

# Inventario sanitario del departamento del Quindío

## A sanitary inventory in the Department of Quindío

SHIRLEY ANDREA BAUTISTA CASTELLANOS<sup>1</sup> Y JAIRO ALBERTO ROMERO ROJAS<sup>2</sup>

1. Ingeniera civil, especialista en Saneamiento Ambiental y magíster en Ingeniería Civil de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

2. Ingeniero civil, MEEE, profesor titular de la Escuela Colombiana de Ingeniería.

Recibido: 10/06/2010 Aceptado: 20/07/2010

Disponible en <http://www.escuelaing.edu.co/revista.htm>

### Resumen

En este artículo se incluyen los resultados más relevantes del estudio realizado para la elaboración del inventario sanitario del departamento del Quindío. En el informe se reportan las características principales de los sistemas de abastecimiento, de potabilización, de recolección de agua residual, de tratamiento de aguas residuales y del sistema de recolección y disposición de residuos sólidos, en cada municipio. Se encontró que todos los municipios del Quindío tienen una cobertura de servicio de acueducto mayor del 90%, con excepción de Pijao (66%) y Génova (87%). La cobertura del servicio de alcantarillado es inferior al 90% en Pijao (51%), Génova (75%), Quimbaya y Montenegro (88%). La cobertura del servicio de aseo es mayor del 95%, con excepción del municipio de Pijao (80%). El 83% de los municipios no posee tratamiento de aguas residuales.

**Palabras claves:** saneamiento ambiental, servicios públicos, acueducto, alcantarillado, purificación de agua, tratamiento de aguas residuales, residuos sólidos.

### Abstract

This paper shows the most important findings of a study on a sanitary inventory in the Department of Quindío. The report encloses the characteristics of the water supply system, water treatment plant, sewerage system, wastewater treatment system, and collection and disposal of solid wastes in each municipality. Study showed all municipalities have coverage of water supply greater than 90%, except for Pijao (66%) and Génova (87%). The coverage of the sewerage service is less than 90% in Pijao (51%), Génova (75%), and Quimbaya and Montenegro (88%). The coverage of the solid waste service is greater than 95%, apart from Pijao (80%). An 83% of the municipalities do not have waste water treatment plant.

**Keywords:** sanitation, utilities, water, sewage, water purification, wastewater treatment, solid waste.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los requisitos para proveer adecuadamente los servicios de saneamiento básico a la población es conocer el estado actual de sus componentes para proyectar las necesidades que se deben satisfacer. El conocimiento de la cobertura, estado y capacidad de cada servicio público permite prever las soluciones y demandas económicas requeridas por cada municipio para el propósito básico de garantizar la salud y el bienestar de la sociedad.

## METODOLOGÍA

Los datos de las características y condiciones más relevantes del servicio de acueducto, alcantarillado y aseo de cada municipio se consiguieron mediante encuestas remitidas por correo electrónico a los responsables de la prestación de los servicios, gerentes de operadores o alcaldes municipales, con copia a los secretarios de infraestructura o de planeación.

## SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO

### Aducción

Seguidamente se observan las pérdidas de agua cruda en la aducción de los sistemas de abastecimiento (tabla 1).

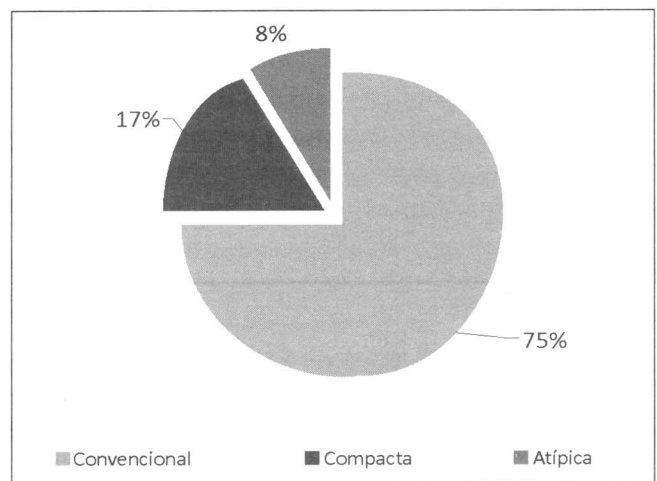
**Tabla 1**  
Caudal de bocatoma y de PPA

Municipio	Caudal bocatoma (L/s)	Caudal PPA (L/s)	Pérdidas (%)
Armenia	3000	1050	65
La Tebaida	450	120	73
Quimbaya	360	120	67
Circasia	125	120	4
Pijao	54	20	63
Buenavista	60	20	67
Montenegro	650	120	82
Salento	60	20	67
Génova	180	60	67
Filandia	75	25	67
Calarcá	495	180	64
Córdoba	26	10	62
Promedio (L/s)			62
Desviación estándar (L/s)			19
Intervalo (L/s)			(4 - 82)

Las pérdidas de agua cruda en la aducción varían entre 4 y 82%; en promedio,  $62 \pm 19\%$ , valores excesivos en todos los municipios, con excepción de Circasia. Es necesario revisar el estado de las conducciones, de las bocatomas y los aforos correspondientes, en cada municipio.

### Plantas de purificación de agua (PPA)

Como se puede observar a continuación, el 75% de las PPA son de tipo convencional, el 17% de tipo compacto y el 8% de características atípicas, que corresponde al municipio de Córdoba con una PPA integrada por sedimentación, filtración y desinfección (figura 1).



**Figura 1.** Tipo de PPA en el Quindío.

En la tabla siguiente se presentan los caudales afluente y efluente en las PPA (tabla 2).

Se observan pérdidas entre 0 y 62% en las PPA, con un promedio de  $36 \pm 21\%$ . Las mayores pérdidas se presentan en las PPA de Pijao, Buenavista y Génova, mientras que los menores valores se registran en Circasia, Córdoba y Filandia. Los valores de caudal reportados indican que, con excepción de Circasia y Filandia, es necesario revisar la representatividad de los aforos y los procedimientos de operación y mantenimiento para mantener los consumos en planta por debajo del 10%.

**Tabla 2**  
Caudales afluente y efluente en las PPA

Municipio	Número de PPA	Caudal afluente (L/s)	Caudal efluente (L/s)	Pérdidas (%)
Armenia	1	1050	721	31
La Tebaida	1	120	92	23
Quimbaya	1	120	70	42
Circasia	2	120	113	6
Pijao	1	20	8	61
Buenavista	1	20	8	62
Montenegro	1	120	87	28
Salento	1	20	11	45
Génova	1	60	25	59
Filandia	1	25	22	12
Calarcá	1	180	133	26
Córdoba	1	10	10	0
Promedio (%)				33
Desviación estándar (%)				21
Intervalo			(0-62)	

### Almacenamiento

A renglón seguido se presentan las características del almacenamiento en los municipios del Quindío (tabla 3).

**Tabla 3**  
Características del almacenamiento

Municipio	Número de tanques	Caudal macromedio (L/S)	Caudal macromedio (m³/d)	Capacidad tanques (m³)	Almacenamiento (%)
Armenia	8	721	62.294	25.743	41
La Tebaida	1	92	7949	4000	50
Quimbaya	1	70	6048	1500	25
Circasia	1	113	9782	1900	19
Pijao	1	8	674	348	52
Buenavista	1	8	662	148	22
Montenegro	1	87	7517	4050	54
Salento	1	11	950	300	32
Génova	1	25	2129	600	28
Filandia	1	22	1901	1000	53
Calarcá	1	133	11.491	4345	38
Córdoba	2	10	864	228	26
Promedio (%)					37
Desviación estándar (%)					13
Intervalo					(19-54)

Se determina que el almacenamiento promedio es de  $37 \pm 13\%$  del consumo diario. Los municipios de Montenegro, Filandia y Pijao cuentan con el mayor almacenamiento, superior a un 52%. El único municipio con almacenamiento inferior al 20% es Circasia, con un 19%.

### Consumo

A continuación se presentan los índices de agua no contabilizada (tabla 4 y figura 2).

**Tabla 4**  
Índice de agua no contabilizada en el departamento del Quindío

Municipio	Micro-medición	Consumo histórico (m³/mes* suscriptor)	Índice de agua No contabilizada (%)
Armenia	Sí	13,9	39
La Tebaida	Sí	14,0	37
Quimbaya	Sí	16,0	33
Circasia	Sí	13,0	39
Pijao	No	15,0	33*
Buenavista	Sí	12,1	35
Montenegro	Sí	16,0	37
Salento	Sí	15,0	30
Génova	Sí	15,0	22
Filandia	Sí	13,0	32
Calarcá	Sí	14,0	30
Córdoba	Sí	0,0	30
Promedio (%)		33	
Desviación estándar (%)		5	
Intervalo		(22-39)	

\* Valor supuesto por Esaquín.

Como se observa en la tabla 4, Pijao es el único municipio del departamento que no cuenta con micromedición. Todos los municipios del Quindío presentan índices de agua no contabilizada superiores al 22% y requieren un programa de reducción de dicho porcentaje, toda vez que a la luz del artículo 6.º de la Resolución 1795 de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA), todos los sistemas de acueducto están comprometidos a realizar esfuerzos para disminuirlas al máximo, pues el nivel máximo de agua no contabilizada que se aceptará para el

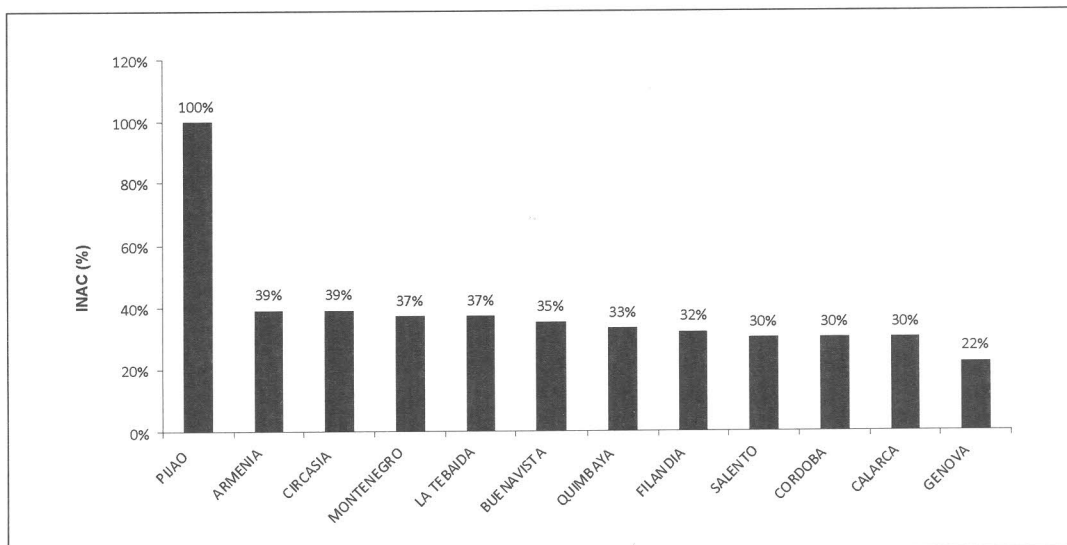


Figura 2. Índice de agua no contabilizada.

cálculo de los costos de la prestación del servicio de acueducto será del 30%. Por otro lado, la Ley 373 de junio de 1997, mediante la cual se establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua, invita a hacer esfuerzos ingentes para reducir las pérdidas de los sistemas de acueducto en el territorio nacional.

Más adelante se registran el consumo por suscriptor y por habitante, a partir de los datos de consumo histórico (tabla 5 y figura 3).

El consumo promedio por habitante en el Quindío es de  $138 \pm 22$  L/hab•d. El municipio de Córdoba exhibe el consumo máximo de 182 L/hab•d y La Tebaida el consumo mínimo de 104 L/hab•d. El número promedio de habitantes/suscriptor es de  $3,6 \pm 0,4$ , con un intervalo de 3 a 4,5 habitantes/suscriptor.

Tabla 5  
Consumo histórico en Quindío

Municipio	Consumo m³/mes·suscriptor	Habitantes/suscriptor	Consumo por habitante (L/hab•d)
Armenia	13,9	3,3	142
La Tebaida	14,0	4,5	104
Quimbaya	16,0	4,0	134
Circasia	13,0	3,9	112
Pijao	15,0	3,4	147
Buenavista	12,1	3,1	130
Montenegro	16,0	3,9	137
Salento	15,0	3,4	148
Génova	15,0	3,0	168
Filandia	13,0	3,3	131
Calarcá	14,0	3,8	123
Córdoba	17,7	3,3	182
Promedio (L/hab•d)			138
Desviación estándar (L/hab•d)			22
Intervalo			(104-182)

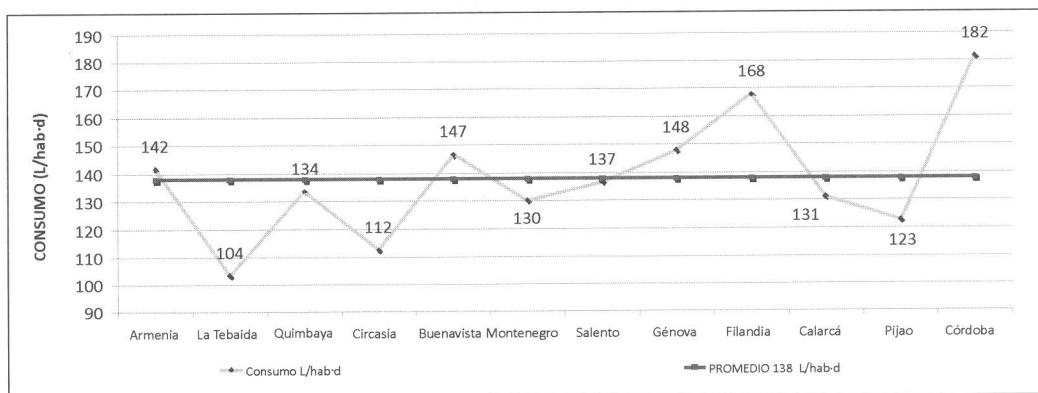


Figura 3. Consumo histórico en el Quindío.

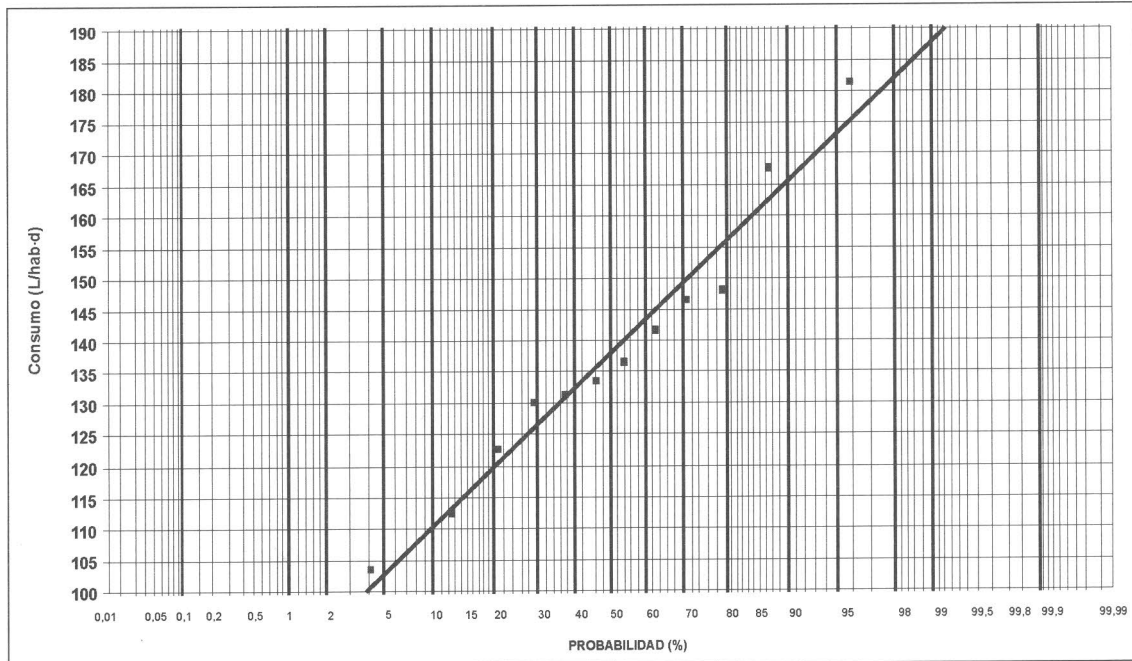


Figura 4. Probabilidad de ocurrencia de consumo por habitante en el Quindío (2009).

El consumo promedio probable en el Quindío es de 138 L/hab•d, y con un 95% de probabilidad de 174 L/hab•d (figura 4).

## SISTEMA DE AGUAS RESIDUALES

### Alcantarillado

A continuación se presentan los porcentajes de cobertura de alcantarillado de los municipios del departa-

mento del Quindío. La cobertura del servicio de alcantarillado oscila entre 51 y 100%. Los municipios de La Tebaida, Filandia, Calarcá, Córdoba y Armenia tienen cobertura de alcantarillado superior al 95%.

El 58% de los municipios (Quimbaya, Circasia, Pijao, Buenavista, Montenegro, Salento y Génova) tiene cobertura del alcantarillado menor del 95% y requiere, por tanto, incrementar su cobertura de servicio.

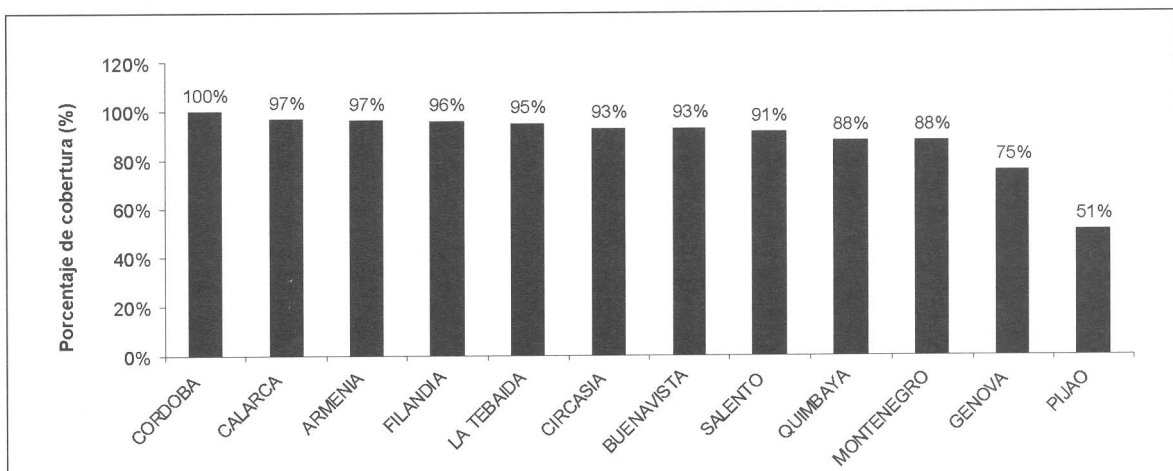


Figura 5. Cobertura de alcantarillado.

### TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En el departamento de Quindío solamente dos municipios, La Tebaida y Salento (17%), poseen plantas de tratamiento de agua residual, del tipo de tratamiento secundario. Los diez municipios restantes (83%) no poseen sistema de tratamiento de aguas residuales. Las PTAR de La Tebaida y Salento están constituidas por cribas, desarenador, trampa grasa y reactor anaerobio de flujo ascensional.

Como se observa a renglón seguido, las PTAR de La Tebaida y de Salento tienen remociones promedio en demanda biológica de oxígeno (DBO) de 58 y 32%,

y en SS de 76 y 65%, respectivamente. Las eficiencias observadas indican que es necesario optimizar los sistemas de tratamiento para aumentar su rendimiento al 80% (figuras 6 y 7).

La DBO promedio del agua residual cruda de los municipios del Quindío es de 240 mg/L, y con un 95% de probabilidad la DBO del agua residual cruda es menor de 450 mg/L. Los municipios del Quindío tienen aguas residuales crudas con concentración orgánica muy variable, entre 45 y 419 mg/L, que indican la necesidad de verificar la exactitud y precisión de los ensayos de DBO practicados y las condiciones de flujo de los alcantarillados (figura 8).

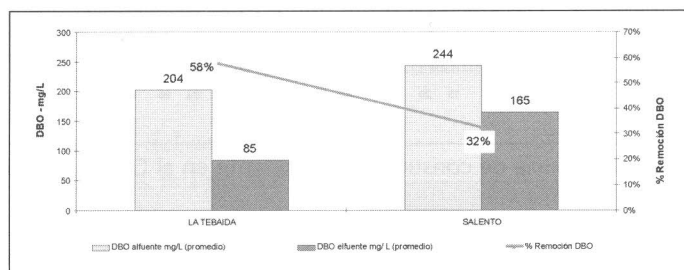


Figura 6. Análisis de remoción de DBO promedio en el Quindío.

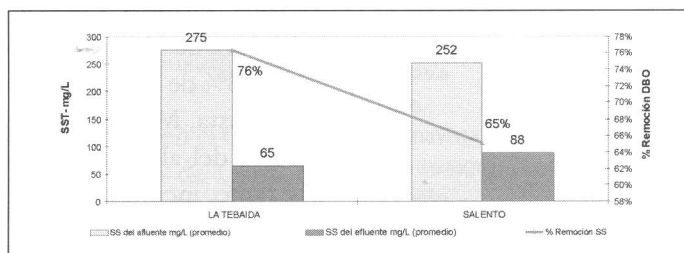


Figura 7. Análisis de remoción de sólidos suspendidos promedio en el Quindío.

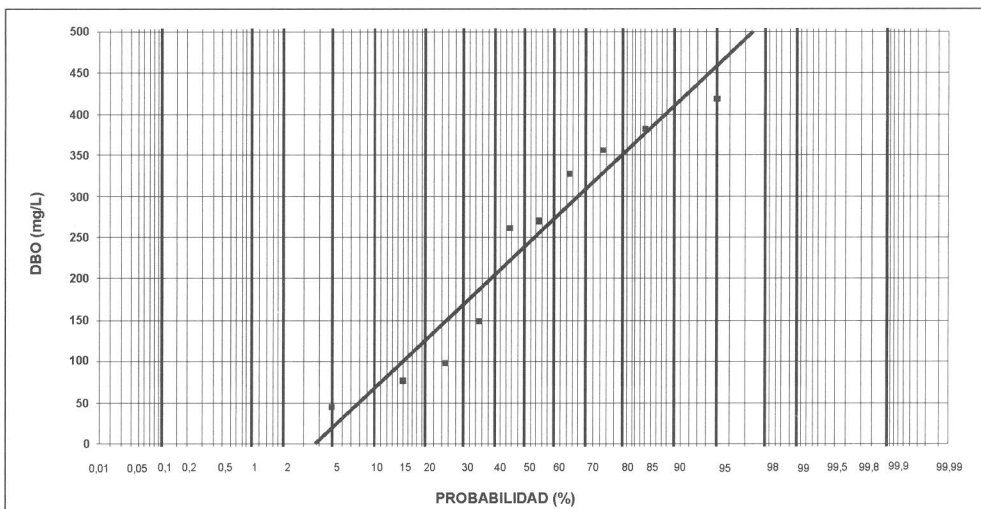


Figura 8. Probabilidad de ocurrencia de DBO en el agua residual cruda.

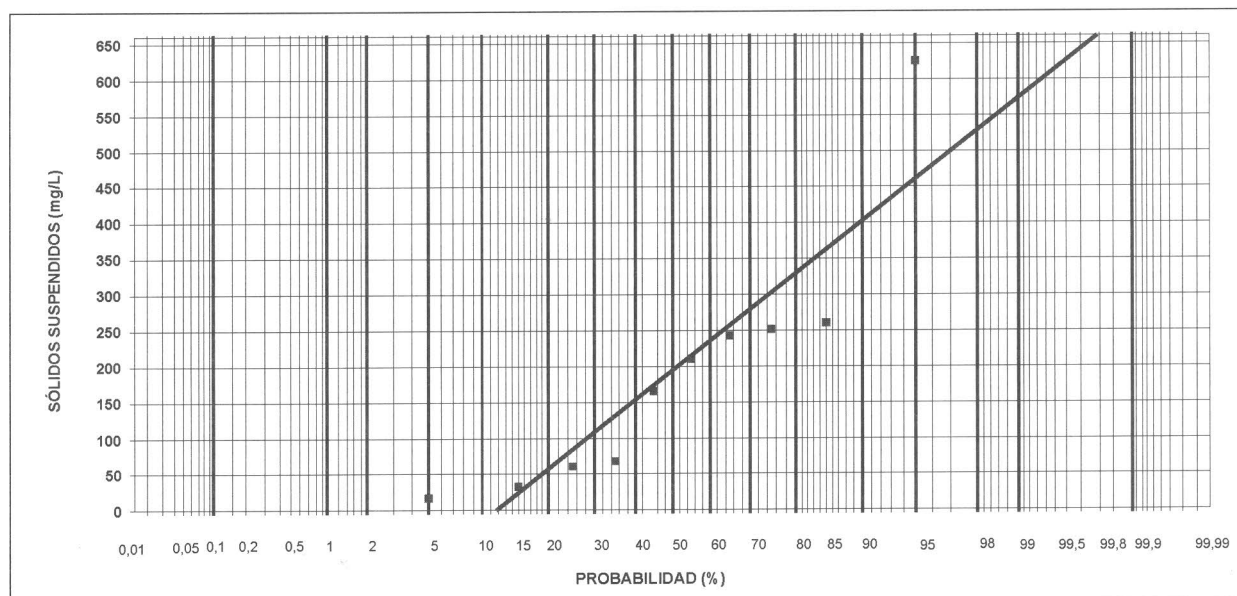


Figura 9. Probabilidad de ocurrencia de sólidos suspendidos en el agua residual cruda.

Los valores de SST de las aguas residuales crudas del departamento del Quindío indican un valor promedio de 190 mg/L y un intervalo de variación de 18 a 625 mg/L, con un valor de ocurrencia para un 95% de probabilidad de 460 mg/L. La alta dispersión de la concentración de SST hace necesario, como sucede con los valores de DBO, verificar la validez y precisión de dichas pruebas y las condiciones de flujo de los alcantarillados (figura 9).

## SISTEMA DE ASEO URBANO

Todos los municipios del Quindío prestan el servicio de aseo directamente, con excepción de Armenia, que lo hace a través de Servigenerales S.A. EPS; Calarcá, que lo hace por medio de Multipropósito S.A. ESP; Montenegro, con Café Aseo del Quindío S.A. ESP, y Córdoba, con Esacor S.A. ESP. La cobertura del sistema de aseo en todos los municipios del Quindío es del 100%, con excepción del municipio de Calarcá y de

Tabla 6  
Producción de residuos sólidos en el departamento del Quindío

Municipio	Población servida (hab)	Cantidad recogida por día (m <sup>3</sup> /d)	Densidad residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> )	Producción por habitante (L/d•hab)	Producción por habitante (kg/d•hab)	
Armenia	321.378	236,0	125.080	530	0,73	0,39
La Tebaida	39.136	25,0	13.250	530	0,64	0,34
Montenegro	45.007	27,0	14.310	530	0,60	0,32
Calarcá	55.567	28,3	14.999	530	0,51	0,27
Córdoba	2997	1,2	636	530	0,40	0,21
Salento	7199	2,6	1378	530	0,36	0,19
Filandia	13.017	4,6	2438	530	0,35	0,19
Génova	5805	2,0	1060	530	0,34	0,18
Circasia	28.660	9,0	4770	530	0,31	0,17
Quimbaya	34.437	10,7	5671	530	0,31	0,16
Pijao	5162	1,2	636	530	0,23	0,12
Buenavista	3086	0,7	371	530	0,23	0,12
Promedio					0,42	0,22
Desviación estándar					0,16	0,09
Intervalo					(0,23-0,73)	(0,12-0,39)

Pijao, los cuales cuentan con el 96 y 80% de cobertura, en ese orden.

La producción volumétrica de residuos sólidos (tabla 6) varía entre 0,23 y 0,73 L/hab•d, que corresponde a una producción másica de 0,12 a 0,39 kg/hab•d. El municipio de Armenia tiene la mayor producción volumétrica y másica de residuos sólidos, 0,73 L/hab•d y 0,39 kg/hab•d, respectivamente, mientras que Buenavista tiene la menor producción: 0,23 L/hab•d y 0,12 kg/hab•d. La producción promedio de residuos

sólidos es de 0,42 L/hab•d y 0,22 kg/hab•d, respectivamente.

La disposición volumétrica de residuos sólidos (tabla 7) varía entre 0,12 y 0,39 L/hab•d, que corresponde a una producción másica de 0,12 y 0,39 kg/hab•d. En promedio, la disposición másica y volumétrica de residuos sólidos es de 0,22 kg/hab•d y 0,22 L/hab•d. Más adelante se presenta el costo del servicio de aseo por kilogramo de residuos sólidos (tabla 8 y figura 10).

**Tabla 7**  
Disposición de residuos sólidos en el departamento del Quindío

Municipio	Población servida (hab)	Cantidad dispuesta por día (m <sup>3</sup> /d)	Cantidad dispuesta por día (kg/d)	Densidad residuos sólidos (kg/m <sup>3</sup> )	Cantidad dispuesta por habitante (L/d•hab)	Cantidad dispuesta por habitante (kg/d•hab)
Armenia	321.376	125,1	125.080	1000	0,39	0,39
La Tebaida	39.136	13,3	13.250	1000	0,34	0,34
Montenegro	45.007	14,3	14.310	1000	0,32	0,32
Calarcá	55.567	15,0	14.999	1000	0,27	0,27
Córdoba	2997	0,6	636	1000	0,21	0,21
Salento	7199	1,4	1378	1000	0,19	0,19
Filandia	13.017	2,4	2438	1000	0,19	0,19
Génova	5805	1,1	1060	1000	0,18	0,18
Circasia	28.660	4,8	4770	1000	0,17	0,17
Quimbaya	34.437	5,7	5671	1000	0,16	0,16
Pijao	5162	0,6	636	1000	0,12	0,12
Buenavista	3086	0,4	371	1000	0,12	0,12
Promedio					0,22	0,22
Desviación estándar					0,09	0,09
Intervalo					(0,12-0,39)	(0,12-0,39)

**Tabla 8**  
Costo del servicio de aseo por kilogramo en Quindío

Municipio	Producción (kg/d)	Número de suscriptores	Costo recolección, transporte y disposición (\$/suscriptor•mes)	Costo recolección, transporte y disposición (\$/suscriptor•d)	Producción (kg/d•suscriptor)	Costo recolección, transporte y disposición (\$/kg)
Armenia	125.080	80.680	11.330	378	1,55	244
La Tebaida	13.250	7423	6000	200	1,78	112
Montenegro	14.310	7959	7200	240	1,80	133
Calarcá	14.999	11.113	11.897	397	1,35	294
Córdoba	636	921	13.516	451	0,69	652
Salento	1378	1037	8674	289	1,33	218
Filandia	2438	2434	6654	222	1,00	221
Génova	1060	1280	7205	240	0,83	290
Circasia	4770	1720	7460	249	2,77	90
Quimbaya	5671	6319	6000	200	0,90	223
Pijao	636	786	2500	83	0,81	103
Buenavista	371	348	2626	88	1,07	82
Promedio						222
Desviación estándar						156
Intervalo						(82-652)



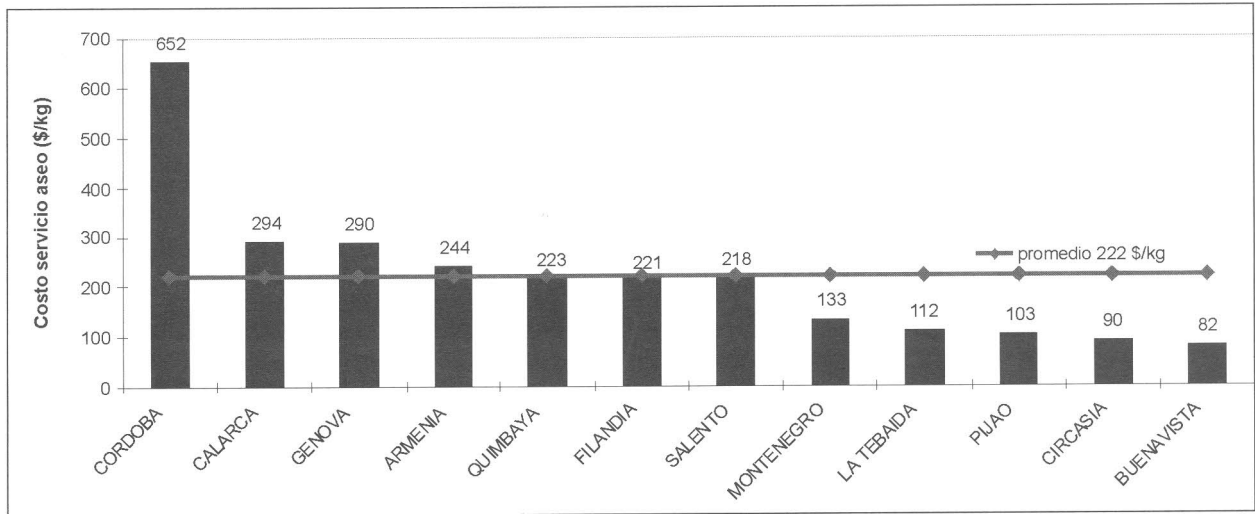


Figura 10. Costo del servicio de aseo por kilogramo.

Esto permite inferir que el costo promedio de recolección, transporte y disposición por kilogramo en el departamento del Quindío es de \$222/kg. El municipi-

pio de Córdoba presenta el mayor costo (\$652/kg) y el municipio de Buenavista, el menor (\$82/kg).

Seguidamente se presenta el costo de servicio de aseo por litro de residuos sólidos (tabla 9).

Tabla 9  
Costo del servicio de aseo por litro en Quindío

Municipio	Producción (m <sup>3</sup> /d)	Número de suscriptores	Costo recolección, transporte y disposición (\$/suscriptor•mes)	Costo recolección, transporte y disposición (\$/suscriptor•d)	Producción (L/d•suscriptor)	Costo recolección, transporte y disposición (\$/L)
Armenia	236,0	80.680	11.330	378	2,93	129,11
La Tebaida	25,0	7423	6000	200	3,37	59,38
Montenegro	27,0	7959	7200	240	3,39	70,75
Calarcá	28,3	11.113	11.897	397	2,55	155,73
Córdoba	1,2	921	13.516	451	1,30	345,78
Salento	2,6	1037	8674	289	2,51	115,32
Filandia	4,6	2434	6654	222	1,89	117,36
Génova	2,0	1280	7205	240	1,56	153,71
Circasia	9,0	1720	7460	249	5,23	47,51
Quimbaya	10,7	6319	6000	200	1,69	117,11
Pijao	1,2	786	2500	83	1,53	54,58
Buenavista	0,7	348	2626	88	2,01	43,52
Promedio						117,57
Desviación estándar						82,53
Intervalo						(0,43-345,8)

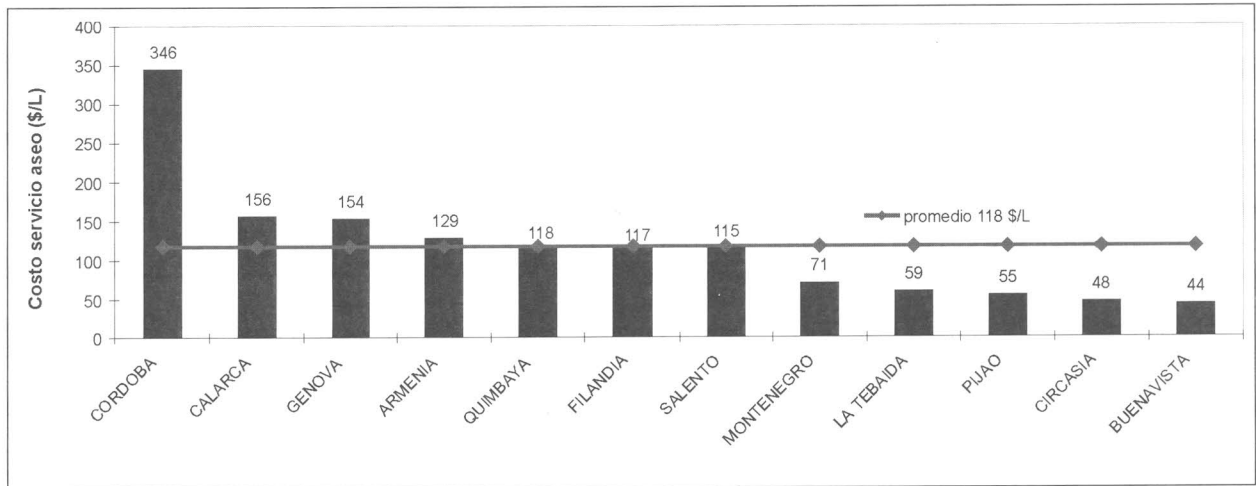


Figura 11. Costo servicio de aseo por litro.

Con base en lo observado se infiere que el costo promedio de recolección, transporte y disposición por litro en el departamento del Quindío es de \$117,6/L. El municipio de Córdoba presenta el mayor costo (\$346/L), mientras que el municipio de Buenavista registra el menor costo (\$44/L).

### COBERTURA DE SERVICIOS BÁSICOS

A continuación se resumen las coberturas observadas de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo (tabla 10 y figura 12).

Tabla 10

Cobertura de servicios de acueducto, alcantarillado y aseo

Municipio	Cobertura servicio de acueducto (%)	Cobertura servicio de alcantarillado (%)	Cobertura servicio de aseo (%)
Armenia	90	97	100
La Tebaida	99	95	100
Quimbaya	90	88	100
Circasia	98	93	100
Pijao	66	51	80
Buenavista	93	93	100
Montenegro	90	88	100
Salento	98	91	100
Génova	87	75	100
Filandia	100	96	100
Calarcá	98	97	96
Córdoba	100	100	100

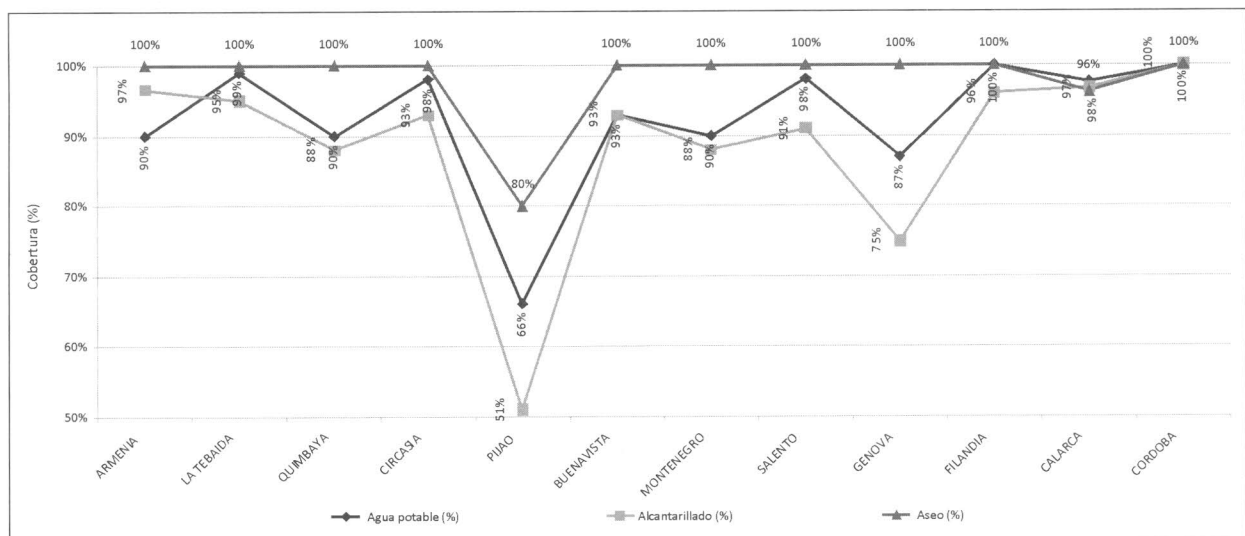


Figura 12. Coberturas de agua potable, alcantarillado y aseo en el Quindío, 2010.

Como se puede apreciar, el municipio de Pijao tiene la más baja cobertura en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. El municipio de Génova carece también de cobertura adecuada en servicios de acueducto y alcantarillado. Circasia, Buenavista, La Tebaida, Filandia y Salento tienen igualmente muy buenas coberturas en los tres servicios. Armenia debe ampliar la cobertura del servicio de acueducto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las pérdidas de agua cruda en la aducción varían entre 4 y 82%, en promedio  $62 \pm 19\%$ , valores excesivos en todos los municipios, con excepción del municipio de Circasia (4%). Es necesario revisar el estado de las conducciones y de las bocatomas, y los aforos correspondientes para reducir dichas pérdidas a menos del 5%, como se recomienda en el RAS 2000.
- El 75% de las PPA del departamento del Quindío son de tipo convencional, el 17% de tipo compacto y el 8% de características atípicas.
- Los sistemas de potabilización del Quindío presentan pérdidas entre el 0 y 62% en las PPA, con un promedio de  $36 \pm 21\%$ . Hay que revisar la representatividad de los aforos y los procedimientos de operación y mantenimiento para mantener los consumos en planta por debajo del 10%.
- El almacenamiento promedio es de  $37 \pm 13\%$  del caudal de consumo. Los municipios de Montenegro, Filandia y Pijao cuentan con almacenamiento superior a un 52%.
- El municipio de Pijao carece de micromedición. Es necesario recomendar la dotación de micromedición al municipio de Pijao.
- Los municipios de Filandia, Quimbaya, Buenavista, La Tebaida, Montenegro, Circasia, Armenia y Pijao, que tienen un índice de agua no contabilizada (IANC) superior al 30%, requieren un programa de reducción de dicho porcentaje, toda vez que a la luz del artículo 6.º de la Resolución 1795 de la CRA, todos los sistemas de acueducto están comprometidos a realizar esfuerzos para disminuirlos al máximo, pues el nivel máximo de agua no contabilizada que se aceptará para el cálculo de los costos de la prestación del servicio de acueducto será del 30%. Por otro lado, la Ley 373 de junio de 1997, por la cual se establece el programa para uso eficiente y ahorro del agua, invita a hacer esfuerzos ingentes para reducir las pérdidas de los sistemas de acueducto en el territorio nacional.
- El consumo promedio de agua por habitante en el Quindío es de  $138 \pm 22$  L/hab•d, siendo el consumo máximo de 182 L/hab•d en Córdoba y el mínimo de 104 L/hab•d en La Tebaida. El número promedio de habitantes/suscriptor es de  $3,6 \pm 0,4$ , con un intervalo de 3 a 4,5 habitantes/suscriptor.
- El consumo de agua promedio probable en el Quindío es de 138 L/hab•d, con un 95% de probabilidad 174 L/hab•d.
- El 58% de los municipios del Quindío (Quimbaya, Circasia, Pijao, Buenavista, Montenegro, Salento y Génova) tiene cobertura del alcantarillado menor del 95% y requiere, por tanto, incrementar su cobertura de servicio.
- Solamente dos municipios (17%) poseen planta de tratamiento de agua residual del tipo de tratamiento secundario. Los diez municipios restantes (83%) no poseen sistema de tratamiento de aguas residuales.
- La eficiencia de las plantas de tratamiento de La Tebaida y de Salento es muy baja, por lo que se requiere aumentar su rendimiento al 80%.
- La DBO promedio del agua residual de los municipios del Quindío es de 240 mg/L, para un 95% de probabilidad; la DBO del agua residual cruda es menor de 450 mg/L. Los municipios del Quindío tienen aguas residuales crudas con concentración orgánica muy variable, entre 45 y 419 mg/L, que indica la necesidad de verificar la exactitud y precisión de los ensayos de DBO practicados y las condiciones de flujo de los alcantarillados.
- El valor de SST promedio del agua residual de los municipios del Quindío es de 190 mg/L, para un 95% de probabilidad; los SST del agua residual cruda son menores de 460 mg/L. Es necesario, como sucede con los valores de DBO, verificar la validez y precisión de dichas pruebas, así como las condiciones de flujo de los alcantarillados.
- La cobertura del sistema de aseo en todos los municipios del Quindío es del 100%, con excepción del municipio de Calarcá y de Pijao, los cuales cuentan con 96 y 80% de cobertura, respectivamente.

- La producción volumétrica de residuos sólidos en el Quindío varía entre 0,23 y 0,73 L/hab•d, que corresponde a una producción másica de 0,12 a 0,39 kg/hab•d.
- El municipio de Armenia tiene la mayor producción volumétrica y másica de residuos sólidos (0,73 L/hab•d y 0,39 kg/hab•d, respectivamente), mientras que Buenavista tiene la menor producción (0,23 L/hab•d y 0,12 kg/hab•d).
- La disposición másica y volumétrica promedio de residuos sólidos en el departamento del Quindío es de 0,22 kg/hab•d y 0,22 L/hab•d.
- El costo promedio de recolección, transporte y disposición por kilogramo de residuos sólidos es de \$222/kg. El municipio de Córdoba presenta el mayor costo con \$652/kg, mientras que el municipio de Buenavista presenta el menor costo con \$82/kg.
- El costo promedio de recolección, transporte y disposición por litro de residuos sólidos es de \$117,6/L. El municipio de Córdoba presenta el mayor costo (\$346/L) y el municipio de Buenavista, el menor (\$44/L).
- El municipio de Pijao tiene la cobertura más baja en los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo. El municipio de Génova carece también de cobertura adecuada en servicios de acueducto y alcantarillado.
- Circasia, Buenavista, La Tebaida, Filandia y Salento tienen muy buenas coberturas en los tres servicios. Armenia debe ampliar la cobertura del servicio de acueducto.

## REFERENCIAS

1. Bautista C., Shirley A. (2010, junio). Inventario sanitario de los departamentos del Quindío y Amazonas. Proyecto de grado maestría en Ingeniería Civil. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.