

INSTITUTO COSTARRICENSE DE ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS  
UEN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO  
DIRECCIÓN INVESTIGACIÓN APLICADA

## **CALIDAD DE AGUA COMO CRITERIO DE USO DEL POZO LA URUCA**

ELABORADO POR:  
RODOLFO ARAYA ÁLVAREZ  
ANDRÉS LAZO PÁEZ

REVISADO POR:  
EDUARDO LEZAMA FERNÁNDEZ

SAN JOSÉ, 30 DE JUNIO DEL 2017



**Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados  
Centro de Documentación e Información  
UEN Investigación y Desarrollo**



**AUTORIZACIÓN INSTITUCIONAL PARA PUBLICAR TESIS, ESTUDIOS,  
ARTÍCULOS Y/O INFORMES PROPIEDAD INTELECTUAL DE AyA EN  
EL REPOSITORIO DIGITAL DEL CEDI**

**Yo, Annette Henchoz Castro**

---

**N° Cédula: 1-0725-0409**

---

**Dependencia: Gerencia General**

---

Autorizo como Sub Gerente General y representante legal del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) cédula jurídica 4-000-042138 al Centro de Documentación e Información (CEDI) de la UEN Investigación y Desarrollo la inclusión, publicación y difusión en su Repositorio Digital, Catálogo en línea (OPAC) y la intranet institucional de la documentación incluida en la lista adjunta.

Se trata de estudios y documentos cuyos derechos intelectuales y de uso son exclusivos de nuestra institución.

**E-mail:** [centrodoc@aya.go.cr](mailto:centrodoc@aya.go.cr) **N° Teléfono:** 2242-5487

Annette  
Henchoz Castro

Firmado digitalmente por  
Annette Henchoz Castro  
Fecha: 2019.11.25 16:07:20  
-05'00'

**Firma:** \_\_\_\_\_

## Índice

1. Introducción	2
2. Antecedentes	5
3. Objetivo general	5
4. Objetivos específicos	6
5. Metodología	6
6. Análisis de resultados	6
7. Conclusiones	10
8. Recomendaciones	10
9. Anexos	10

## 1. Introducción

Durante los años 2016 y 2017, la UEN Investigación y Desarrollo (ID) realizó investigaciones relacionadas con el comportamiento del pozo La Uruca (AB 2330), bajo ciertas condiciones de caudal. Esto permitió conocer preliminarmente las características del agua extraída. Asimismo, en conjunto con el Instituto Tecnológico de Costa Rica, se evaluaron los alcances de algunas alternativas para tratamiento de esa agua. La intención fue valorar un eventual uso de esa fuente de agua para el acueducto metropolitano.

El día 04 de mayo 2017, en reunión realizada con el Ing. Saúl Trejos y el Ing. Gerardo Rivas de la UEN Programación y Control (PyC), se acordó lo indicado en el Cuadro 1.

**Cuadro 1** Acuerdos entre la UEN PyC y la UEN ID

#	Tema	Encargado	Fecha
1	Presentación del proyecto La Uruca, aprobado en Junta Directiva. Cronograma inicial. Envío de información general del proyecto.	PyC	En proceso
2	Definición del problema de potabilización	PyC - ID	Listo
3	Equipamiento del pozo para la prueba de bombeo	PyC	Por definir
4	Desarrollo del pozo y prueba de bombeo al caudal de diseño	PyC - GAM	Según 3
5	Monitoreo de calidad de agua al caudal de diseño (seco + lluvia)	ID - LNA	Según 4
6	Definición de la calidad de agua en el punto de dilución	ID	Junio 17
7	Balance de masas en el punto de dilución considerando ingreso de agua del pozo La Uruca	ID	Junio 17

8	Pre-diseño sanitario del sistema de potabilización y manejo de residuos	ID	Set 17
9	Especificación técnica básica para sistema de potabilización y manejo de residuos	ID	Set 17
10	Definición de labores a realizar en PyC, para diseño final, presupuesto definitivo, licitación, construcción y transferencia tecnológica	PyC	Por definir

Según lo indicado, el presente informe tiene por objetivo cumplir los acuerdos 6 y 7 presentados en el cuadro 1, de forma tal que se pueda valorar el eventual uso de dilución o la necesidad de tratamiento, para incorporar el pozo La Uruca al acueducto metropolitano. Lo anterior bajo la condición de cumplimiento de lo establecido en el Reglamento para la Calidad del Agua Potable vigente.

En el cuerpo del informe se presenta un resumen de la información recopilada a junio 2017, según se detalla a continuación:

1. Calidad de agua documentada para las fuentes que ingresan al tanque de almacenamiento.
2. Mediciones de caudal de entrada, al tanque de almacenamiento, documentada por la Región Metropolitana.
3. Calidad de agua documentada del pozo La Uruca.
4. Balance de masa y estimaciones preliminares para la calidad de agua que se podría obtener por dilución.

Con base en los datos contenidos en este documento, se presenta la recomendación de la UEN ID para los pasos siguientes del proyecto. Es decir, se establece si es factible lograr una dilución satisfactoria o bien, se indica si se requiere algún tipo de tratamiento. De momento no se incluye un pre-diseño sanitario, pues se requiere conocer la posición de la UEN PyC al respecto. Además, los estudios básicos se deben complementar para la condición definitiva real de operación del pozo.

## **2. Antecedentes**

Según información suministrada por el Laboratorio Nacional de Aguas (LNA), las fuentes que abastecen el tanque de La Uruca, para las que existen registros de calidad de agua, son: la Mezcla de Pozos La Valencia, y La Libertad. Luego de algunas consultas realizadas a funcionarios de la Región Metropolitana (Centro de Control Operacional), al tanque solamente le ingresa la mezcla de fuentes de La Valencia. Se debe resaltar que lo que ingresa al tanque de almacenamiento no corresponde al caudal completo de producción en ese campo de pozos, sino a una fracción del mismo. Esto por cuanto entre el sitio de producción y el tanque se distribuye parte de ese caudal.

De acuerdo con el Centro de Control Operacional (CCO) de la Gran Área Metropolitana (GAM), se realizan mediciones periódicas de los caudales que ingresan al tanque. Hay registros puntuales pero que no se encuentran tabulados en una base de datos para su debido proceso de consolidación. También existen registros de producción mensual en el sistema.

Se solicitó el envío de la información a la Región Metropolitana. Sin embargo, esta instancia manifestó que de momento se necesitan resolver algunas limitantes técnicas para extraer la información de una manera confiable y completa. Por lo tanto, para el análisis de calidades de agua se optó por crear y analizar escenarios de trabajo. Esto considera la variación natural de la calidad de agua que se ha podido documentar en La Valencia y en el Pozo La Uruca, además de los caudales puntuales de mayo y junio 2017. También se incorporan en el análisis los valores mensuales de los años 2016 y 2017.

## **3. Objetivo general**

Determinar la conveniencia técnica de incorporar el agua del pozo La Uruca en el acueducto metropolitano mediante dilución con el agua que llega al tanque, bajo las condiciones de caudal y calidad de agua documentadas por AyA.

#### **4. Objetivos específicos**

- Determinar las fuentes de agua que ingresan al tanque de almacenamiento de La Uruca.
- Determinar los caudales mínimo, promedio y máximo que ingresan al tanque de almacenamiento La Uruca, desde el campo de pozos de La Valencia.
- Tabular y analizar la información de calidad de agua que existe para el campo de pozos de La Valencia y para el pozo La Uruca.
- Estimar el comportamiento probable de la calidad de agua luego de incorporar el pozo La Uruca al acueducto.
- Identificar el problema de potabilización del agua del pozo de la Uruca
- Indicar si es conveniente desde el punto de vista técnico la incorporación del pozo La Uruca al acueducto.

#### **5. Metodología**

Se realizan balances de masa y otros cálculos intermedios complementarios para verificar si la calidad de agua que se obtiene de la mezcla del agua que llega al tanque de La Uruca y del pozo AB 2330, eventualmente podría cumplir de manera sostenida la calidad requerida por el Reglamento para la Calidad del Agua Potable vigente.

#### **6. Análisis de resultados**

Según los resultados de los análisis de calidad de agua elaborados por LNA (anexo 1), se tiene que los parámetros que presentan un comportamiento más significativo para el proceso de evaluación, son los que se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 2** Resumen de los principales parámetros de calidad de agua evaluados

Parámetro	La Valencia			La Uruca		
	Mínimo	Promedio	Máximo	Mínimo	Promedio	Máximo
Arsénico (ug/l)	0.5	0.6	0.8	37	48	68
Calcio (mg/l)	18	22	25	67	92	137
Cloruros (mg/l)	9	13	21	409	538	729
Conductividad (uS/cm)	197	244	278	1526	2124	2700
Dureza total (mg/l)	44	100	111	320	439	685
Hierro (ug/l)	ND	ND	ND	1754	2035	2783
Magnesio (mg/l)	10	11	13	48	86	162
Manganeso (ug/l)	ND	ND	ND	108	137	162
Nitratos (mg/l)	11	14	18	0.5	1	2
Potasio (mg/l)	5	5	6	31	34	39
Sodio (mg/l)	13	14	14	213	256	310
Sulfatos (mg/l)	6	10	15	37	42	51
Turbiedad (UNT)	0.2	0.4	0.7	2	49	129

En este punto, es importante indicar, que aunque no es completamente correcto realizar un balance de materia para conductividad (que en realidad está compuesta por sólidos totales disueltos) ni para turbiedad, se realizan las estimaciones del caso para efectos cualitativos e informativos. Es importante resaltar también el comportamiento de los nitratos en la fuente La Valencia; aunque éstos no superan la norma, muestran un comportamiento alejado del cero o al menos alejado de valores bajos. Se debe poner atención en análisis de calidad futuros a la tendencia de este parámetro.

Asimismo, surge como un hecho muy favorable, el que no se tenga presencia de manganeso, ya que este metal se puede remover pero a ciertas concentraciones puede provocar un efecto estético no agradable para el usuario final del agua. Tampoco se debe dejar de lado el valor de la dureza total, pues podría representar algún efecto estético o de afectación al funcionamiento de ciertos equipos o electrodomésticos. La



población está acostumbrada a recibir agua con una determinada dureza, y un cambio significativo podría generar un rechazo del agua.

Para efectos de la evaluación, se creó una serie de escenarios donde se contraponen las condiciones promedio, mínimas y máxima para todas las variables en proceso de estudio. Es decir, se valoran las eventuales condiciones promedio como mínimas y máximas, para los parámetros más críticos. Se incorporan tanto escenarios positivos como negativos para el operador del servicio de agua. Igualmente, se considera un caudal fijo de 100 l/s en el pozo La Uruca.

**Cuadro 3** Escenarios para la calidad de agua por mezcla de La Valencia y La Uruca (registros puntuales de caudal)

Datos caudal (PUNTALES)	Calidad	Arsénico (ug/l)	Calcio (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Conductividad (uS/cm)	Dureza Total (mg/l)	Hierro (ug/l)	Magnesio (mg/l)	Manganeso (ug/l)	Nitratos (mg/l)	Potasio (mg/l)	Sodio (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Turbiedad (UNT)	Escenario
Mínimo	Mínimos	6,8	26	78	426	130	302	16	19	9	9	48	12	0,4	1
	Promedios	8,8	34	104	588	158	350	24	24	12	10	56	15	8,7	2
	Máximos	12,3	44	143	695	210	479	38	28	15	11	65	21	22,8	3
Promedio	Mínimos	5,7	25	66	386	124	249	15	15	10	8	42	11	0,4	4
	Promedios	7,4	32	88	511	148	289	22	19	12	9	48	14	7,3	5
	Máximos	10,3	41	122	622	193	396	34	23	16	10	56	20	19,0	6
Máximo	Mínimos	5,3	24	61	371	121	230	15	14	10	8	40	10	0,4	7
	Promedios	6,8	31	82	490	144	267	21	18	13	9	46	14	6,7	8
	Máximos	9,6	40	114	595	186	365	32	21	16	10	53	20	17,5	9
ALERTA	NA	-	-	25	400	300	-	30	100	25	-	25	25	1	
VMA	NA	10	100	250	-	400	300	50	500	50	10	200	250	5	

En el caso de considerar solamente los datos puntuales de caudal, es posible observar que los factores más limitantes para las mezclas de agua son: potasio, hierro, arsénico y turbiedad. Adicionalmente, existe algún efecto estético, como el que podría generar la dureza total y un valor elevado de la conductividad eléctrica. Para estos últimos dos casos no se incumple la normativa pero sí se encuentran valores cercanos o superiores a los valores alerta.

En el caso de los iones resaltados, existe un riesgo operativo muy alto de incumplimiento del Reglamento para la Calidad del Agua Potable si se realizan las mezclas de agua sin tratamiento previo. Incluso si se incorporan los datos mensuales registrados para los caudales de agua de ambas fuentes (los cuales presentan caudales máximos mayores a los datos puntuales) tampoco se lograría una disminución significativa de la condición de riesgo sanitario.

**Cuadro 4** Escenarios para la calidad de agua por mezcla de La Valencia y La Uruca  
(registros mensuales de caudal)

Datos caudal (MENSUALES)	Calidad	Arsénico (ug/l)	Calcio (mg/l)	Cloruros (mg/l)	Conductividad (uS/cm)	Dureza Total (mg/l)	Hierro (ug/l)	Magnesio (mg/l)	Manganeso (ug/l)	Nitratos (mg/l)	Potasio (mg/l)	Sodio (mg/l)	Sulfatos (mg/l)	Turbiedad (UNT)	Escenario
Mínimo	Mínimos	6,6	26	76	420	129	294	16	18	9	9	47	11	0,4	1
	Promedios	8,6	33	101	560	157	342	24	23	12	10	55	15	8,5	2
	Máximos	12,0	44	140	685	207	467	38	27	16	11	64	21	22,3	3
Promedio	Mínimos	5,0	24	59	362	119	218	14	13	10	8	38	10	0,3	4
	Promedios	6,5	30	79	478	142	253	20	17	13	9	44	14	6,4	5
	Máximos	9,1	39	109	579	182	346	31	20	16	10	51	20	16,7	6
Máximo	Mínimos	4,4	23	51	338	115	186	14	11	10	7	35	9	0,3	7
	Promedios	5,6	29	69	443	136	216	19	15	13	8	40	13	5,5	8
	Máximos	7,9	37	96	535	172	295	29	17	17	9	46	19	14,3	9
ALERTA	NA	-	-	25	400	300	-	30	100	25	-	25	25	1	
VMA	NA	10	100	250	-	400	300	50	500	50	10	200	250	5	

Para los escenarios con los datos puntuales de caudal (cuadro 3), se encuentran condiciones de incumplimiento o de incumplimiento probable (por ejemplo, potasio muy cercano a 10 mg/l) en el 100% de los escenarios. Si se consideran los datos mensuales de caudal (cuadro 4), se encuentran condiciones de incumplimiento o incumplimiento probable en el 90% de los escenarios. Por lo tanto, se recomienda seguir con el proyecto bajo la premisa de que se requiere tratamiento, principalmente para atender los siguientes aspectos:

- Hierro total
- Potasio (sólidos disueltos totales)
- Arsénico
- Acondicionamiento por dureza total
- Turbiedad

Es importante recalcar que el tratamiento para hierro ya incorpora en sus principios básicos la posibilidad de remoción simultánea de arsénico, y hasta parte de la turbiedad que probablemente es provocada por los metales disueltos que se oxidan. En el caso del acondicionamiento por dureza total, se pueden probar soluciones disponibles en el mercado que aunque no disminuyen el valor de la dureza, sí permiten acondicionar el agua de tal forma que no se genere incrustaciones. Por último, para el caso de los sólidos disueltos totales (por ejemplo, potasio) se debe realizar un análisis de costo-beneficio de la implementación de algún proceso por medio de membranas, intercambio iónico u otro.

## **7. Conclusiones**

- No se recomienda incorporar el pozo La Uruca al acueducto metropolitano, sin tratamiento, bajo las condiciones planteadas en el presente informe.
- Existe riesgo de incumplimiento del Reglamento para la Calidad del Agua Potable, si se incorpora el pozo La Uruca sin tratamiento previo, principalmente en los parámetros: arsénico, hierro, potasio (sólidos disueltos) y turbiedad.
- Sin tratamiento del pozo mencionado, existe riesgo de generar un efecto estético adverso en el agua, principalmente por los parámetros: hierro y dureza total.

## **8. Recomendaciones**

- Valorar la incorporación de otras fuentes al sistema para verificar si existe posibilidad de mejorar el efecto de dilución.
- Realizar pruebas de bombeo en el pozo La Uruca a un caudal de al menos 100 l/s, de manera que se valide la calidad de agua al caudal real deseado.
- Verificar el estado interno del pozo La Uruca, de manera que se revise la condición actual del mismo.
- Elaborar un pre-diseño sanitario para una alternativa de tratamiento en el pozo La Uruca.
- Prestar atención al comportamiento futuro de los nitratos en las fuentes de La Valencia.

## **9. Anexos**

9.1 Análisis de calidad de agua para la mezcla de pozos La Valencia.

9.2 Análisis de calidad de agua para el pozo La Uruca.

9.3 Registros de caudal de agua para la mezcla de pozos La Valencia.