



*Tendencias en el tratamiento
Integral de Aguas Residuales*

Congreso Internacional Ambiental Manizales

“Tendencias en el tratamiento integral de aguas residuales”

Manizales, septiembre 18 - 21 de 2017



Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



Universidad
Católica
de Manizales



Retos y oportunidades en el tratamiento de ARnD en Manizales

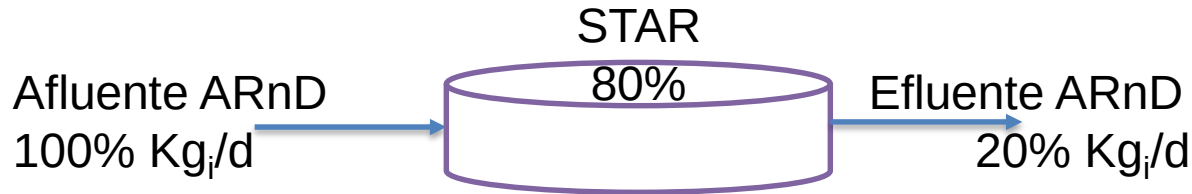
Congreso Internacional Ambiental

Tendencias en el tratamiento integral de aguas residuales

Manizales, septiembre 21 de 2017

Marco normativo

Decreto 1594 de 1984



Parámetros de interés:

DBO – R > 80%

SST – R > 80%

GyA – R > 80%

5 < pH < 9

T < 40° C

Marco normativo

Decreto 1594 de 1984 – Impacto del vertimiento



Escenario 1

Vertimiento

$$Q = 2 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 180 \text{ mg/L}$$

Río

$$Q = 100 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Mezcla

$$C_{\text{DBO}} = 8,4 \text{ mg/L}$$

Afectación:

68% aumento de DBO



Escenario 2

Vertimiento

$$Q = 2 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 600 \text{ mg/L}$$

Río

$$Q = 100 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Mezcla

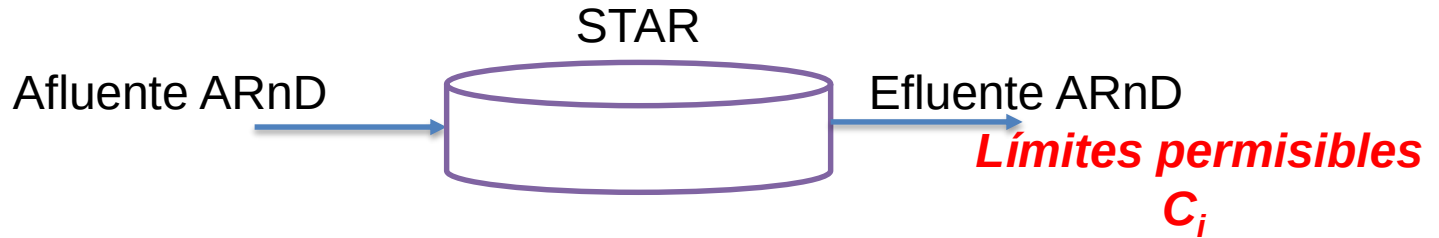
$$C_{\text{DBO}} = 16,7 \text{ mg/L}$$

Afectación:

234% aumento de DBO

Marco normativo

Resolución 631 de 2015



Define ARD y ARnD
8 sectores y 73 actividades
Establece límites permisibles
Parámetros de interés: 56

Marco normativo

Resolución 631 de 2015 – Límites permisibles (34 parámetros)

Parámetro	Unidad	Rango valor	Parámetro	Unidad	Rango valor
pH	unidades de pH	4 - 9	Antimonio		0,3
Demanda química de oxígeno		100 - 3000	Arsénico		0,05 - 0,5
Demanda bioquímica de oxígeno		50 - 1500	Bario		1 - 2
Sólidos suspendidos totales		1 - 800	Cadmio		0,01 - 0,1
Sólidos sedimentables		1 - 20	Cinc		3
Grasas y aceites		0,2 - 150	Cobalto		0,1 - 3,0
Compuestos Semivolátiles Fenólicos		0,2	Cobre		1
Fenoles totales		0,2	Cromo		0,1 - 1,5
Sustancias activas del azul metileno (SAAM)	mg/L	10 - 750	Estaño	mg/L	2
Hidrocarburos totales (HTP)		10	Hierro		1 - 5
Nitrógeno Total		10	Manganeso		2
Cianuro Total		0,1 - 1,0	Mercurio		0,002 - 0,1
Cloruros		250 - 1200	Níquel		0,1 - 9,5
Fluoruros		0,5 - 600	Plata		0,2 - 0,5
Sulfatos		1 - 1200	Plomo		0,1 - 0,5
Sulfuros		0,1 - 1,0	Selenio		0,2
Aluminio		0,2 - 3,0	Vanadio		1,0

Marco normativo

Resolución 631 de 2015 – Parámetros de análisis y reporte (21 parámetros)

Formaldehído	Berilio
HIDROCARBUROS	Boro
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (HAP)	Litio
Btex (Benceno-Tolueno-Etil Benceno- Xileno)	Molibdeno
Compuestos Orgánicos Halogenados Adsorbibles (AOX)	Titanio
COMPUESTOS DE FÓSFORO	Acidez total
Ortofosfato	Alcalinidad total
Fósforo total	Dureza cálcica
COMPUESTOS DE NITRÓGENO	Dureza total
Nitratos	Color real a 436nm
Nitritos	Color real a 525nm
Nitrógeno amoniacal	Color real a 620nm

Marco normativo

Resolución 631 de 2015 – Impacto del vertimiento



Escenario 1

Vertimiento

$$Q = 2 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 200 \text{ mg/L}$$

Río

$$Q = 100 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Mezcla

$$C_{\text{DBO}} = 8,8 \text{ mg/L}$$

Afectación:

76% aumento de DBO



Escenario 2

Vertimiento

$$Q = 2 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 1500 \text{ mg/L}$$

Río

$$Q = 100 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Mezcla

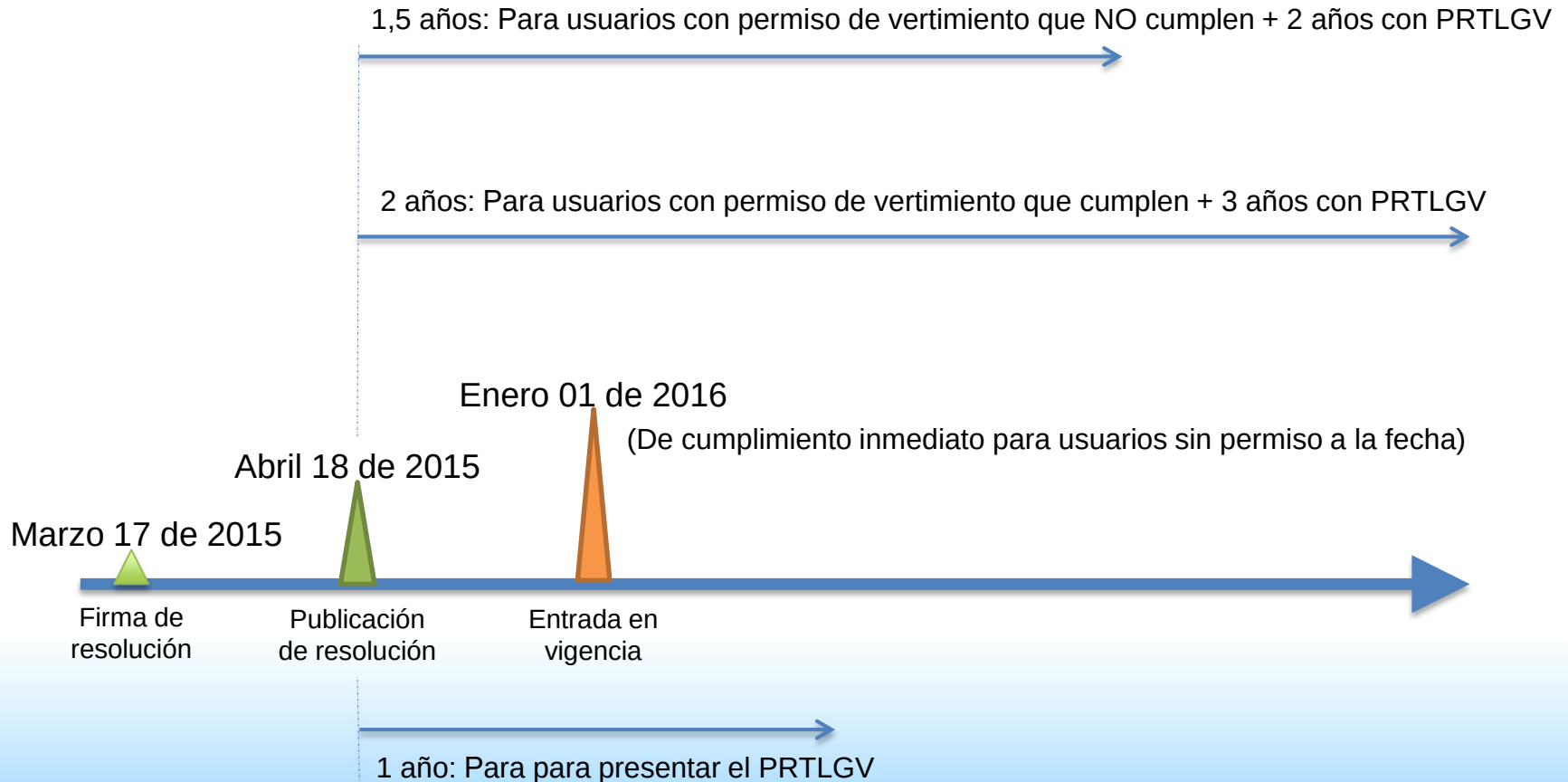
$$C_{\text{DBO}} = 34,3 \text{ mg/L}$$

Afectación:

586% aumento de DBO

Marco normativo

Régimen de transición de la Resolución 631 de 2015



Marco normativo

Decreto 1076 de 2015 (Artículo 2.2.3.3.1.4)

Ordenamiento de la calidad del recurso hídrico

- Objetivo de calidad
- Norma local
- Basada en usos del agua
- Los usos se definen mediante criterios de calidad
- Resolución 469 de 2014 define objetivos de calidad para río Chinchiná y quebrada Manizales

Escenario de cumplimiento de objetivo de calidad



Río

$$Q = 100 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Mezcla

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Vertimiento

$$Q = 2 \text{ L/s}$$

$$C_{\text{DBO}} = 5 \text{ mg/L}$$

Afectación:

0% aumento de DBO

Marco normativo

Resolución 631 de 2015 – Límites permisibles (34 parámetros)

Parámetro	Unidad	Rango valor	Parámetro	Unidad	Rango valor
pH	unidades de pH	4 - 9	Antimonio		0,3
Demanda química de oxígeno		100 - 3000	Arsénico		0,05 - 0,5
Demanda bioquímica de oxígeno		50 - 1500	Bario		1 - 2
Sólidos suspendidos totales		1 - 800	Cadmio		0,01 - 0,1
Sólidos sedimentables		1 - 20	Cinc		3
Grasas y aceites		0,2 - 150	Cobalto		0,1 - 3,0
Compuestos Semivolátiles Fenólicos		0,2	Cobre		1
Fenoles totales		0,2	Cromo		0,1 - 1,5
Sustancias activas del azul metileno (SAAM)	mg/L	10 - 750	Estaño	mg/L	2
Hidrocarburos totales (HTP)		10	Hierro		1 - 5
Nitrógeno Total		10	Manganeso		2
Cianuro Total		0,1 - 1,0	Mercurio		0,002 - 0,1
Cloruros		250 - 1200	Níquel		0,1 - 9,5
Fluoruros		0,5 - 600	Plata		0,2 - 0,5
Sulfatos		1 - 1200	Plomo		0,1 - 0,5
Sulfuros		0,1 - 1,0	Selenio		0,2
Aluminio		0,2 - 3,0	Vanadio		1,0

Marco normativo

Resolución 631 de 2015 – Presencia de parámetros en actividades reguladas

Parámetro	Presencia en actividades reguladas	Parámetro	Presencia en actividades reguladas
DQO, SST, ss	100 %	Mercurio, Níquel	
Grasas y aceites	99 %	Cianuro Total	45 %
Demanda bioquímica de oxígeno	97 %	Arsénico	41 %
Sustancias activas del azul metileno (SAAM)	88 %	Sulfuros	39 %
Nitrógeno Total	80 %	Hierro, Plata	29 %
Cadmio	62 %	Compuestos Semivolátiles	28 %
Sulfatos	59 %	Fenólicos	
Cromo	58 %	Fluoruros	24 %
Plomo	55 %	Aluminio	22 %
Hidrocarburos totales (HTP) Cinc	53 %	Cobalto	21 %
Cobre	51 %	Estaño	14 %
Fenoles totales	50 %	Bario, Selenio	13 %
Cloruros	49 %	Vanadio	9 %
	46 %	Antimonio, Manganeso	7 %
			4 %

Retos y oportunidades

Alternativas tecnológicas de tratamiento de ARnD

Métodos de eliminación de compuestos orgánicos en aguas residuales

Métodos no destructivos

- Adsorción (carbón activo y otros adsorbentes)
- Desorción (*Stripping*)
- Extracción en fase líquida con disolventes
- Tecnología de membranas (Ultrafiltración, nanofiltración)

Tratamiento
Físico
Químico
Biológico

Métodos destructivos

- **Tratamiento biológico (aerobio y anaerobio)**
- Oxidación química
 - Incineración
 - Oxidación húmeda catalítica y no catalítica
 - Oxidación húmeda supercrítica
 - Procesos avanzados de oxidación

Fuente: Tratamientos avanzados de aguas residuales industriales, <http://www.madrimasd.org/>, 2006

Retos y oportunidades

Alternativas tecnológicas de tratamiento de ARnD

- Identificar la necesidad de separar redes sanitarias e independizar tratamiento
- Revisión de criterios de diseño
 - Tiempos de retención hidráulica
 - Tiempos de retención celular
 - Retomar la cinética de reacción
- Analizar la mejor configuración de las unidades de los STARnD
 - Reactor discontinuo
 - Mezcla completa
 - Flujo pistón
 - Mezcla completa - Flujo pistón (o viceversa)
- Profundizar en mecanismos de remoción biológica de nitrógeno y oxidación de compuestos tóxicos (fenoles e hidrocarburos)

Retos y oportunidades

Alternativas tecnológicas de tratamiento de ARnD

- Capacidad adsortiva del carbón activado preparado a partir del bagazo de la caña de azúcar para la adsorción de fenol, 2-clorofenol, 2-nitrafenol y 2,4-dimetilfenol. Ciencia 16(1), 169-176, 2008.
- Recuperación de fenol de aguas residuales industriales por tratamiento con NaCl. Serna, Iveth, 2005.
- Oxidación Catalítica de Fenol empleando un subproducto de la industria metalmeccánica como catalizador. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Salazar, Ángela, 2017.
- Utilización de tres especies de plantas acuáticas en el tratamiento de aguas residuales producto del lavado de arenas provenientes del proceso de cianuración del oro. Jaramillo, Marco Tulio. Universidad de Caldas, 2017.

Retos y oportunidades

Preservación y recuperación de fuentes hídricas

- Aumentar la cantidad de tramos de corrientes hídricas con objetivos de calidad
 - Diagnosticar características físicas y geomorfológicas de la red hídrica de Caldas
 - Definir tipo de modelo de calidad del agua de acuerdo con necesidades de la fuente hídrica
- Revisar las cinéticas de los fenómenos de asimilación natural
 - Validar y/o recalcular los coeficientes de reaireación y desoxigenación
- Establecer metodología para la definición de zonas de mezcla para el control del cumplimiento normativo

Gracias!

Ing. Juan Carlos Bastidas Tulcán
Profesional especializado
Subdirección Evaluación y Seguimiento Ambiental
CORPOCALDAS
Teléfono 8841409 ext. 544
juancbastidas@corpocaldas.gov.co