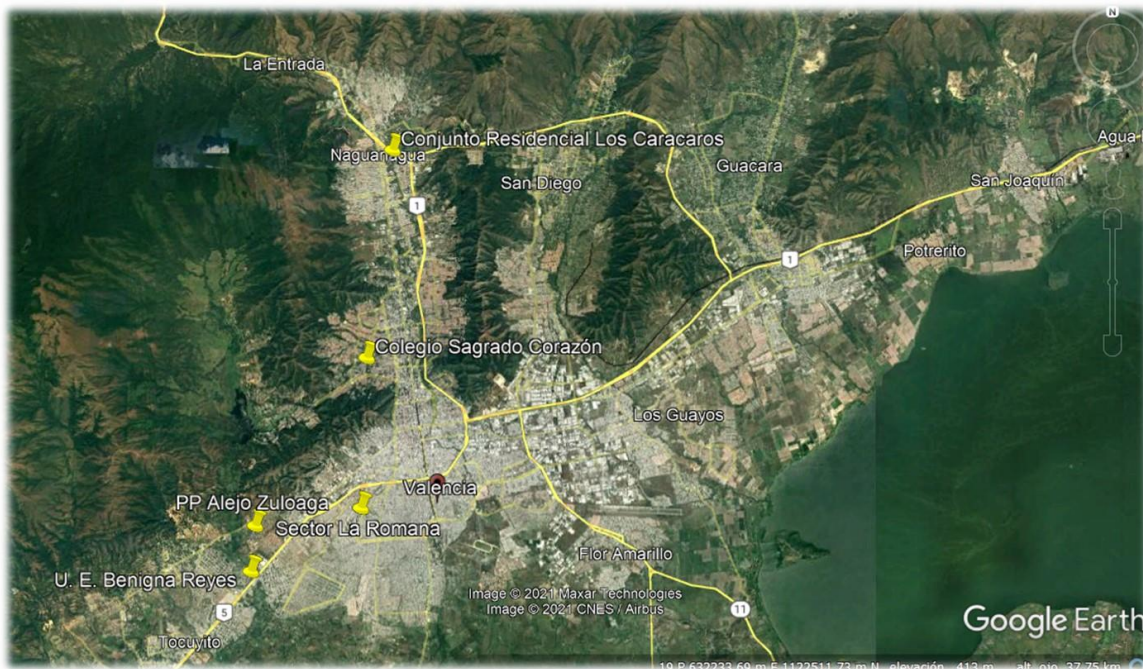


Figura 2. Ubicación de los sitios de captación del Sistema Regional del Centro 1

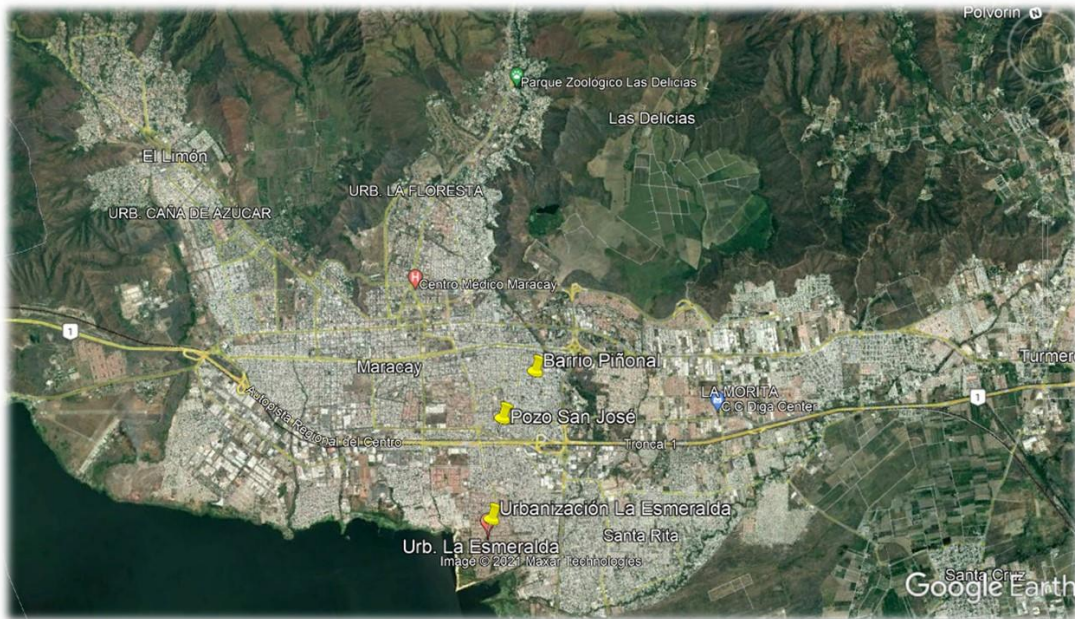


Figura 3. Ubicación de los sitios de captación del Sistema Regional del Centro 2

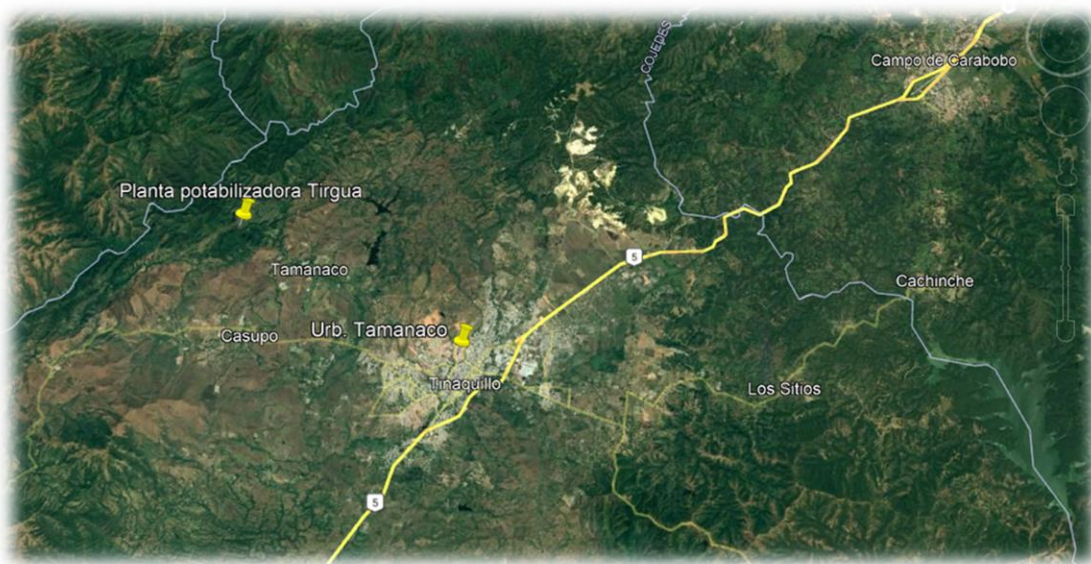


Figura 4. Ubicación del sitio de captación del Acueducto Tinaquillo

Las figuras 5, 6 y 7 muestran los puntos de captación correspondientes al Sistema Regional del Centro 1, Sistema Regional del Centro 2 y Acueducto Tinaquillo, respectivamente



Figura 5. Imágenes de los puntos de captación de muestras - Sistema Regional 1



Figura 6. Imágenes de los puntos de captación de muestras - Sistema Regional 2



Figura 7. Imagen del punto de captación de muestras – Acueducto Tinaquillo



II.3. Análisis realizados y metodología analítica

La tabla 2 presenta las determinaciones realizadas, así como la metodología analítica utilizada en cada caso.

Tabla 2. Metodología Analítica

CARACTERÍSTICA	MÉTODO	CÓDIGO SM 23*
Aspecto	Descripción	2110
Temperatura	Método de campo	2550 B
Turbiedad	Nefelométrico	2130 B
Color	Comparación Visual	2120 B
Conductividad específica	Conductimétrico	2510 B
pH	Electrométrico	4500-H ⁺ B
Sólidos totales	Gravimétrico	2540 B
Sólidos disueltos	Gravimétrico	2540 C
Sólidos suspendidos	Gravimétrico	2540 D
Dureza	Cálculo	2340 B
Alcalinidad	Titulométrico	2320 B
Fluoruros	Cromatografía Iónica	4110 B
Cloruros	Cromatografía Iónica	4110 B
Sulfatos	Cromatografía Iónica	4110 B
Nitritos	Cromatografía Iónica	4110 B
Nitratos	Cromatografía Iónica	4110 B
Ortofosfatos	Cromatografía Iónica	4110 B
Metales	Espectrofotometría de Absorción Atómica	3111 B
Aluminio	Colorimétrico	3500-Al B
Nitrógeno Amoniacal	Colorimétrico	4500 NH ₃ F
Nitrógeno Orgánico	Kjeldahl	4500 N _{org} B
Fósforo Orgánico e inorgánico	Colorimétrico	4500-P E
Hidrocarburos totales	Gravimétrico	5520 F
Cloro residual libre y total	DPD Colorimétrico	4500-Cl G
Coliformes Totales	Filtración por Membrana	9222 B
Coliformes Fecales	Filtración por Membrana	9222 D
Organismos Heterotróficos	Conteo en placa	9215 B

*: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA-AWWA-WEF, Ed. 23, 2017.



III. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos de las muestras de agua captadas en los distintos sitios del Sistema Regional del Centro 1, Sistema Regional del Centro 2 y Acueducto de Tinaquillo, organizados en tablas, agrupados de forma de facilitar su análisis por sistemas de la red de distribución. Para su comparación, se anexan los valores deseables y los máximos aceptables en las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, Gaceta N° 36395 del 13/02/1998, que permiten visualizar el cumplimiento de la misma.

Sistema Regional del Centro 1

La tabla 3 presenta los resultados de los análisis realizados a muestras provenientes del Sistema Regional del Centro 1, en el sitio cercano a la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga y en el correspondiente a la red baja.

Tabla 3. Resultados Análisis Fisicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1 – Primera parte – Red Baja

REFERENCIA PETA	6621	6721	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable; Gaceta N° 36395 del 13/02/1998	
LUGAR DE CAPTACIÓN	Escuela Básica Benigna Reyes	Vivienda La Romana		
SITIO DE CAPTACIÓN	Patio de la Escuela	Grifo en el jardín		
FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN	20/07/2021; 12:30 pm	20/07/2021; 1:30 pm		
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	ARC 1-1	ARC 1-2	<i>Valor deseable</i>	<i>Valor máximo aceptable</i>
TIPO DE MUESTRA	Instantánea	Instantánea		
ASPECTO *	Ligeramente coloreada	Clara. Lig. coloreada		
TEMPERATURA (°C)*	28,6	28,1		
TURBIEDAD (UNT)	5	5	1,0	5
COLOR VERDADERO (UCV)	<5	<5	<5	15
COLOR APARENTE (UC)	15	5		
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (µS/cm)*	286	287		
SOLIDOS TOTALES (mg/l)	206	192		
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	196	182	600	1000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	10	10		
pH *	6,8	6,9	6,5 - 8,5	9,0
ALCALINIDAD A pH 8,3 (mg CaCO ₃ /l)*	0	0		
A pH 4,5 (mg CaCO ₃ /l)*	90	100		

Continúa...



Tabla 3. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1 – Primera parte – Red Baja (continuación)

REFERENCIA PETA	6621	6721	Valor deseable	Valor máximo aceptable
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	91	96	250	500
CÁLCICA (mg/l CaCO ₃)	62	67		
MAGNÉSICA (mg/l CaCO ₃)	29	29		
CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	90	96		
NO CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	1	0		
ÍNDICE DE LANGELIER	-1,15	-0,97		
FLUORUROS (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,6	0,8
CLORUROS (mg/l)	25	22	250	300
SULFATOS (mg/l)	20	19	250	500
NITRITOS (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable		0,01
NITRATOS (mg/l N)	0,17	0,14		10
NITRITOS + NITRATOS (mg/l N)	0,02	0,01		**
NITRÓGENO AMONIACAL (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable		
NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable		
ORTOFOSFATOS (mg/l P)	Inapreciable	Inapreciable		
FÓSFORO INORGÁNICO (mg/L P)	Inapreciable	Inapreciable		
FÓSFORO ORGÁNICO (mg/L P)	Inapreciable	Inapreciable		
CALCIO (mg/l)	25	27		
MAGNESIO (mg/l)	7	7		
SODIO (mg/l)	18	19	200	200
POTASIO (mg/l)	5	5		
HIERRO TOTAL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,1	0,3
HIERRO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		
MANGANESO TOTAL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,1	0,5
MANGANESO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		
NÍQUEL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,02
CADMIO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,003
CINC (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	3,0	5,0
COBRE (mg/l)	0,10	0,10		2,0

Continúa...



Tabla 3. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1 – Primera parte – Red Baja (continuación)

REFERENCIA PETA	6621	6721	Valor deseable	Valor máximo aceptable
CROMO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,05
ALUMINIO (mg/l)	0,03	0,04	0,1	0,2
HIDROCARBUROS TOTALES (mg/L)	Inapreciable	Inapreciable		
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	1,0	1,0	0,3-0,5 (a lo largo de la red)	
CLORO RESIDUAL TOTAL (mg/L)	1,3	1,5		1
COLIFORMES TOTALES (ufc/100 ml)	0	0		0
COLIFORMES FECALES (ufc/100 ml)	0	0		0
ORGANISMOS HETEROTROFOS (ufc/ml)	30	6		100

*: Análisis en sitio

** : La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad.

Las muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1, que incluyen un lugar cercano de la salida de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga y un punto correspondiente a la red baja, tienen características muy similares entre sí. Su aspecto es ligeramente coloreado, aunque más clara en el sitio correspondiente a la red baja, reflejado en los resultados de color aparente.

Los componentes relativos a la calidad organoléptica: turbiedad, color verdadero, sólidos disueltos totales, pH, dureza, aluminio, cloruros, cobre, hierro total, manganeso total, sodio, sulfatos y cinc, tienen concentraciones inferiores a los valores máximos aceptados en las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, e incluso, excepto la turbiedad, inferiores a los valores deseables.

El resto de las concentraciones de los parámetros físico-químicos analizados también resultaron inferiores a los máximos permitidos, excepto el cloro residual libre, cuya concentración de 1 mg/l en ambas muestras, supera el intervalo recomendado entre 0,3 – 0,5 mg/l; el cloro residual total también supera el valor máximo aceptable de 1 mg/l . Sin embargo, dada la intermitencia del servicio y longitud de las redes de distribución, estos valores pudieran estar justificados.

El índice de Langelier negativo, refleja su carácter disolvente, lo que unido a la presencia de cloro, tiende a deteriorar el interior de las tuberías de distribución.



Las concentraciones de nitrógeno amoniacal y orgánico, fósforo orgánico, así como los hidrocarburos totales, que no aparecen reglamentadas en la normativa, pero que fueron analizados a solicitud del contratante, también resultaron inapreciables.

Con respecto de los análisis bacteriológicos, en ninguna de las muestras se desarrollaron coliformes totales ni fecales y la densidad de organismos heterótrofos aerobios no superó el valor máximo normativo de 100 ufc/ml.

La tabla 4 presenta los resultados de los análisis realizados a muestras provenientes del Sistema Regional del Centro 1, correspondientes a las redes media y alta. Como se comentó anteriormente, el mismo día se repitió la captación en el sitio cercano a la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga para su correlación.

Tabla 4. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1 – Segunda parte – Redes Media y Alta

REFERENCIA PETA	7221	7321	7421		
LUGAR DE CAPTACIÓN	E. B. Benigna Reyes	Col. Sagrado Corazón	Res. Los Caracaras	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable; Gaceta Nº 36395 del 13/02/1998	
SITIO DE CAPTACIÓN	Patio de la Escuela	Entrada tanque	Grifo en el parque		
FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN	22/07/2021; 9:00 am	22/07/2021; 9:50 am	22/07/2021; 10:45 am		
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	ARC 1-4	ARC 1-5	ARC 1-6		
TIPO DE MUESTRA	Instantánea	Instantánea	Instantánea	Valor deseable	Valor máximo aceptable
ASPECTO *	Ligeramente Turbia	Lig. Turbia, Amarillenta	Lig. Turbia, Amarillenta		
TEMPERATURA (°C)*	27,1	27,7	27,4		
TURBIEDAD (UNT)	5	5	5	1,0	5
COLOR VERDADERO (UCV)	<5	<5	<5	<5	15
COLOR APARENTE (UC)	15	20	20		
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (µS/cm)*	280	281	280		
SOLIDOS TOTALES (mg/l)	204	206	202		
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	192	192	194	600	1000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	12	14	8		
pH *	6,8	6,8	6,9	6,5 - 8,5	9,0
ALCALINIDAD A pH 8,3 (mg CaCO ₃ /l)*	0	0	0		
A pH 4,5 (mg CaCO ₃ /l)*	50	52	52		

Continúa...



Tabla 4. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1 – Segunda parte – Red Media y Alta (continuación)

REFERENCIA PETA	7221	7321	7421	Valor deseable	Valor máximo aceptable
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	85	90	96	250	500
CÁLCICA (mg/l CaCO ₃)	60	65	67		
MAGNÉSICA (mg/l CaCO ₃)	25	25	29		
CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	50	52	52		
NO CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	35	38	44		
ÍNDICE DE LANGELIER	-1,42	-1,37	-1,25		
FLUORUROS (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	0,6	0,8
CLOURS (mg/l)	47	45	46	250	300
SULFATOS (mg/l)	24	24	24	250	500
NITRITOS (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		0,01
NITRATOS (mg/l N)	0,09	0,07	0,06		10
NITRITOS + NITRATOS (mg/l N)	0,01	0,01	0,01		**
NITRÓGENO AMONIACAL (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
ORTOFOSFATOS (mg/l P)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
FÓSFORO INORGÁNICO (mg/L P)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
FÓSFORO ORGÁNICO (mg/L P)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
CALCIO (mg/l)	24	26	27		
MAGNESIO (mg/l)	6	6	7		
SODIO (mg/l)	20	17	17	200	200
POTASIO (mg/l)	5	5	5		
HIERRO TOTAL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	0,1	0,3
HIERRO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
MANGANESO TOTAL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	0,1	0,5
MANGANESO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
NÍQUEL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		0,02
CADMIO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		0,003
CINC (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable	3,0	5,0

Continúa...



Tabla 4. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1 – Segunda parte – Red Media y Alta (continuación)

REFERENCIA PETA	7221	7321	7421	Valor deseable	Valor máximo aceptable
COBRE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,04		2,0
CROMO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		0,05
ALUMINIO (mg/l)	0,03	0,06	0,03	0,1	0,2
HIDROCARBUROS TOTALES (mg/L)	Inapreciable	Inapreciable	Inapreciable		
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	0,8	0,8	0,5	0,3-0,5 (a lo largo de la red)	
CLORO RESIDUAL TOTAL (mg/L)	1,2	1,1	1,0		1
COLIFORMES TOTALES (ufc/100 ml)	0	0	0		0
COLIFORMES FECALES (ufc/100 ml)	0	0	0		0
ORGANISMOS HETEROTROFOS (ufc/ml)	48	8	1		100

*: Análisis en sitio

** : La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad.

Las muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 1, captadas un día distinto a las reportadas en la tabla anterior, incluyen el mismo lugar cercano de la salida de la Planta Potabilizadora Alejo Zuloaga y dos puntos correspondientes a la red media y alta. Igual que el caso anterior, tienen características muy similares entre sí. Su aspecto es ligeramente turbio y coloreado, mayor en los puntos de la red media y alta, reflejado en el incremento de los resultados de color aparente, los cuales en esta segunda oportunidad son ligeramente superiores al primer día. Esto demuestra la importancia de captar los puntos de la red, el mismo día que la salida de la planta potabilizadora, para poder relacionarlos.

Igual que en la primera oportunidad, los componentes relativos a la calidad organoléptica: turbiedad, color verdadero, sólidos disueltos totales, pH, dureza, aluminio, cloruros, cobre, hierro total, manganeso total, sodio, sulfatos y cinc, tienen concentraciones inferiores a los valores máximos aceptados por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, e incluso, excepto la turbiedad, inferiores a los valores deseables.

El resto de las concentraciones de los parámetros físico-químicos analizados también resultaron inferiores a los máximos permitidos, excepto el cloro residual libre, cuya concentración de 0,8 mg/l en la muestra cercana a la planta potabilizadora y el punto en la red media, supera el intervalo recomendado entre 0,3 – 0,5 mg/l; el cloro residual total



también supera el valor máximo aceptable de 1 mg/l. Sin embargo, esto puede justificarse, dada la intermitencia del servicio y longitud de las redes de distribución. En efecto, de no tener esa concentración cerca de la planta, probablemente el resultado del cloro residual libre obtenido en el punto de la red alta, no habría estado en el intervalo recomendado.

El índice de Langelier negativo, refleja su carácter disolvente, lo que unido a la presencia de cloro, tiende a deteriorar el interior de las tuberías de distribución.

Igual que en las muestras anteriores, las concentraciones de nitrógeno orgánico y amoniacal, fósforo orgánico e hidrocarburos totales, resultaron inapreciables.

Con respecto de los análisis bacteriológicos, en ninguna de las muestras se desarrollaron coliformes totales ni fecales y la densidad de organismos heterótrofos aerobios no superó el valor máximo normativo de 100 ufc/ml.

Sistema Regional del Centro 2

La tabla 5 presenta los resultados de los análisis realizados a muestras provenientes del Sistema Regional del Centro 2, correspondientes a un sitio cercano a la Planta Potabilizadora Lucio Baldó y un punto ubicado en la zona sur de Maracay.

Tabla 5. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2 – Primera parte

REFERENCIA PETA	7121	7621	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable; Gaceta N° 36395 del 13/02/1998	
LUGAR DE CAPTACIÓN	Boquerón Sec. La Parada	Vivienda Urb. La Esperanza		
SITIO DE CAPTACIÓN	Grifo Patio	Grifo Patio		
FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN	21/07/2021; 3:00 pm	24/07/2021; 11:40 am		
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	ARC 2-3	ARC 2-5		
TIPO DE MUESTRA	Instantánea	Instantánea	Valor deseable	Valor máximo aceptable
ASPECTO *	Lig. Turbia, coloreada	Clara		
TEMPERATURA (°C)*	27	27		
TURBIEDAD (UNT)	5	4	1,0	5
COLOR VERDADERO (UCV)	<5	<5	<5	15
COLOR APARENTE (UC)	15	5		
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (µS/cm)*	219	216		

Continúa...



Tabla 5. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2 – Primera parte (continuación)

REFERENCIA PETA	7121	7621	Valor deseable	Valor máximo aceptable
SOLIDOS TOTALES (mg/l)	150	148		
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	132	130	600	1000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	18	18		
pH *	7,2	7,1	6,5 - 8,5	9,0
ALCALINIDAD A pH 8,3 (mg CaCO ₃ /l)*	0	0		
A pH 4,5 (mg CaCO ₃ /l)*	90	92		
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	66	69	250	500
CÁLCICA (mg/l CaCO ₃)	37	40		
MAGNÉSICA (mg/l CaCO ₃)	29	29		
CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	66	69		
NO CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	0	0		
ÍNDICE DE LANGELIER	-0,97	-1,03		
FLUORUROS (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,6	0,8
CLORUROS (mg/l)	12	10	250	300
SULFATOS (mg/l)	5	6	250	500
NITRITOS (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable		0,01
NITRATOS (mg/l N)	0,09	0,16		10
NITRITOS + NITRATOS (mg/l N)	0,01	0,02		**
NITRÓGENO AMONIAICAL (mg/l N)	Inapreciable	ND		
NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l N)	Inapreciable	ND		
ORTOFOSFATOS (mg/l P)	Inapreciable	Inapreciable		
FÓSFORO INORGÁNICO (mg/L P)	Inapreciable	ND		
FÓSFORO ORGÁNICO (mg/L P)	Inapreciable	ND		
CALCIO (mg/l)	15	16		
MAGNESIO (mg/l)	7	7		
SODIO (mg/l)	15	16	200	200
POTASIO (mg/l)	3	3		
HIERRO TOTAL (mg/l)	0,26	Inapreciable	0,1	0,3
HIERRO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		
MANGANESO TOTAL (mg/l)	0,18	Inapreciable	0,1	0,5
MANGANESO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		
NÍQUEL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,02
CADMIO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,003
CINC (mg/l)	0,08	Inapreciable	3,0	5,0

Continúa...



Tabla 5. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2 – Primera parte (continuación)

REFERENCIA PETA	7121	7621	Valor deseable	Valor máximo aceptable
COBRE (mg/l)	0,03	Inapreciable		2,0
CROMO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,05
ALUMINIO (mg/l)	0,03	0,03	0,1	0,2
HIDROCARBUROS TOTALES (mg/L)	Inapreciable	ND		
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	1,0	0,2	0,3-0,5 (a lo largo de la red)	
CLORO RESIDUAL TOTAL (mg/L)	1,4	0,4		1
COLIFORMES TOTALES (ufc/100 ml)	0	0		0
COLIFORMES FECALES (ufc/100 ml)	0	0		0
ORGANISMOS HETEROTROFOS (ufc/ml)	26	>100		100

*: Análisis en sitio

** : La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad

ND: No se determinó

Las muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2, reportadas en la tabla 5, fueron captadas en días distintos, debido a las dificultades logísticas mencionadas. A pesar de ello los resultados se mantienen en el mismo orden de magnitud.

A la salida de la planta Lucio Baldó, su aspecto es ligeramente turbio y coloreado, reflejado en el valor de color aparente, debido probablemente a la presencia de hierro y manganeso. Mientras que la muestra captada en Maracay, tres días después tenía un aspecto claro, asociados a un valor de color aparente bajo, así como ausencia de hierro y manganeso.

En ambos casos, los componentes relativos a la calidad organoléptica: turbiedad, color verdadero, sólidos disueltos totales, pH, dureza, aluminio, cloruros, cobre, hierro total, manganeso total, sodio, sulfatos y cinc, tienen concentraciones inferiores a los valores máximos aceptables en las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, e incluso inferiores a los valores deseables, excepto la turbiedad en ambas muestras, así como hierro total y manganeso total en la muestra a la salida de la planta Lucio Baldó.

El resto de las concentraciones de los parámetros físico-químicos analizados también resultaron inferiores a los máximos permitidos, excepto el cloro residual libre, a la salida de la planta Lucio Baldó, cuya concentración fue 1,0 mg/l, superando el intervalo recomendado entre 0,3 – 0,5 mg/l; el cloro residual total también supera el valor máximo aceptable de 1 mg/l. Sin embargo, igual que en los casos anteriores, se justifica por la longitud de las redes y ausencia de estaciones recloradoras. A pesar de ello, la concentración de cloro residual



libre en la muestra captada en Maracay, presentó una concentración inferior al intervalo recomendado.

Igual que en los casos anteriores, el índice de Langelier negativo, refleja su carácter disolvente, lo que unido a la presencia de cloro, tiende a deteriorar el interior de las tuberías de distribución.

Con respecto de los análisis bacteriológicos, en la muestra captada cerca de la salida de la planta Lucio Baldó, no se desarrollaron coliformes totales ni fecales y la densidad de organismos heterótrofos aerobios fue inferior al valor máximo de 100 ufc/ml. Sin embargo, en la muestra captada en Maracay, si bien no se desarrollaron organismos coliformes totales ni fecales, la densidad de organismos heterótrofos aerobios superó el valor máximo normativo de 100 ufc/ml. Este valor está relacionado a la baja concentración de cloro residual libre en la muestra, indicando que la calidad microbiológica en ese sector de abastecimiento de agua pudiera estar comprometida.

En la tabla 6 se muestran los resultados de dos muestras que fueron captadas en Maracay, en la cuales, el valor de la conductividad era muy superior a las otras muestras provenientes de las plantas de tratamiento, lo que sugiere que se trata de aguas procedentes de pozos, o sus mezclas con las conducidas desde las plantas potabilizadoras. A pesar de ello, se decidió reportar los resultados, ya que igualmente son aguas que se surten a través de la red de distribución y, en algunos casos, son fuente para el llenado de botellones de agua.

Tabla 6. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2 – Segunda parte – Pozos o mezclas

REFERENCIA PETA	6921	7021	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable; Gaceta N° 36395 del 13/02/1998	
LUGAR DE CAPTACIÓN	Piñonal Sur-Casa 8-1	Sector San José		
SITIO DE CAPTACIÓN	Grifo Entrada Casa	Grifo para llenado de botellones		
FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN	21/07/2021; 1:17 pm	21/07/2021; 1:50 pm		
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	ARC 2-1	ARC 2-2		
TIPO DE MUESTRA	Instantánea	Instantánea	<i>Valor deseable</i>	<i>Valor máximo aceptable</i>
ASPECTO *	Clara	Clara		
TEMPERATURA (°C)*	28	28		
TURBIEDAD (UNT)	2,3	1,9	1,0	5
COLOR VERDADERO (UCV)	<5	<5	<5	15
COLOR APARENTE (UC)	<5	<5		
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (µS/cm)*	420	498		

Continúa...



Tabla 6. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2 – Segunda parte – Pozos o mezclas (continuación)

REFERENCIA PETA	6921	7021	Valor deseable	Valor máximo aceptable
SOLIDOS TOTALES (mg/l)	290	350		
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	288	348	600	1000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	2	2		
pH *	6,8	7,2	6,5 - 8,5	9,0
ALCALINIDAD A pH 8,3 (mg CaCO ₃ /l)*	0	0		
A pH 4,5 (mg CaCO ₃ /l)*	130	172		
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	151	189	250	500
CÁLCICA (mg/l CaCO ₃)	97	127		
MAGNÉSICA (mg/l CaCO ₃)	54	62		
CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	130	172		
NO CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	21	17		
ÍNDICE DE LANGELIER	-0,80	-0,16		
FLUORUROS (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,6	0,8
CLORUROS (mg/l)	18	20	250	300
SULFATOS (mg/l)	50	51	250	500
NITRITOS (mg/l N)	Inapreciable	Inapreciable		0,01
NITRATOS (mg/l N)	0,90	1,28		10
NITRITOS + NITRATOS (mg/l N)	0,09	0,13		**
NITRÓGENO AMONIAICAL (mg/l N)	ND	ND		
NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l N)	ND	ND		
ORTOFOSFATOS (mg/l P)	Inapreciable	Inapreciable		
FÓSFORO INORGÁNICO (mg/L P)	ND	ND		
FÓSFORO ORGÁNICO (mg/L P)	ND	ND		
CALCIO (mg/l)	39	51		
MAGNESIO (mg/l)	13	15		
SODIO (mg/l)	24	25	200	200
POTASIO (mg/l)	3	3		
HIERRO TOTAL (mg/l)	0,20	0,27	0,1	0,3
HIERRO SOLUBLE (mg/l)	0,02	0,03		
MANGANESO TOTAL (mg/l)	Inapreciable	0,12	0,1	0,5
MANGANESO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		
NÍQUEL (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,02
CADMIO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,003
CINC (mg/l)	0,10	0,08	3,0	5,0

Continúa...



Tabla 6. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestras procedentes del Sistema Regional del Centro 2 – Segunda parte – Pozos o mezclas (continuación)

REFERENCIA PETA	6921	7021	Valor deseable	Valor máximo aceptable
COBRE (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		2,0
CROMO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable		0,05
ALUMINIO (mg/l)	Inapreciable	Inapreciable	0,1	0,2
HIDROCARBUROS TOTALES (mg/L)	ND	ND		
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	0	0	0,3-0,5 (a lo largo de la red)	
CLORO RESIDUAL TOTAL (mg/L)	0	0		1
COLIFORMES TOTALES (ufc/100 ml)	0	0		0
COLIFORMES FECALES (ufc/100 ml)	0	0		0
ORGANISMOS HETEROTROFOS (ufc/ml)	5	>100		100

*: Análisis en sitio

** : La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad

ND: No se determinó

Los resultados reportados en la tabla 6, muestran aguas con características similares entre sí, pero distintas a las hasta ahora presentadas. Las muestras presentaron un aspecto claro, respaldado por valores de turbiedad y color aparente menores a los reportados para las muestras provenientes de las plantas potabilizadoras, lo que unido a su mayor conductividad sugiere que son aguas procedentes de pozo o, al menos corresponden a mezclas con aguas de pozo, como se comentó anteriormente. Las personas no conocían la procedencia del agua, lo que sugiere que no están involucrados en la perforación e incorporación de los pozos a la red.

Los componentes relativos a la calidad organoléptica: turbiedad, color verdadero, sólidos disueltos totales, pH, dureza, aluminio, cloruros, cobre, hierro total, manganeso total, sodio, sulfatos y cinc, tienen concentraciones inferiores a los valores máximos aceptables por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, e incluso inferiores a los valores deseables, excepto hierro total y manganeso total.

El resto de las concentraciones de los parámetros físico-químicos analizados también resultaron inferiores a los máximos permitidos, pero no se detectó presencia de cloro residual total ni libre.

El índice de Langelier es negativo, lo refleja su carácter disolvente, sin embargo numéricamente están más cerca de cero.



En los análisis bacteriológicos, no se desarrollaron organismos coliformes totales ni fecales, pero en el caso de la muestra procedente del sector San José la densidad de organismos heterótrofos aerobios fue superior al valor máximo normativo de 100 ufc/ml. Este valor está relacionado a la ausencia de cloro residual libre y total en la muestra, lo que la hace vulnerable a contaminación por factores externos. Si bien los organismos heterótrofos aerobios no son patógenos, pueden interferir en la determinación de los organismos coliformes y reflejan deficiencia del proceso de desinfección, razón por la cual la calidad microbiológica del agua en ese sector pudiera estar comprometida.

Acueducto Tinaquillo

La tabla 7 presenta los resultados de los análisis realizados a la muestra provenientes del Acueducto Tinaquillo.

Tabla 7. Resultados Análisis Físicoquímicos y Bacteriológicos muestra procedente del Acueducto Tinaquillo

REFERENCIA PETA	9421		
LUGAR DE CAPTACIÓN	Vivienda Urb. Tamanaco	Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable; Gaceta N° 36395 del 13/02/1998	
SITIO DE CAPTACIÓN	Entrada al filtro antes del tanque		
FECHA Y HORA DE CAPTACIÓN	29/09/2021; 10:00 am		
IDENTIFICACIÓN MUESTRA	AT-1		
TIPO DE MUESTRA	Instantánea	<i>Valor deseable</i>	<i>Valor máximo aceptable</i>
ASPECTO *	Turbia, blanquecina		
TEMPERATURA (°C)*	25,7		
TURBIEDAD (UNT)	14	1,0	5
COLOR VERDADERO (UCV)	<5	<5	15
COLOR APARENTE (UC)	5		
CONDUCTIVIDAD ESPECÍFICA (µS/cm)*	464		
SOLIDOS TOTALES (mg/l)	323		
SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/l)	300	600	1000
SÓLIDOS SUSPENDIDOS (mg/l)	23		
pH *	6,8	6,5 - 8,5	9,0
ALCALINIDAD A pH 8,3 (mg CaCO ₃ /l)*	7,6		
A pH 4,5 (mg CaCO ₃ /l)*	0		

Continúa...



Tabla 7. Resultados Análisis Fisicoquímicos y Bacteriológicos muestra procedente del Acueducto Tinaquillo (continuación)

REFERENCIA PETA	9421	Valor deseable	Valor máximo aceptable
DUREZA TOTAL (mg/l CaCO ₃)	158	250	500
CÁLCICA (mg/l CaCO ₃)	80		
MAGNÉSICA (mg/l CaCO ₃)	78		
CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	120		
NO CARBONÁTICA (mg/l CaCO ₃)	38		
ÍNDICE DE LANGELIER	-0,12		
FLUORUROS (mg/l)	Inapreciable	0,6	0,8
CLORUROS (mg/l)	34	250	300
SULFATOS (mg/l)	40	250	500
NITRITOS (mg/l N)	Inapreciable		0,01
NITRATOS (mg/l N)	0,96		10
NITRITOS + NITRATOS (mg/l N)	0,1		**
NITRÓGENO AMONIAICAL (mg/l N)	ND		
NITRÓGENO ORGÁNICO (mg/l N)	ND		
ORTOFOSFATOS (mg/l P)	Inapreciable		
FÓSFORO INORGÁNICO (mg/L P)	ND		
FÓSFORO ORGÁNICO (mg/L P)	ND		
CALCIO (mg/l)	32		
MAGNESIO (mg/l)	19		
SODIO (mg/l)	21	200	200
POTASIO (mg/l)	4		
HIERRO TOTAL (mg/l)	0,27	0,1	0,3
HIERRO SOLUBLE (mg/l)	0,05		
MANGANESO TOTAL (mg/l)	0,03	0,1	0,5
MANGANESO SOLUBLE (mg/l)	Inapreciable		
NÍQUEL (mg/l)	Inapreciable		0,02
CADMIO (mg/l)	Inapreciable		0,003
CINC (mg/l)	0,21	3,0	5,0
COBRE (mg/l)	0,04		2,0
CROMO (mg/l)	Inapreciable		0,05
ALUMINIO (mg/l)	Inapreciable	0,1	0,2
HIDROCARBUROS TOTALES (mg/L)	ND		
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	0,5	0,3-0,5 (a lo largo de la red)	
CLORO RESIDUAL TOTAL (mg/L)	0,7		1
COLIFORMES TOTALES (ufc/100 ml)	0		0
COLIFORMES FECALES (ufc/100 ml)	0		0
ORGANISMOS HETEROTROFOS (ufc/ml)	18		100

*: Análisis en sitio; **: La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor máximo aceptable no debe ser mayor a la unidad; ND: No se determinó.



La muestra captada en el Acueducto Tinaquillo, a diferencia de las captadas en los otros sistemas, presenta un aspecto turbio, lo que se refleja en el valor de turbiedad de 14 UNT, que supera ampliamente el máximo valor aceptable por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable .

Los otros componentes relativos a la calidad organoléptica: color verdadero, sólidos disueltos totales, pH, dureza, aluminio, cloruros, cobre, hierro total, manganeso total, sodio, sulfatos y cinc, tienen concentraciones inferiores a los valores máximos aceptables por las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable, e incluso inferiores a los valores deseables, excepto hierro total.

El resto de las concentraciones de los parámetros físico-químicos analizados también resultaron inferiores a los máximos permitidos, y la concentración de cloro residual libre se encontró en el intervalo recomendado en la normativa. El índice de Langelier es negativo, lo refleja su carácter disolvente.

En los análisis bacteriológicos, no se desarrollaron organismos coliformes totales ni fecales, y la densidad de organismos heterótrofos aerobios es menor al máximo aceptable.

Correlación de la calidad bacteriológica con algunos parámetros físico-químicos

En la tabla 8 se resumen los resultados de los análisis bacteriológicos de todas las muestras captadas, relacionados con los valores de turbiedad y la concentración de cloro residual libre.



Tabla 8. Resumen de la calidad bacteriológica, asociada a valores de turbiedad y concentración de cloro residual libre

Sistema	Lugar Captación	Turbiedad (UNT)	Cloro residual libre (mg/L)	Coliformes Totales (ufc/100 ml)	Coliformes fecales (ufc/100 ml)	Heterótrofos aerobios (ufc/ml)
SR1	E. B. Benigna Reyes	5	1,0	0	0	30
	Vivienda Sector La Romana	5	1,0	0	0	6
	E. B. Benigna Reyes	5	0,8	0	0	48
	Col. Sagrado Corazón Los Colorados	5	0,8	0	0	8
	Conj. Res. Los Caracaras	5	0,5	0	0	1
SRC2	Vivienda Sector Boquerón	5	1,0	0	0	26
	Vivienda Urb. La Esperanza	4	0,2	0	0	>100
SRC2 Mezclas o pozos	Vivienda Sector Piñonal	2,3	0	0	0	5
	Sector San José	1,9	0	0	0	>100
Acueducto Tinaquillo	Vicienda Urb. Tamanaco	14	0,5	0	0	18



A pesar de que en ninguna de las muestras se desarrollaron organismos coliformes totales ni fecales, se evidencia la relación entre la presencia de organismos heterótrofos aerobios en densidades superiores a las aceptadas en la normativa, con la ausencia de cloro residual libre. Tal como se ha comentado, los organismos heterótrofos aerobios no son patógenos, pero su presencia refleja deficiencia del proceso de desinfección, lo que puede comprometer la calidad microbiológica del agua. De allí la importancia de mantener concentraciones adecuadas de cloro residual libre en toda la red de distribución.

En el caso de la muestra del acueducto Tinaquillo, a pesar del alto valor de turbiedad, la presencia de cloro residual libre, protege de posible intrusión de aguas no potables.

IV. COMENTARIOS Y RECOMENDACIONES

El estudio realizado incluyó la captación y análisis de muestras de agua procedentes de las redes de distribución del Sistema Regional del Centro y Acueducto de Tinaquillo. Sus resultados permiten realizar los siguientes comentarios y recomendaciones:

En términos generales, los componentes relativos a la calidad organoléptica: turbiedad, color verdadero, sólidos disueltos totales, pH, dureza, aluminio, cloruros, cobre, hierro total, manganeso total, sodio, sulfatos y cinc, presentaron concentraciones inferiores a los valores máximos aceptables en las Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable y, excepto la turbiedad y en algunos casos hierro total y manganeso total, inferiores a los deseables. Sólo la muestra procedente del Acueducto Tinaquillo superó ampliamente el valor máximo aceptable en la normativa.

Cuando no se detectó presencia de cloro residual libre o su concentración fue muy baja (0,2 mg/l), se desarrollaron organismos heterótrofos aerobios, en densidades superiores al máximo normativo (100 ufc/ml). Se demuestra la importancia de la presencia de cloro residual libre en la red de distribución, para evitar el recrecimiento bacteriano y preservar la calidad microbiológica del agua.

Se considera justificable que la concentración de cloro residual supere el intervalo de recomendado para la red de distribución, debido a la discontinuidad del servicio, la longitud de las redes de distribución y la ausencia de estaciones rectoradoras, a fin de que pueda mantenerse hasta llegar a los lugares más alejados de la red.

En aquellos casos en los cuales se detectó la presencia de organismos heterótrofos aerobios en densidades superiores al valor máximo aceptados, se recomienda, como medida preventiva hervir el agua para beber y preparar alimentos, especialmente cuando se trata de poblaciones vulnerables (niños, ancianos, enfermos). Esta recomendación aplica



**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
PLANTA EXPERIMENTAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS**



mientras se mantengan las condiciones actuales de discontinuidad del suministro de agua potable.

Finalmente, los análisis realizados en nueve (9) sitios del Sistema Regional del Centro constituyen una imagen puntual de las condiciones del servicio para las fechas en las cuales se ejecutó el programa de muestreo. Por ello se considera importante la realización periódica de estudios de esta naturaleza, considerando la variabilidad de las condiciones de suministro, a modo de auditoría externa, con miras a verificar la calidad del agua suministrada a los habitantes de la región central, así como para tomar las previsiones que se requieran para preservar su salud.



Prof. MARÍA VIRGINIA NAJUL S.
Jefe (e) Planta Experimental
de Tratamiento de Aguas