Laboratorio Ambiental

IDEAM es Confianza y Prevención

LABORATORIOS

MUESTREO Y CARACTERIZACIÓN PUNTUAL DE AGUA POTABLE, TENIENDO EN CUENTA LOS LÍMITES RESTRICTIVOS DE LA RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 DEL MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL & MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, DE LA COCINA DE LA UPI SERVITÁ

INSTITUTO DISTRITAL PARA LA PROTECCIÓN DE LA NIÑEZ Y LA JUVENTUD – IDIPRON

CONTRATO No. 2024 – 3150

ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C.
INTEGRACIÓN SOCIAL
Instituto Distrital para la Protección de la Niñez y la Juventud

UPI Servitá

Avenida Carrera 7 No. 164 – 94 – Usaquén, Servitá

Bogotá D.C.

ENERO DE 2025

+(57) 317 701 0652
coordinadoramb@labwr.com
Calle 23 No. 116 - 31/Bodega 22
Parque Industrial Puerto Central. Bogotá

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 5
2.1 OBJETIVO GENERAL 5
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5
3. METODOLOGÍA 6
3.1. MONITOREO CALIDAD DE AGUAS 6
3.1.1. PROCEDIMIENTO DE MUESTREO 6
3.1.2. MÉTODOS DE ANÁLISIS Y REFERENCIA 10
3.1.3. LÍMITES DE CUANTIFICACIÓN DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS 12
3.1.4. DESCRIPCIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 13
3.1.5. TRANSPORTE Y CUSTODIA DE LAS MUESTRAS 14
4. RESULTADOS *IN SITU* 16
4.1. PARÁMETROS *IN SITU* 16
5. COMPARACIÓN NORMATIVA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS 17
5.1. RESOLUCIÓN 2115 DE 2007 17
6. ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA 28
7. CONCLUSIONES 30
8. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS 32
9. BIBLIOGRAFÍA 33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Procedimiento de muestreo de aguas potables 6
Tabla 2. Técnicas y métodos parámetros analizados 11
Tabla 3. Límites de cuantificación de los parámetros analizados..... 12
Tabla 4. Descripción punto de monitoreo..... 13
Tabla 5. Registro fotográfico del punto de monitoreo..... 14
Tabla 6. Identificación de la muestra..... 15
Tabla 7. Resultados medición parámetros *in situ*..... 16
Tabla 8. Comparación de resultados con la Resolución 2115 de 2007..... 17
Tabla 9. IRCA..... 28
Tabla 10. Clasificación del nivel de riesgo 29

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Primer plano punto de monitoreo 14
Imagen 2. Toma de muestra punto de monitoreo..... 14
Imagen 3. Instrumentación medición de parámetros *in situ* 14

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. REPORTE DE MUESTREO 36
ANEXO 2. REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO..... 37
ANEXO 3. RESOLUCIÓN MINISTERIO DE SALUD PARA ANÁLISIS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO – ANASCOL S.A.S..... 38
ANEXO 4. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD 39

1. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del agua del punto identificado como Cocina Grifo, monitoreado en la UPI Servitá de acuerdo con lo establecido en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar las mediciones de los parámetros *in situ*, toma de muestras y análisis de laboratorio del agua potable, según lo establecido en el *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd edition.*

- Determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable, teniendo en cuenta los requerimientos normativos definidos por la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Calcular el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano - IRCA de acuerdo con los resultados obtenidos.

3. METODOLOGÍA

Las actividades de campo se realizaron el día 26 de diciembre de 2024, comprendiendo los aspectos que se relacionan a continuación:

3.1. MONITOREO CALIDAD DE AGUAS

3.1.1. Procedimiento de muestreo

El procedimiento realizado en campo para la toma de muestras de agua potable se detalla en la Tabla 1. Contempla las especificaciones técnicas establecidas en el procedimiento interno de Laboratorios WR AMB-PR-003 01 Toma de Muestras, Medición in situ y Caudal en Agua del 8 de noviembre del 2023.

Tabla 1. Procedimiento de muestreo de aguas potables

ítem	Procedimiento de toma de muestras de agua potable	
1	Revisión cadena de custodia y requerimientos del cliente	- Verificar los datos del cliente al que se le realizara el monitoreo. - Confirmación del monitoreo y la cantidad de puntos. - Requerimientos del cliente, y - Parámetros analizar.
2	Alistamiento de material y equipos	- Calibración interna de los equipos de pH, conductividad y oxígeno disuelto. - Rotulación de recipientes por punto o según corresponda **Nota:** en caso de que el cliente requiera un análisis en laboratorio adicional, se rotulará en campo de tal forma que se conserve la etiqueta, ya en el laboratorio se procederá a rotular de la forma que está establecida en el procedimiento *AMB-PR-005 01 "Recepción de muestras del laboratorio"*. Dejar el registro en el formato correspondiente *AMB-FT-003*

ítem	Procedimiento de toma de muestras de agua potable	
		03 "Toma de muestra compuesta"- AMB-FT-003 04 "Toma de muestra puntual.
3	Identificación del punto	- Ubicar el punto a monitorear - Realizar registro fotográfico del lugar.
4	Toma de muestra y medición de parámetros *in situ*	- Hacer uso de EPP´s adecuados para evitar contacto con la muestra: guantes, tapabocas o careta, cofia, etc. - Verificar el porcentaje de recuperación (%R) $\%R = \frac{V_{medido}}{V_{esperado}} * 100\%$ %R porcentaje de recuperación. Se realiza verificación de solución de chequeo dividido el valor obtenido y multiplicado por el 100%, el cual debe estar en un rango del 90% y 100% de aceptación para aprobación. Si no se encuentra en ese porcentaje no aprueba la verificación. - Verificar el tipo de grifo, llave o accesorio por el cual se realiza la descarga del flujo para proceder a la limpieza. - Cuando la descarga se realiza de un accesorio plástico, se hace la limpieza y desinfección con hipoclorito de sodio a una concentración del 5 – 10% o gel desinfectante con ayuda de un paño o algodón. - Si el accesorio dispensador es metálico, primero se realiza la limpieza y desinfección, se flamea alrededor del grifo y en su interior durante 40 segundos, vuelve y se limpia con un paño o algodón. - En los dos casos luego de la limpieza y desinfección se deja correr el fluido durante un minuto antes de tomar la muestra para así purgar el sistema. - Al tomar la muestra, los recipientes para análisis fisicoquímico se debe realizar la purga de dos (2) a tres (3) veces. Realizar la medición de parámetros *in situ (*los parámetros *in situ* se deben medir a cada alícuota); durante la medición agitar suavemente la muestra para homogenizar. - Durante la ejecución del monitoreo es indispensable realizar la corrección del dato obtenido en

<table>
<tr><th>ítem</th><th>Procedimiento de toma de muestras de agua potable</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>
temperatura validando los datos con el certificado de calibración del equipo en uso, anexando el dato obtenido en el formato que corresponda <u>AMB-FT-003 03 “Toma de muestra compuesta”- AMB-FT-003 04 “Toma de muestra puntual”</u>

- $Corrección\ Temperatura = Valor\ equipo\ obtenido - Valor\ sesgo$

Al valor obtenido en medición *in situ* se le resta el valor del sesgo, validado esta información en el certificado de calibración del equipo en uso.

Ejemplo:

Datos de calibración temperatura del equipo EQA-059

<table>
<tr><th>Instrumento Patrón °C</th><th>Instrumento Prueba °C</th><th>Sesgo °C</th></tr>
<tr><td>2,99</td><td>3,3</td><td>0,29</td></tr>
<tr><td>9,99</td><td>10,3</td><td>0,29</td></tr>
<tr><td>20,00</td><td>20,4</td><td>0,40</td></tr>
<tr><td>30,00</td><td>30,4</td><td>0,40</td></tr>
<tr><td>50,00</td><td>50,4</td><td>0,40</td></tr>
</table>

Fuente: tomado del certificado de calibración del equipo EQA 059, 2021

Donde se obtiene un dato en medición *in situ* de 20,4 °C al cual se le debe validar en la tabla de calibración con el instrumento patrón; cuál es su valor de instrumento de prueba y su corrección mediante el sesgo de la calibración.

Es decir:
Corrección temperatura: 20,4°C – 0,40°C= 20,0°C

Este cálculo se debe realizar teniendo en cuanta los rangos en el cual fue calibrado el equipo, con esto poder ingresarlo en un rango de aceptación y validar su sesgo de comparación, este ejercicio debe ser
</td></tr>
</table>

ítem	Procedimiento de toma de muestras de agua potable	
		realizado en cada medición de temperatura efectuada durante el monitoreo. - Durante la ejecución del monitoreo se debe verificar al menos una vez durante el monitoreo el porcentaje de RSD (Dispersión de datos / %RSD) $$\%RSD = \frac{ABS(D_1 - D_2)}{Promedio\ de\ D1\ y\ D2}\ x\ 100\%$$ - El cálculo del %RSD, es el valor absoluto de la medición *in situ* y el duplicado que se efectúa, $ABS(D_1 - D_2)$.Este valor debe ser dividido por el promedio de las dos mediciones D_1 y D_2 y es multiplicado por un factor del 100%. El valor de esta operación debe ser ≤ 10% para su aprobación. - Reportar datos de campo en el formato *AMB-FT-003 04 "Toma de muestra puntual"* - Para análisis microbiológico, adicionar al recipiente estéril 0,2 mL de Tiosulfato de Sodio 10%, si este no lo trae, previo a la recolección. Se recomienda que se tome la muestra de microbiología en primera instancia. - Preservar (remitirse al *Anexo 1. Toma de muestras- "Preservación de muestras"*), verificar preservación y almacenar los recipientes con las muestras en la nevera con sus respectivas pilas de hielo a una temperatura ≤ 6 °C posicionándolas verticalmente, nunca mezclar con otro tipo de muestras. - Importante describir todas las observaciones o características que el punto de monitoreo presenta, como por ejemplo olor, color, ausencia de sólidos, descripción geográfica o paisajística, presencia de animales o viviendas, entre otros, e información de interés para la realización del informe que se entregara al cliente. - Ver procedimiento *AMB-PR-003 03 "Mediciones in situ"*
5	Transporte y envío de muestras al laboratorio	- Transporte del laboratorio: - Verificar periódicamente que las muestras tengan suficiente hielo para asegurar que estén refrigeradas

ítem	Procedimiento de toma de muestras de agua potable	
		hasta que lleguen al laboratorio midiendo la temperatura de la muestra testigo. - Tapar bien las neveras con el fin de evitar que se abran y se puedan salir las muestras; acomodar las neveras de tal modo que no presenten mucho movimiento durante el viaje. - Ubicar las neveras adecuadamente, para evitar el movimiento durante el viaje, estás no deben quedar cerca de lugares donde se genere calor, o de sustancias corrosivas. - Transporte mediante terceros: - Si las muestras se van a enviar al laboratorio mediante terceros, marcar las neveras con rótulos que la identifiquen como delicadas y que solo se deben colocar en posición horizontal. Diligenciar el comprobante de entrega (cantidad y estado). - Las neveras deben estar bien selladas.
6	Transporte y envío de muestras al laboratorio	- Verificar que los implementos utilizados en el muestreo estén completos y en buen estado. - Verificar la información contenida en los registros *AMB-FT-003 01 "Cadena de custodia", AMB-FT-003 02 "Plan de muestreo".* - Confirmar el cumplimiento de los criterios de aceptación en función de los parámetros de acuerdo con el *Anexo 1. Toma de muestras-"Preservación de muestras"*; así como criterios de calidad.

Fuente: Laboratorios WR, 2025

3.1.2. Métodos de análisis y referencia

La referencia metodológica para el análisis de la calidad del agua potable es el documento *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd edition,* 2017. En la Tabla 2 se relacionan los métodos de análisis para cada uno de los parámetros analizados.

Tabla 2. Técnicas y métodos parámetros analizados

Parámetro	Método
pH (*in situ*)*	SM 4500 H + B
Cloro Residual Libre (*in situ*)*	Adaptación del método 330.5 US EPA
Olor (*in situ*)*	-
Sabor (*in situ*)*	-
Conductividad (*in situ*)*	SM 2510 B
Color Aparente**	SM 2120 B
Alcalinidad Total***	SM 2320 B
Fosfatos**	EPA-146-C
Dureza Total**	SM 2340 C
Hierro Total**	EPA 3030 B, SM 3111 B
Coliformes Totales**	ISO 9308-1
*Escherichia coli***	ISO 9308-1
Turbiedad**	SM 2130 B
Calcio Total**	EPA 3500-Ca B
Manganeso**	EPA 3030 E, SM 3111 B
Molibdeno Total**	SM 3030 E, SM 3111 D
Magnesio Total**	SM 3500-Mg B
Zinc Total**	SM 3030 E, SM 3111 B
Sulfatos**	EPA-165-D
Cloruros**	SM 4500-Cl B
Nitratos**	EPA-126-C
Nitritos**	EPA-115-C
Aluminio Total**	EPA 3030 E, SM 3111 D
Fluoruros**	SM 4500-F C
Carbono Orgánico Total**	Calculo método Walkley Black

Notas aclaratorias:

* Parámetro no acreditado
**Parámetros subcontratados con el laboratorio Anascol S.A.S. acreditado por la Resolución 00000229 del 2024 ante el Ministerio de Salud y Protección Social.

Fuente: Laboratorios WR, 2025

3.1.3. Límites de cuantificación de los parámetros analizados

A continuación, se relacionan los límites de cuantificación que garantizan la confiabilidad de los resultados de los parámetros analizados.

Tabla 3. Límites de cuantificación de los parámetros analizados

Parámetro	Unidades	Límite de cuantificación
pH-*in situ**	Unidades de pH	(1 a 16)
Cloro Residual Libre-*in situ**	mg/L	0
Conductividad-*in situ**	µS/cm	2
Olor-*in situ**	Adimensional	-
Sabor-*in situ**	Adimensional	-
Nitratos**	mg/L NO_3^-N	0,050
Nitritos**	mg/L $N\text{-}NO_2$	0,015
Alcalinidad Total**	mg/L $CaCO_3$	5,00
Dureza Total**	mg/L $CaCO_3$	10,00
Cloruros**	mg/L Cl	5,00
Sulfatos**	mg/L SO_4	5,000
Color aparente**	UPC	5,000
Turbiedad**	NTU	2,000
Calcio Total **	mg/L Ca	4,000
Fosfatos**	mg/L $P\text{-}PO_4$	0,383
Manganeso Total **	mg/L Mn	0,050
Molibdeno Total **	mg/L Mo	0,050
Magnesio Total **	mg/L Mg	1,000
Zinc Total **	mg/L Zn	0,050
Hierro Total**	mg/L Fe	0,200
Aluminio Total **	mg/L Al	0,200
Fluoruros**	mg/L F	0,500
Carbono Orgánico Total**	mg/L	5,00
Coliformes Totales**	UFC/100 mL	1
*Escherichia Coli**	UFC/100 mL	1

Notas aclaratorias:

* Parámetro no acreditado

**Parámetros subcontratados con el laboratorio Anascol S.A.S. acreditado por la Resolución 00000229 del 2024 ante el Ministerio de Salud y Protección Social.

Fuente: Laboratorios WR, 2025

3.1.4. Descripción del punto de monitoreo

A continuación, se relaciona la descripción del punto de monitoreo con las características evidenciadas durante el desarrollo de la jornada en campo.

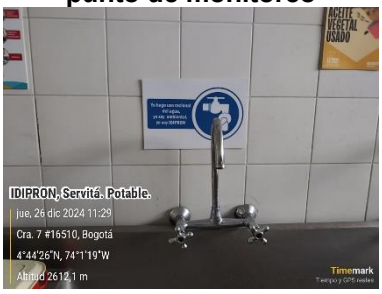
Tabla 4. Descripción punto de monitoreo

Cocina Grifo	
Código de la muestra:	246596AP
Identificación del punto:	Potable – Cocina Grifo
Fecha de toma de muestra:	26 de diciembre de 2024
Tipo de toma de muestra:	Puntual
Hora de monitoreo:	08:00
Tipo de agua monitoreada:	Agua Potable - AP
Estado de tiempo:	Durante la ejecución del monitoreo, se registró un día soleado, con predominio de condiciones secas.
Origen efluente:	Agua procedente del grifo de la cocina del salón comunitario de la UPI Servitá.
Descripción del recurso:	Agua translucida, inodora, sin material flotante, espumas, ni iridiscencia en la lámina de agua.

Fuente: Laboratorios WR, 2025

En la Tabla 5 se presenta el registro fotográfico del punto de monitoreo.

Tabla 5. Registro fotográfico del punto de monitoreo

Registro fotográfico		
Imagen 1. Primer plano punto de monitoreo	**Imagen 2. Toma de muestra punto de monitoreo**	**Imagen 3. Instrumentación medición de parámetros *in situ***
		

Fuente: Laboratorios WR, 2025

3.1.5. Transporte y custodia de las muestras

La toma de muestra se realizó de acuerdo con los procedimientos establecidos en los documentos internos AMB-PR-003 01 Toma de muestras, medición in situ y Caudal en agua y AMB-FT-003 04 Toma de muestras puntuales.

La información relacionada con la toma de muestra se registró en el formato AMB-FT-003 01 CADENA DE CUSTODIA de Laboratorios WR. Tras la toma de muestras, estas fueron preservadas de inmediato mediante el uso de reactivos de calidad analítica, conforme a las indicaciones del *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd edition,* y distribuidas en los recipientes correspondientes para su conservación, según los métodos descritos en el Procedimiento para toma de muestras, medición in situ y caudal en agua (AMB-PR-003 01). Finalmente, las muestras fueron embaladas en neveras de icopor para refrigeración, asegurando que la temperatura no superara los 6 °C, manteniéndolas

en ausencia de luz y evitando que se congelen, con el fin de ser transportadas al laboratorio ubicado en la ciudad de Bogotá D.C.

Las muestras fueron identificadas con etiqueta y rotuladas de manera que, al momento de ser recepcionadas por el laboratorio se les asigne la codificación de la siguiente manera:

Tabla 6. Identificación de la muestra

Código muestra	Identificación punto de muestreo
246596AP	Potable Cocina Grifo

Fuente: Laboratorios WR, 2025

4. RESULTADOS *IN SITU*

En la Tabla 7 se muestran los datos de las mediciones realizadas en campo el día 26 de diciembre de 2024.

4.1. Parámetros *in situ*

Durante las labores en campo se determinaron los parámetros: pH, Cloro Residual Libre, Conductividad, Sabor y Olor de la muestra. Los resultados de los parámetros *in situ* fueron consignados en el documento interno AMB-FT-003 04 Toma de muestras puntuales.

Tabla 7. Resultados medición parámetros *in situ*

Hora	pH	Conductividad	Cloro Residual Libre	Olor	Sabor
HH:MM	**Unidades**	**µS/cm**	**mg/L**	**Adimensional**	**Adimensional**
08:00	7,15	193,3	0,68	Aceptable	Aceptable

Fuente: Laboratorios WR, 2025

5. COMPARACIÓN NORMATIVA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.1. Resolución 2115 de 2007

A continuación, se presenta la comparación de los resultados obtenidos de las mediciones realizadas *in situ* y los análisis efectuados en laboratorio frente a los límites permisibles establecidos en la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Lo anterior se realiza por solicitud de IDIPROM.

Tabla 8. Comparación de resultados con la Resolución 2115 de 2007

Parámetros	Unidades	U*	Cocina Grifo 246596AP	Requerimientos Resolución 2115 de 2007	C/NC **
pH	Unidades	0,003	7,15	6,5 a 9,0	C
Cloro residual libre	mg/L	0,0011	0,68	0,3 a 2,0	C
Olor	Adimensional	-	Aceptable	Aceptable	C
Sabor	Adimensional	-	Aceptable	Aceptable	C
Conductividad	µS/cm	0,028	193,3	1000	C
Hierro Total	mg/L Fe	-	<0,200	0,3	C
Fosfatos	mg/L $P\text{-}PO_4$	-	<0,383	0,5	C
Coliformes Totales	UFC/100 mL	-	<1	0	C
Escherichia coli	UFC/100 mL	-	<1	0	C
Alcalinidad Total	mg/L $CaCO_3$	0,0196	23,80	200	C
Color Aparente	UPC	-	<5,000	15	C
Dureza Total	mg/L $CaCO_3$	0,0437	27,30	300	C
Turbiedad	NTU	-	<2,00	2	C
Calcio Total	mg/L Ca	0,0342	10,100	60	C
Manganeso Total	mg/L Mn	-	<0,050	0,1	C
Molibdeno Total	mg/L Mo	-	<0,050	0,07	C
Magnesio Total	mg/L Mg	-	<1,000	36	C
Zinc Total	mg/L Zn	-	<0,050	3	C
Sulfato	mg/L SO_4	0,17	24,900	250	C
Cloruros	mg/L Cl	0,288	8,520	250	C
Nitratos	mg/L $N\text{-}NO_3$	-	<0,050	10	C

Parámetros	Unidades	U*	Cocina Grifo 246596AP	Requerimientos Resolución 2115 de 2007	C/NC **
Nitrito	mg/L N-NO_2	-	<0,015	0,1	C
Aluminio Total	mg/L Al	-	<0,200	0,2	C
Fluoruro	mg/L F	-	<0,500	1,0	C
Carbono Orgánico Total	mg/L	-	<5,000	5,0	C

Notas aclaratorias:
El signo "<": Se utiliza cuando el dato obtenido por el método analítico validado es menor al límite cuantificable con precisión aceptable.
NE: Valor No Especificado
NA: No Aplica
C: Cumple
NC: No Cumple
*Incertidumbre, expresada como incertidumbre expandida relativa "U" (factor de cobertura K=2), por tanto, no tiene unidades. Para obtener la incertidumbre absoluta el valor de incertidumbre se debe multiplicar por el resultado obtenido.
Para el laboratorio subcontratado, la incertidumbre no aplica para valores menores al límite de cuantificación.
**La declaración de conformidad de los parámetros analizados se hace con base en los lineamientos del documento AMB-PR-005 10 Declaración de Conformidad, que tiene en cuenta la incertidumbre de la medida para la declaración emitida por el laboratorio

Fuente: Laboratorios WR, 2024

A partir de los resultados obtenidos de los análisis de los parámetros, a continuación, se procederá a analizar los valores correspondientes a cada uno, considerando los límites mínimos y máximos establecidos para agua potable según la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **pH**

El valor de pH medido *in situ* corresponde a 7,15 Unidades de pH, reflejando tendencia alcalina del agua, lo que representa más iones hidroxilo (Sánchez, Herzing, Peters, Márquez & Zambrano 2007). Normativamente, el resultado se encuentra dentro del rango de 6,5 – 9,0 Unidades de pH, delimitado por el Articulo 4 de la Resolución 2115 del 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Alcalinidad**

De acuerdo con lo que establece Jiménez la “alcalinidad expresa la capacidad que tiene un agua de mantener su pH a pesar de recibir una solución ácida o alcalina. Corresponde, principalmente, a hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de los iones Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, K^{+} y NH_4^{+}; los más comunes son los de calcio y magnesio” (Jiménez, 2001).

La Alcalinidad Total de la muestra de agua tomada de la Cocina de la UPI Servitá corresponde a 23,80 mg/L $CaCO_3$, lo que indica que su concentración es inferior al límite máximo de 200 mg/L $CaCO_3$, definido para aguas potables.

- **Dureza Total**

La Dureza representa la concentración de cationes metálicos multivalentes presentes en el agua. Los constituyentes de la dureza son: Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}, Mn^{2+}, Sr^{2+} y Al^{3+}. La dureza más común es la del calcio y magnesio (Jiménez, 2001).

De acuerdo con la clasificación que realiza Romero, la muestra de agua del presente estudio al tener una concentración de 27,30 mg/L $CaCO_3$ de Dureza Total puede catalogarse como agua “blanda” (Romero, 2009). Por otro lado, normativamente su contenido es inferior al máximo permisible establecido en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social y Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en donde se fijan los criterios para las características químicas en el agua potable.

- **Calcio**

El ión calcio, forma sales desde moderadamente solubles a muy insolubles. Contribuye de forma muy especial a la dureza del agua y la formación de incrustaciones (Rigola, 1990). En la muestra de agua de la Cocina de la UPI Servitá su contenido fue de 10,100 mg/L Ca, siendo bajo con relación a la concentración máxima aceptable de 60 mg/L Ca, definida en la lista de parámetros que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana de la legislación aplicable.

- **Magnesio**

El ión magnesio, tiene propiedades muy similares a las del ión calcio, pero sus sales son, en general, más solubles y difíciles de precipitar. Cuando el contenido en el agua alcanza varios centenares le da un sabor amargo y propiedades laxantes, que pueden afectar su potabilidad. También contribuye a la dureza del agua y a pH alcalino puede formar incrustaciones de hidróxido (Rigola, 1990).

El análisis de laboratorio de la muestra de interés, reporto un contenido de Magnesio Total <1,000 mg/L Mg, siendo este inferior a la concentración máxima normativa de 36 mg/L Mg.

- **Aluminio**

Con relación a lo que establece Jiménez el “aluminio es el tercer elemento más abundante de la corteza terrestre. Forma parte de minerales, rocas y arcillas, por ello su presencia en el agua es frecuente ya sea como sal soluble, coloide o en

compuestos insolubles. El aluminio también penetra al agua como resultado de su empleo durante el tratamiento en el proceso de floculación – coagulación". En el agua potabilizada en "niveles superiores provocan la precipitación de coloides, tanto en los tanques de almacenamiento como en las tuberías de distribución y, por ende, su taponamiento" (Jiménez, 2001).

El Aluminio Total en la muestra estudiada de la presente campaña, registró un valor <0,200 mg/L AL; el cual es inferior al límite máximo de 0,2 mg/L AL establecido en la lista de parámetros que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana.

- **Molibdeno**

El contenido de Molibdeno Total en el agua de estudio reportó el límite de cuantificación del método de análisis, indicando que la concentración de la muestra analizada es inferior a 0,050 mg/L Mo y al límite máximo de 0,07 mg/L Mo, establecido en el Art. 7 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Zinc**

El Zinc es un metal anfótero cuya solubilidad se encuentra a pH bajos y altos. El Zn entra al agua de consumo por el deterioro de tuberías de hierro galvanizado (Jiménez, 2001). Con relación a los análisis de laboratorio, se determina que la concentración de Zinc Total en la muestra de interés indico un valor <0,050 mg/L Zn, siendo este resultado inferior al límite máximo de 3 mg/L Zn, determinado en el

Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerio de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Hierro y Manganeso**

El hierro y manganeso presente en el agua de consumo humano ocasionan problemas en la infraestructura de redes, válvulas y micromedidores, debido a las incrustaciones y las biopelículas que se forman al interior de las tuberías; además de los problemas de color, presencia de sólidos suspendidos y sabor, causando rechazo por los usuarios del sistema (Universidad del Valle, 2007). En la muestra de agua tomada en la Cocina de la UPI Servitá, se determinó que la concentración de estos dos (2) parámetros es inferior a los límites máximos de 0,3 mg/L Fe y 0,1 mg/L Mn, establecidos para cada caso en el Artículo 7 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Nitratos y Nitritos**

El nitrógeno inorgánico puede existir en estado libre como un gas [N_2], o como nitrato [NO_3^-], nitrito [NO_2^-], o amoniaco [NH_3^+]. Las bacterias presentes en el agua rápidamente convierten los nitritos en nitratos. Existe una preocupación respecto al posible daño a la salud originado por las concentraciones altas de nitratos ya que puede provocar metahemoglobinemia en bebés e indicar la posible presencia de otros contaminantes más peligrosos procedentes de las residencias o de la agricultura, tales como bacterias o pesticidas (Sánchez, Herzing, Peters, Márquez & Zambrano, 2007). Para la muestra de interés se obtuvo concentraciones adecuadas con relación a los máximos aceptables para estos dos (2) tipos de

compuestos, según lo definido en la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Fosfatos**

Una de las formas en que se presenta el fósforo en el agua es en forma de fosfatos. El fósforo proviene de las plantas, animales, suelos, fertilizantes, detergentes y descargas industriales. Para evitar la proliferación de algas, el PO_4 debe controlarse (Jiménez, 2001).

En la muestra de agua de estudio la concentración de Fosfatos fue <0,383 mg/L P-PO_4, lo que demuestra baja o nula incidencia en el recurso y cumplimiento normativo al no exceder los 0,5 mg/L P-PO_4, que establece la legislación nacional vigente, para agua potable del país.

- **Olor**

Muchas pueden ser las causas del olor, su determinación es útil para evaluar la calidad del agua y su aceptabilidad por parte del consumidor (Romero, 2009). En el caso del agua monitoreada, se determinó que es inodora, cumpliendo con el requerimiento normativo de Aceptable, fijado en el Artículo 2 de la norma en comparación.

- **Sabor**

Es una característica física del agua potable, que describe si el agua es estéticamente aceptable para beber o que está libre de turbiedad (Mihelcic, 2012). En el

agua monitoreada, se determinó de sabor aceptable, cumpliendo con el requisito normativo de "Aceptable", según lo establecido en el Artículo 2 de la norma de referencia.

- **Turbiedad**

La turbiedad es el parámetro que mide qué tanto es absorbida o dispersada la luz por la materia suspendida (sedimentable y coloidal) del agua. Los coloides asociados con la turbiedad producen sabor, olor y posible daño a la salud (Jiménez, 2001). En el agua estudiada, la concentración reportada es <2,00 NTU, siendo este valor inferior al límite máximo de 2 NTU, fijado por la norma nacional para agua potable.

- **Color aparente**

El color en el agua potable puede deberse a la presencia de materia orgánica, por ejemplo, sustancias húmicas, hierro, manganeso, o residuos industriales fuertemente coloreados (Organización Panamericana de la Salud, 1988).

El color aparente incluye tanto el color debido a los iones y materia orgánica disuelta como las materias en suspensión (López, Martín & de las Huertas, 2015). El resultado en la muestra de estudio es <5,000 UPC, lo que representa que no excede los 15 UPC, fijados para este parámetro en la norma en comparación.

- **Cloro Residual Libre**

El Cloro Residual Libre es la concentración que se obtiene después de un tiempo de contacto específico, y que actúa química y biológicamente como ácido hipocloroso o como ion hipoclorito. Esta concentración permite que el agua potable, al salir de la Planta de Tratamiento, mantenga su capacidad desinfectante (MPS y MAVDT,2007). En este caso, se reportó una concentración de 0,68 mg/L, la cual se encuentra dentro del rango recomendado de 0,3 a 2,0 mg/L, según lo establecido en el Artículo 9 de la Resolución 2115 de 2007 del Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- **Coliformes Totales y *Escherichia coli***

El grupo coliformes, tiene la capacidad de ir por vías anaerobias y pertenecen a la familia *enterobacteriaceae*, habitando los tractos digestivos de los vertebrados, por lo que se utiliza como indicador de origen fecal (Ojeda, 2015).

Escherichia coli es una bacteria de origen fecal que pertenece al grupo de las bacterias coliformes termotolerantes. Esta bacteria está presente en elevadas concentraciones en las heces humanas y de animales. Su supervivencia en medios no entéricos es limitada, por lo que su presencia indica una contaminación fecal reciente (Gallego, Bravo, García & Paniagua, 2019).

En las aguas tratadas, la presencia de *Escherichia coli* implica un tratamiento ineficaz o insuficiente del agua (Gallego, Bravo, García & Paniagua, 2019).

En el agua monitoreada no se evidencia presencia de Coliformes Totales ni de *E. Coli*, debido a que arrojan un valor menor al límite de cuantificación del método analítico (<1 UFC/100 mL), lo que conlleva a establecer cumplimiento del requerimiento normativo, de su ausencia.

- **Sulfatos**

El contenido de sulfato en aguas está relacionado con los elementos alcalinos y alcalinotérreos, otra fuente de sulfato se debe a la presencia de sulfuros metálicos, ya que el sulfuro puede oxidarse a sulfato. En agua potable, si la concentración de sulfato es elevada puede causar trastornos gastrointestinales (Mauri, Llobat & Herráez, 2010). En el presente estudio, se analizó una muestra de agua de la Cocina de la UPI Servitá, obteniéndose una concentración de 24,900 mg/L SO_4. Este valor es considerablemente bajo con relación al límite máximo de 250 mg/L SO_4, definido en la normatividad aplicable del presente informe.

- **Cloruros**

Los cloruros junto con los sulfatos afectan el sabor del agua potable y, además, le confieren un poder laxante. La concentración que provoca tales efectos varía en función de cada individuo, la presencia de otras sustancias y la aclimatación del consumidor. Concentraciones elevadas de cloruros corroen los metales de los sistemas de distribución, especialmente en agua de escasa alcalinidad (Jiménez, 2001). Para la muestra de interés, se evidenció una concentración de 8,520 mg/L Cl; resultado bajo en relación con los 250 mg/L Cl máximos que permite la norma para agua potable en el país.

- **Fluoruros**

El contenido de Fluoruros en el agua de estudio reportó un valor <0,500 mg/L F, inferior al límite máximo de 1,0 mg/L F, establecido en el Art. 6 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, en donde se enlistan las características químicas que tienen implicaciones sobre la salud humana.

- **Conductividad**

La Conductividad Eléctrica es una medida numérica de la capacidad del agua para transportar una corriente eléctrica, la cual depende de la concentración total de sustancias disueltas y ionizadas en ella (Rojas, 2002). En el caso de las aguas analizadas, su concentración permite clasificarlas como de mineralización débil (Rodier, 2009).

- **Carbono Orgánico Total**

Una de las medidas importantes de ciertos parámetros o contaminantes del agua es la del carbono orgánico total (COT), su determinación permite evaluar la concentración de materias orgánicas presentes. La carga de COT es otro indicativo importante de la calidad del agua (Velasco, 2018). En el actual estudio, el COT reportó una concentración <5,000 mg/L, inferior al límite máximo de 5,0 mg/L, establecido en el Art. 3 de la Resolución 2115 de 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

6. ÍNDICE DE RIESGO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO – IRCA

A continuación, se presenta el IRCA para el agua tomada en el punto identificado como Cocina Grifo de la UPI Servitá, de acuerdo con lo establecido en el Artículo 13 de la Resolución 2115 del 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

Tabla 9. IRCA

Característica	Puntaje de Riesgo	Puntaje Asignado
pH	1,5	0
Cloro Residual Libre	15	0
Hierro Total	1,5	0
Fosfatos	1	0
Coliformes Totales	15	0
Escherichia coli	25	0
Alcalinidad Total	1	0
Color Aparente	6	0
Dureza Total	1	0
Turbiedad	15	0
Calcio Total	1	0
Manganeso Total	1	0
Molibdeno Total	1	0
Magnesio Total	1	0
Zinc Total	1	0
Sulfatos	1	0
Cloruros	1	0
Nitratos	1	0
Nitritos	3	0
Aluminio Total	3	0
Fluoruros	1	0
COT	3	0
∑ de puntajes asignados	**100**	**0**

Característica	Puntaje de Riesgo	Puntaje Asignado
IRCA	0,00%	

Fuente: Laboratorios WR, 2024

Tabla 10. Clasificación del nivel de riesgo

Punto de Monitoreo	Clasificación IRCA %	Nivel de Riesgo	IRCA por Muestra	IRCA Mensual
Cocina Grifo	0 - 5	SIN RIESGO	Continuar el control y la vigilancia	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Fuente: Laboratorios WR, 2024

7. CONCLUSIONES

Con base en la caracterización fisicoquímica y microbiológica del agua de la Cocina de la UPI Servitá, Laboratorios WR puede concluir lo siguiente:

- El potencial de hidrógeno medido en la muestra de agua de estudio, evidencia tendencia alcalina. A nivel normativo, el valor reportado se encuentra dentro del rango definido por el Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, a través de la Resolución 2115 del 2007.

- Las características físicas de Sabor, Color Aparente, Olor y Turbiedad dan cumplimiento con los límites restrictivos del artículo 2 de la Resolución 2115 del 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- Los parámetros establecidos en las características químicas que tienen consecuencias económicas e indirectas sobre la salud humana cumplen con los valores máximos permisibles de acuerdo con el Artículo 7 de la norma de referencia.

- El nivel de Cloro Libre se encuentra dentro del rango establecido en la legislación aplicable, lo que posiblemente influye en que no se cuantifiquen poblaciones de Coliformes Totales ni *Escherichia coli.*

- Los parámetros con implicaciones sobre la salud humana de Nitritos, Nitratos, COT y los Fluoruros dan cumplimiento con los límites restrictivos del artículo 6 de la Resolución 2115 del 2007 de los Ministerios de la Protección Social y de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.

- El IRCA clasifica al agua de estudio sin riesgo, lo que la hace apta para consumo humano, ya que la concentración de todos los parámetros analizados cumple con los requisitos establecidos para agua potable.

8. RECOMENDACIONES Y SUGERENCIAS

Se debe efectuar un proceso de vigilancia, el cual requiere de un programa continuo y sistemático de inspecciones y estudios llevados a cabo en diferentes puntos del sistema de distribución de agua, a través de pruebas de control de la calidad del agua y monitoreo rutinario (Organización Panamericana de la Salud, 1988).

9. BIBLIOGRAFÍA

- GALLEGO ALEJANDRINA, BRAVO JUAN, GARCÍA MARÍA & PANIAGUA GEMA. (2019). Criterios de calidad y gestión del agua potable. Madrid.

- JIMÉNEZ BLANCA. (2001). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada.

- LÓPEZ SERGIO, MARTÍN SONIA & DE LAS HUERTAS MANUEL. (2015). Análisis de agua potable y residual. Edición 5. España.

- MAURI ADELA, LLOBAT MARÍA & HERRÁEZ ROSA. (2010). Laboratorio de análisis instrumental. Universidad de Valencia.

- MIHELCIC, J. R., ZIMMERMAN, J. B. (2012). Ingeniería ambiental: Fundamentos, sustentabilidad, diseño. Colombia: Alpha Editorial.

- MINISTERIO DE LA PROTECCIÓN SOCIAL, MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2007). Resolución 2115 de 2007.

- OJEDA MARIANO. (2015). Tratamiento de agua potable. Editorial Elearning S.L. Edición 5. España.

- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. (1988). Guías para la calidad del agua potable.

- RIGOLA MIGUEL. (1990). Tratamiento de aguas industriales: Aguas de proceso y residuales. Editorial Boixareu. Barcelona.

- ROMERO JAIRO. (2009). Calidad del agua. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Segunda edición. Bogotá.

- SÁNCHEZ ÓSCAR, HERZING MÓNICA, PETERS EDUARDO, MÁRQUEZ ROBERTO & ZAMBRANO LUIS. (2007). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México.

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

- UNIVERSIDAD DEL VALLE (2007). Avances en investigación y desarrollo en agua y saneamiento. Editorial Universidad del Valle. Primera edición. Cali.

- VELASCO FRANCISCO. (2018). Analizadores de proceso en línea: Introducción a sus técnicas analíticas. Ediciones DíazdeSantos. España.

Bogotá D.C. Colombia

2025/01/10

La información contenida en este informe corresponde a los resultados obtenidos por Laboratorios WR en el momento de su intervención, cumpliendo con los requerimientos establecidos en la orden de compra aprobada por el cliente. Laboratorios WR, responde únicamente frente a su cliente, sin que pueda derivarse responsabilidad de ningún tipo frente a terceros ante los que se presente dicho informe.

El presente documento no podrá ser alterado ni modificado, ni en su contenido ni en su apariencia. No puede ser reproducido sin previa autorización.

ELABORADO POR:	REVISADO POR:	APROBADO POR:
LILIAN SANTAMARÍA Ingeniera Ambiental	LUZ DARI SUAREZ Ingeniera Sanitaria	LIZ MICHELLE JULIETTE PARRADO PARRADO Química
PROFESIONAL DE INFORMES	**COORDINADORA DE INFORMES**	**JEFE DE LABORATORIO AMBIENTAL**
Firma:		 PQ - 09124

FIN DEL DOCUMENTO

ANEXO 1. REPORTE DE MUESTREO

+(57) 317 701 0652
coordinadoramb@labwr.com
Calle 23 No. 116 - 31/Bodega 22
Parque Industrial Puerto Central. Bogotá

ANEXO 2. REPORTE DE RESULTADOS DE LABORATORIO

+(57) 317 701 0652
coordinadoramb@labwr.com
Calle 23 No. 116 - 31/Bodega 22
Parque Industrial Puerto Central. Bogotá

ANEXO 3. RESOLUCIÓN MINISTERIO DE SALUD PARA ANÁLISIS DE AGUA DE CONSUMO HUMANO – ANASCOL S.A.S.

ANEXO 4. DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD

+(57) 317 701 0652
coordinadoramb@labwr.com
Calle 23 No. 116 - 31/Bodega 22
Parque Industrial Puerto Central. Bogotá