



COLOMBIA
POTENCIA DE LA
VIDA



Vivienda



Agricultura



Ambiente

Propuesta de modificación del Decreto 1287 de 2014 *“Por el cual se establecen las condiciones y criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamientos de aguas residuales municipales”*¹.

DOCUMENTO DE SOPORTE

Diciembre de 2023

¹ Compilado en el Decreto 1077 de 2015, “Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”

Tabla de contenido

1. Antecedentes.....	5
1.1 Contexto sobre tratamiento de aguas residuales y producción de biosólidos en Colombia.....	6
2. Aspectos a modificar y propuestas de mejora del Decreto 1287 de 20147	
2.1 Confusión en los conceptos de lodos peligrosos y biosólidos.....	8
2.2 Caracterización de los biosólidos.....	11
2.3 Definición de lotes, métodos y frecuencia de análisis de laboratorio.	20
2.4 Correlación entre las características de las aguas residuales afluentes y las de los biosólidos.....	23
2.5 Registros y reportes de información sobre biosólidos.....	26
2.6 Transporte y periodo de almacenamiento de biosólidos	29
2.7 Fomento al uso de biosólidos	31
3. Propuesta de modificación del articulado del Decreto 1287 de 2014: ...	33
<i>Referencias</i>	<i>38</i>
<i>ANEXO 1: Concepto IDEAM.....</i>	<i>41</i>
<i>ANEXO 2: Cuadro comparativo valores máximos permisibles de la norma colombiana vs la norma norteamericana, europea y la NTC 5167.....</i>	<i>43</i>
<i>ANEXO 3: Listado de Laboratorios Acreditados por el IDEAM</i>	<i>44</i>
<i>ANEXO 4: Caracterizaciones de metales en el afluente, efluente y biosólidos de empresas afiliadas a ANDESCO.....</i>	<i>45</i>

Índice de Tablas

Tabla 1 Propuesta de modificación artículos sobre conceptos de lodos peligrosos y biosólidos.....	10
Tabla 2 Comparativo sobre normativa de límites permisibles de contenido de metales pesados en los biosólidos	13
Tabla 3 Propuesta de modificación a los límites permisibles de contenido de metales pesados en los biosólidos	14
Tabla 4 Propuesta de modificación de las variables microbiológicas y sus límites permisibles.....	18
Tabla 5 Propuesta de modificación artículos sobre definición de lotes, métodos y frecuencia de análisis de laboratorio	23
Tabla 6 Propuesta de modificación artículo sobre correlación entre las características de las aguas residuales afluentes y las de los biosólidos.....	26
Tabla 7 Propuesta de modificación artículos sobre registros y reportes de información sobre biosólidos.....	28
Tabla 8 Propuesta de modificación en relación con transporte y periodo de almacenamiento de biosólidos	30
Tabla 9 Propuesta de modificación artículo sobre fomento al uso de biosólidos	32
Tabla 10 Propuesta consolidada de modificación del articulado del Decreto 1287 de 2014	33

Siglas

ANDESCO:	Asociación Nacional de Empresas de Servicios Públicos y Comunicaciones
DANE:	Departamento Administrativo Nacional de Estadística
CEE:	Comunidad Económica Europea
CORANTIOQUIA:	Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia
DBO:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO:	Demanda Química de Oxígeno
ECV:	Encuesta Nacional de Calidad de Vida
EPA:	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
EPM:	Empresas Públicas de Medellín
EQ.	Calidad Excepcional (por sus siglas en inglés)
ICA:	Instituto Colombiano Agropecuario
ICONTEC:	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IDEAM:	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
NMP:	Número Más Probable
NTC:	Norma Técnica Colombiana
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
RT-PCR:	Reacción en cadena de la polimerasa con transcriptasa inversa (por sus siglas en inglés)
PMAR:	Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales
PND:	Plan Nacional de Desarrollo
PTAR:	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
SSPD:	Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios
SST:	Sólidos Suspendidos Totales
SUI:	Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios
UE	Unión Europea
UFC:	Unidades Formadoras de Colonias

Propuesta de modificación del Decreto 1287 de 2014 “*Por el cual se establecen las condiciones y criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamientos de aguas residuales municipales*”.

1. Contexto.

La implementación de sistemas de tratamiento de aguas residuales se traduce en mejoras en la calidad de las fuentes receptoras, que conlleva beneficios ambientales, sociales y económicos percibidos directa o indirectamente por toda la población. Bajo esta premisa, y en cumplimiento del mandato constitucional de garantizar el derecho colectivo a gozar de un ambiente sano y el deber del Estado de proteger la diversidad e integridad del ambiente, Colombia le ha venido apostando al desarrollo de sistemas de tratamiento de aguas servidas urbanas, pasando de tratar alrededor del 8% de las mismas en el año 2002 [1] a cerca del 53,12% para el año 2021. Se proyecta, además, alcanzar el 60,4% para el año 2026 (meta Plan Nacional de Desarrollo – PND, 2022 - 2026) [2], el 68,6% para el año 2030 (meta Objetivos de Desarrollo Sostenible - ODS) [3] y 80% para el año 2050 (meta Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales - PMAR 2050) [1].²

En términos de carga contaminante, según el Estudio Nacional del Agua (IDEAM, 2022), se estimó que, para el año 2020, en los cuerpos hídricos del país fueron vertidos cerca de 1,39 millones de toneladas de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), de los cuales el 38% provino de descargas domésticas. Asimismo, se vertió un estimado de 1,35 millones de toneladas de sólidos suspendidos totales (SST), de los cuales el 75% corresponde a origen doméstico [4].

Con el tratamiento de las aguas residuales urbanas, se evita que dicha carga contaminante llegue a las corrientes hídricas, lo cual es posible realizando un proceso de suspensión de sólidos y su posterior recuperación en forma de lodos. Éstos, luego de ser tratados y estabilizados, pueden ser aprovechados para usos alternativos, como fertilizantes o acondicionadores de suelos, configurándose así un ciclo de economía circular con los co-beneficios derivados en términos de optimización de recursos, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y disminución en la contaminación de los cuerpos de agua, entre otros.

Por otra parte, el actual Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “*Colombia Potencia Mundial de la Vida*”, expedido mediante la Ley 2294 de 2023, plantea la necesidad de adoptar un enfoque de economía circular que permita la valorización de residuos con el fin de integrarlos como insumos en nuevos procesos productivos. Así, se establece como una de las acciones estratégicas el desarrollo de alternativas de reúso de aguas residuales tratadas y el aprovechamiento de subproductos.

El PND 2022-2026 también señala, en el marco de la política de reindustrialización, la necesidad de cerrar las brechas de productividad y fortalecer los encadenamientos

² De acuerdo con el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales Municipales - PMAR, para el año 2021 en el país se generaron cerca de 2.126 millones de metros cúbicos de aguas residuales municipales al año y para el año 2050 se estima que dicha cifra aumente hasta los 2.765 millones.

productivos, para lo cual se ha priorizado el fortalecimiento de la producción nacional de fertilizantes y agro insumos como una de las acciones para lograr la apuesta estratégica de soberanía alimentaria y agroindustrial.

1.1 Contexto sobre tratamiento de aguas residuales y producción de biosólidos en Colombia

Considerando la información reportada al Sistema Único de Información – SUI por parte de las personas prestadoras del servicio o administraciones municipales para la vigencia 2021, se identifican un total de 720 sistemas de tratamiento de aguas residuales en el país. De conformidad con esta información, se estima que existen alrededor de 368 PTAR operando, las cuales están asociadas a 237 empresas prestadoras del servicio, y con una capacidad de tratamiento total de 64,73 m³/s [5].

Es importante mencionar que, de acuerdo con la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD [5], en Colombia persiste una limitación en la prestación del servicio público de alcantarillado en términos de cobertura municipal, ya que solo 78 municipios de todo el país cuentan con una cobertura de entre el 90% y el 100%. Lo anterior está relacionado, principalmente, con la poca capacidad de inversión en infraestructura de redes de alcantarillado, por lo cual se encuentran predios que vierten sus aguas residuales directamente a las fuentes hídricas cercanas o al suelo.

Para el sector de agua y saneamiento básico, el Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales - PMAR 2050 ha establecido como indicador de avance, el “*porcentaje de aguas residuales urbanas tratadas*”. Dicho indicador corresponde a la relación entre el caudal tratado anualmente en las PTAR del país y el caudal estimado de aguas residuales vertidas a los sistemas de alcantarillado.³ Así las cosas, a nivel nacional, durante la vigencia 2021, se tuvo un caudal tratado depurado de 33.96 m³/s, cuyo aporte significativo está representado en las 10 principales PTAR que operan en condiciones de depuración del 80% de las aguas residuales tratadas y que, a su vez, atienden la mayor población del territorio nacional [5]. De esta manera, para el año 2021 el país alcanzó un porcentaje de aguas residuales tratadas del 53.12%.⁴

En relación con la producción actual de biosólidos derivados del tratamiento de aguas residuales, se tienen datos de las tres principales ciudades del país, Bogotá, Medellín y Cali que, juntas, representan cerca del 48,3% de los alrededor de 8,7 millones de suscriptores del servicio público de alcantarillado en el país [5]. Para el caso de la ciudad de Bogotá, se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales “El Salitre” que cuenta con una capacidad de tratamiento de 7 m³/s de agua residual y cuyo sistema empleado para el tratamiento de lodos consiste en tanques espesadores por gravedad, tanques digestores

³ Valor estimado mediante variables como número de suscriptores del servicio público de alcantarillado (tomado del reporte del SUI, para el año en evaluación), índice de ocupación promedio nacional por vivienda año de evaluación (según reporte DANE – ECV 2021) y el factor de descarga de aguas residuales al alcantarillado (2,1 l/s por cada 1000 habitantes).

⁴ Cabe mencionar que la información reportada tiene un año de rezago y que la variación de caudales y el comportamiento de los datos de aguas residuales depuradas registrados en el Sistema Único de Información de Servicios Públicos Domiciliarios (SUI), depende del reporte de la información por parte de las personas prestadoras, así como del reporte de los proyectos en ejecución para nueva infraestructura de sistemas de tratamiento.

(bacterias anaerobias) y deshidratación en filtros prensa. Dicha planta produce aproximadamente 240 ton/día de biosólidos, los cuales son aprovechados como material de cobertura para el mejoramiento de suelos.

Para el caso de la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, se cuenta con dos sistemas de tratamiento de aguas residuales, la PTAR “San Fernando” en Medellín y la PTAR “Aguas Claras” en el municipio de Bello, con capacidad de tratamiento de 1.8 m³/s y 5 m³/s respectivamente. Ambas plantas remueven más del 80% de la carga contaminante de ingreso de DBO y SST, a través de un sistema de lodos activados, un espesamiento que reduce el exceso de agua en el lodo y la digestión anaeróbica que permite la estabilización de los lodos generados en el proceso de tratamiento de las aguas residuales. La producción promedio agregada de biosólidos para ambas plantas durante el año 2021 fue de aproximadamente 186,2 ton/día, que fueron aprovechadas, en mayor medida, en el mejoramiento de suelos y, en menor medida, como insumo para la producción de compost.

En el caso de Cali, se cuenta con la PTAR de Cañaveralejo, que con una capacidad instalada de 7,6 m³/s, trata aproximadamente el 80% de las aguas residuales de la ciudad de Cali, mediante procesos de espesamiento y digestión anaeróbica, produciendo en promedio alrededor de 72 ton/día de biosólidos, los cuales son aprovechados en el mejoramiento de suelos agrícolas, principalmente en cultivos de caña de azúcar, así como materia prima para la producción de abonos orgánicos y en la estabilización de taludes.

2. Aspectos para modificar y propuestas de mejora del Decreto 1287 de 2014 actualmente compilado en el Decreto 1077 de 2015).

El Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, como responsable de la formulación de políticas de agua y saneamiento básico, de manera conjunta con los ministerios de Agricultura y Desarrollo Rural y de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expidió el Decreto 1287 del 10 de julio de 2014 *“Por el cual se establecen criterios para el uso de los biosólidos generados en plantas de tratamiento de aguas residuales municipales”*. Este decreto fue posteriormente compilado en el Decreto 1077 de 2015 *“Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.”*⁵

Después de nueve años de expedido dicho decreto, se han evidenciado una serie de barreras para su implementación, asociadas principalmente a divergencias conceptuales, exigencias técnicas restrictivas, falta de información, así como a limitaciones logísticas y financieras cuya solución requiere un ajuste a dicha norma.

A continuación, se presenta una relación de las dificultades evidenciadas, así como las propuestas de solución concebidas por el Gobierno Nacional a partir de las inquietudes y aportes presentados por diversos actores, en especial de las empresas operadoras de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, y considerando los referentes internacionales,

⁵ Cuando a lo largo de este documento se cite únicamente el Decreto 1287 de 2014, debe entenderse que el mismo hace referencia a la compilación del Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

con el fin de generar las condiciones adecuadas para impulsar el aprovechamiento de los biosólidos producto del tratamiento de aguas residuales urbanas en el territorio nacional.

2.1 Confusión en los conceptos de lodos peligrosos y biosólidos.

Las plantas de tratamiento reciben las aguas residuales que son recogidas y transportadas por medio de las redes de alcantarillado administradas por los prestadores del servicio público domiciliario de alcantarillado.

Ahora bien, existe una regulación que excluye la posibilidad de que tales redes reciban o transporten residuos o desechos peligrosos. En este sentido, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible expidió la Resolución 0631 del 2015, en la cual se establecen los parámetros y los valores máximos permisibles que deben cumplir quienes realicen vertimientos puntuales a los sistemas de alcantarillado público [7]. Así mismo, se debe tener presente que el servicio público domiciliario de alcantarillado está regulado por la Ley 142 de 1994, que define el régimen de servicios públicos en Colombia, la cual excluye la gestión de residuos o desechos peligrosos dentro de las posibilidades de prestación de dicho servicio [8].

Teniendo claro lo anterior, es necesario mencionar que el tratamiento de las aguas residuales urbanas combina una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que permiten obtener un efluente líquido tratado y un lodo que, al someterse posteriormente a un proceso de estabilización, posibilita su transformación en un nuevo producto denominado biosólido. Dicha transformación implica que el biosólido ha surtido uno o varios tipos de tratamiento, como digestión aeróbica o anaeróbica, secado térmico, estabilización alcalina, compostaje, oxidación / desinfección ácida, entre otros.

Bajo este contexto, es importante indicar que el biosólido se diferencia del lodo en relación a su grado de tratamiento y, en consecuencia, al cumplimiento de estándares físicos, químicos y microbiológicos, que permiten su utilización como acondicionador de suelos en procesos agrícolas y/o forestales o como insumo para la formulación de fertilizantes de diverso propósito.

Problemática identificada: El Decreto 1287 de 2014, cuya esencia está orientada, como bien lo dice su título, a establecer “*criterios para el uso de biosólidos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales*”, ha generado confusión entre diversos actores al mencionar dentro de su objeto los conceptos de biosólidos, lodos y lodos con características de peligrosidad, dando la señal errónea de que estos materiales podrían ser equivalentes y, por lo tanto, que el biosólido podría contener características de peligrosidad que impedirían su uso.

Concretamente, el artículo 1 de dicho decreto señala lo siguiente:

“Artículo 1. Objeto. *El presente decreto tiene por objeto establecer los criterios para el uso de los Biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.*

Parágrafo. *Este decreto no aplica a los lodos que tengan características de peligrosidad.”*

Como se explicó anteriormente, el biosólido es un producto diferente a los lodos, pues cumple con una serie de características físico químicas y microbiológicas que viabilizan su uso. Además, en ningún caso el biosólido puede equipararse con residuos peligrosos, dado que, además de cumplir con las características señaladas para poder llamarse biosólido, el mismo es producido a partir de las cargas vertidas por los usuarios conectados a los sistemas de alcantarillado, en los cuales no está permitido verter sustancias con características de peligrosidad. Vale decir que, el artículo citado al señalar en su parágrafo que no aplica para lodos con características de peligrosidad, se deja un vacío normativo que ha ocasionado diversas interpretaciones por parte de las autoridades ambientales que han limitado la aplicación de este decreto.

La confusión conceptual derivada del decreto en comento se encuentra también en el artículo 3, referente a las definiciones, particularmente la de biosólidos:

“Artículo 3. Definiciones (..) Biosólidos: *Producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso.*

No son biosólidos las escorias y cenizas producto de la oxidación o reducción térmica de lodos, así como los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones de la fase preliminar del tratamiento de aguas residuales, ni los provenientes de dragados o de limpieza de sumideros”.

Al mencionar una lista corta de residuos que no se consideran biosólido, como las escorias, las cenizas y los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones, lejos de aclarar la definición de biosólido, se genera más confusión, puesto que se continúa asimilando el concepto de biosólido al de residuos, sin que se den directrices adicionales sobre el manejo de éstos. En este sentido, es recomendable que la reglamentación se enfoque en establecer elementos precisos para la diferenciación de los biosólidos y en definir directrices para incentivar el uso de los mismos.

La confusión conceptual mencionada genera implicaciones en la disposición final de los biosólidos que no están siendo utilizados. Al respecto, el artículo 12 del Decreto 1287 de 2014 objeto de análisis, establece, en relación con la *disposición final de biosólidos*, que los biosólidos que no sean objeto de uso deberán ser dispuestos cumpliendo con la normatividad vigente. No obstante, la norma no es clara en establecer cuál es la normatividad vigente que se debe aplicar y, por tanto, los operadores de los rellenos han optado por abstenerse de recibirlos. En algunos casos, incluso se ha solicitado manejar los biosólidos como un residuo peligroso, generando altos cobros para dar tratamiento a un material que, por sus características, no es peligroso.

Tal es el caso de la interpretación dada por CORANTIOQUIA en la modificación de la licencia ambiental otorgada al Relleno Sanitario La Pradera al no autorizar la disposición de residuos peligrosos, lodos o biosólidos en el vaso Altaír (Resolución No. 040-1305-18185) [9]. Este tipo de interpretaciones desincentiva la producción de biosólidos, al generar

señales equívocas que dan a entender que los biosólidos son considerados como residuos peligrosos, afectando la posibilidad de configurar un mercado que permita su comercialización y aprovechamiento.

Propuesta de mejora: Como punto de partida para generar un mercado que permita promover el uso comercial de los biosólidos en el país, resulta indispensable que desde la regulación se den señales claras sobre las características que diferencian los lodos de los biosólidos, así como sobre las condiciones que garantizan la no peligrosidad de estos últimos al cumplir con unos parámetros químicos y microbiológicos que viabilizan su uso agrícola y/o forestal. En este sentido, se proponen las siguientes modificaciones:

Tabla 1 Propuesta de modificación artículos sobre conceptos de lodos peligrosos y biosólidos

Decreto 1287 de 2014	Propuesta:
<p>Artículo 1. Objeto. El presente decreto tiene por objeto establecer los criterios para el uso de los Biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.</p> <p>Parágrafo. Este decreto no aplica a los lodos que tengan características de peligrosidad.</p>	<p>Artículo 1. Objeto. El presente decreto tiene por objeto establecer las condiciones y criterios para el uso de los biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.</p> <p>Parágrafo. Este decreto no aplica a los lodos que tengan características de peligrosidad.</p>
<p>Artículo 3. Definiciones. Para los efectos de la adecuada interpretación de este Decreto, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>(..)</p> <p>Biosólidos. Producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso.</p> <p>No son biosólidos las escorias y cenizas producto de la oxidación o reducción térmica de lodos, así como los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones de la fase preliminar del tratamiento de aguas residuales, ni los provenientes de dragados o de limpieza de sumideros.</p> <p>(..)</p>	<p>Artículo 3. Definiciones. Para los efectos de la adecuada interpretación de este decreto, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>(..)</p> <p>Biosólidos. Producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso, <u>de acuerdo con las condiciones establecidas en el presente decreto.</u></p> <p>No son biosólidos las escorias y cenizas producto de la oxidación o reducción térmica de lodos, así como los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones de la fase preliminar del tratamiento de aguas residuales, ni los provenientes de dragados o de limpieza de sumidero.</p> <p>(..)</p>
<p>Artículo 12. Disposición final de biosólidos. Los biosólidos que no sean objeto de uso deberán ser dispuestos cumpliendo con la normatividad vigente.</p> <p>Parágrafo. En caso de disposición final en rellenos sanitarios los operadores recibirán los biosólidos. Estos deberán cumplir con las condiciones para su manipulación y su disposición final.</p>	<p>Artículo 12. Disposición final de biosólidos. Los biosólidos que no sean objeto de uso deberán ser dispuestos cumpliendo con la normatividad vigente <u>sobre disposición final de residuos orgánicos.</u></p> <p>Parágrafo. En caso de disposición final en rellenos sanitarios los operadores recibirán los biosólidos. Estos deberán cumplir con las condiciones para su manipulación y su disposición final.</p>

Como muestra de que el biosólido no ha dado resultados de peligrosidad, las plantas de tratamiento de aguas residuales de San Fernando y Aguas Claras, localizadas en los

municipios antioqueños de Itagüí y Bello, respectivamente, han efectuado los análisis de peligrosidad CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable, y biológico infeccioso),⁶ con resultados negativos, dando cumplimiento a la normatividad local, con análisis semestral en un periodo de 7 años y 3 años, respectivamente.⁷

2.2 Caracterización de los biosólidos.

La regulación internacional sobre el aprovechamiento agrícola de biosólidos ha estado enfocada en las características químicas y microbiológicas que se deben garantizar para prevenir efectos nocivos para el medio ambiente y la salud humana, garantizando que se tengan en cuenta las necesidades de nutrición de las plantas y que no se perjudique la calidad del suelo y de las aguas superficiales y subterráneas.

Es así como en Europa, el uso de biosólidos es percibido como una buena estrategia para mejorar la calidad y, por lo tanto, la productividad agrícola de los suelos, aumentando los contenidos de materia orgánica y la presencia de nutrientes, así como mejorando su estructura y propiedades físicas. Esto ha motivado que la aplicación en el suelo constituya la vía principal para el aprovechamiento de biosólidos, puesto que cerca del 50% de los biosólidos producidos se esparce en suelos agrícolas, el 28% se incinera y el 18% todavía se desechan en vertederos⁸. La fracción restante se elimina mediante otros métodos como pirolisis, el almacenamiento (por ejemplo, en Grecia, Italia y Polonia), la reutilización en áreas verdes y la silvicultura (por ejemplo, en Irlanda, Letonia y Eslovaquia) y la cobertura de vertederos (por ejemplo, en Suecia) [10].

La experiencia acumulada por la Comunidad Europea en el aprovechamiento de biosólidos la han convertido, también, en un referente internacional en cuanto a la regulación de su uso, particularmente con la expedición de la *Directiva 86/278/CEE de 1986*, y sus sucesivas actualizaciones, la cual se refiere a la protección del medio ambiente, especialmente de los suelos, ante la utilización de los lodos generados en plantas depuradoras de residuos domésticos o urbanos, fosas sépticas e instalaciones similares para el tratamiento de aguas residuales. [11]

La directiva europea define valores relativos límites a las concentraciones permitidas de metales pesados tanto en los lodos tratados, como en los suelos que reciben lodos, así como en las cantidades máximas anuales de estos metales que pueden ser introducidas en los suelos destinados a la agricultura. Lo anterior, al considerarlos con riesgo de toxicidad para las plantas y las personas, señalando concretamente el cadmio, cobre, níquel, plomo, zinc, mercurio y cromo.

⁶ Resultados de la caracterización de los biosólidos realizados por Empresas Públicas de Medellín para efectuar análisis de peligrosidad (Decreto 4741 de 2005). Corresponde a los muestreos semestrales efectuados en la planta de San Fernando para el periodo 2014 a 2021 y en la planta Aguas Claras para el periodo 2019 a 2021.

⁷ Es importante precisar que dicho procedimiento tiene un costo aproximado de \$8.000.000 semestrales, un valor que puede ser significativo para una empresa mediana y pequeña, y que puede estar en contravía con el principio de eficiencia económica.

⁸ Se estima que la UE produce anualmente más de 10 millones de toneladas de biosólidos a partir de las plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas. Alemania, el Reino Unido, España, Francia e Italia representan entre el 55% y el 65% de la cantidad total producida en la UE. [10]

Otra referencia internacional de primer orden en el aprovechamiento y regulación para el uso de biosólidos se encuentra en Estados Unidos, que para el año 2021 reportó 4,5 millones de toneladas métricas secas de biosólidos generados, de los cuales cerca del 43% fue aplicado al suelo en usos principalmente agrícolas, 14% fue incinerado y cerca del 42% fue dispuesto en rellenos sanitarios [12].

Al respecto, la Agencia de Protección Ambiental (EPA), define los biosólidos como un producto del proceso del tratamiento de aguas residuales que cumple con los requisitos de contaminantes y patógenos para aplicación en la tierra y disposición superficial [12]. En este sentido la *Norma 40 CFR Parte 503*, establece los estándares específicos para el uso y disposición de biosólidos, según se refiera a aplicación en terreno, disposición superficial e incineración. Con respecto al contenido de microorganismos patógenos, dicha norma establece 2 categorías (categoría A y categoría B) y también incluye el biosólido de calidad excepcional (EQ por sus siglas en inglés), el cual puede ser usado sin ninguna restricción. Con esto se busca describir el conjunto de requisitos y métodos de tratamiento para contaminantes, patógenos y reducción de la atracción de vectores [13].

En la región latinoamericana son ocho los países que cuentan con regulación vigente para el uso de biosólidos (Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, México, Panamá y Perú). A pesar de que las coberturas de tratamiento de aguas vertidas son distintas en cada país, variando entre un 5% y un 77% [14], un factor común que se evidencia es la influencia de la normativa estadounidense (*40 CFR Parte 503*), especialmente en la definición de los criterios de estabilidad, tratamiento y límites de metales pesados. En general, los países se inclinan por imponer los límites más exigentes, que equivalen a los definidos para los lodos de calidad excepcional (EQ) en la *Norma 40 CFR Parte 503*, aun cuando se apliquen a categoría B. Para los límites en los parámetros microbiológicos, si bien se nota la influencia de la norma de Estados Unidos, los países latinoamericanos asumen diferencias en las condiciones locales y en general son más restrictivos. Las mayores diferencias se observan para los biosólidos categoría B (sólo México incluye biosólidos categoría C) [15].

En el contexto colombiano, en relación con los requisitos que deben cumplir los productos orgánicos usados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelos, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC, como organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993 [16], expidió la Norma Técnica Colombiana NTC 5167, la cual ha sido objeto de tres actualizaciones, en los años 2004, 2011 y 2022 [17]. Dicha norma señala los límites máximos de contenido de metales pesados que deben cumplir tanto los “Abonos o fertilizantes orgánico-minerales sólidos”, así como las “Enmiendas o acondicionadores no húmicos sólidos”, estableciendo los mismos límites para ambos casos.

Con la actualización realizada en el año 2022 a la NTC 5167, se modificó el límite máximo de contenido de “Plomo total (Pb)” que deben cumplir para uso agrícola los productos antes señalados, lo cual se alinea con lo dispuesto en el artículo 9 de la Ley 2041 de 2020, relacionada con las prohibiciones de uso de plomo y el manejo de los residuos [18]. Es así como la NTC 5167:2022 establece un nuevo límite máximo de 20 mg/kg de Pb. En este

mismo sentido, la nueva actualización de dicha norma técnica dejó de señalar un límite máximo para el contenido de “Níquel (N)”.⁹

2.2.1 Variables químicas y de presencia de metales y sus concentraciones máximas permisibles

La normativa internacional sobre los límites permisibles de las variables químicas para los biosólidos provenientes de los sistemas de tratamiento de aguas residuales coincide en que tales límites deben establecerse en función de los usos a los cuales esté destinado el biosólido producido. En este sentido, por lo general se distinguen al menos dos tipos de biosólidos, los destinados al mejoramiento de suelos de uso agrícola y los destinados a otros usos. En el siguiente cuadro, y de manera más detallada en el **Anexo 2**, se presenta un cuadro comparativo con los valores máximos permisibles establecidos por la norma colombiana y otras normas internacionales.

Tabla 2 Comparativo sobre normativa de límites permisibles de contenido de metales pesados en los biosólidos

CRITERIO	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	Decreto 1287 de 2014		40 CFR Parte 503		Directiva 86/278 CEE	NTC 5167	
			Categoría A	Categoría B	Biosólidos	Biosólidos EQ		Segunda Actualización 2011	Tercera Actualización 2022
Químicos metales	Arsénico (As)	mg/Kg de biosólido (base seca)	20	40	75	41		41	41
	Cadmio (Cd)		8	40	85	39	20 a 400	39	39
	Cobre (Cu)		1.000	1.750	4.300	1.500	1.000 a 1.750	NA	NA
	Cromo (Cr)		1.000	1.500				1.200	1.200
	Mercurio (Hg)		10	20	57	17	16 a 25	17	17
	Molibdeno (Mo)		18	75	75				
	Níquel (Ni)		80	420	420	420	300 a 400	420	
	Plomo (Pb)		300	400	840	300	750 a 1.200	300	20
	Selenio (Se)		36	100	100	100			
	Zinc (Zn)		2.000	2.800	7.500	2.800	2.500 a 4.000		

Fuente: Compilado por los autores

Problemática identificada: El comparativo presentado permite inferir que el Decreto 1287 de 2014 presenta mayores restricciones en los parámetros químicos y de metales pesados, que los contenidos en las normas europea (Directiva 86/78/CEE) y norteamericana (*Norma 40 CFR Parte 503*), aún cuando toma los valores establecidos en esta última para biosólidos de calidad excepcional (EQ)¹⁰, los cuales no tienen ninguna restricción en su aplicación.

⁹ La NTC 5167:2011 establecía como límite máximo 300 mg/kg de Pb y 420 mg/kg de N.

¹⁰ Según la Guía de la EPA sobre la Parte 503 en lo que se refiere a los Biosólidos de Calidad Excepcional, estos biosólidos cumplen los parámetros para químicos y metales establecidos, y a nivel microbiológico cumplen con los parámetros de un biosólido Clase A. Estos biosólidos se consideran prácticamente no regulados para su uso, y pueden ser usados, distribuidos o vendidos sin restricción [16] [17].

De igual forma, se evidencia que la mayoría de los límites establecidos para los biosólidos de categoría A en el Decreto 1287 de 2014, son más restrictivos que los señalados para fertilizantes y para los acondicionadores de suelos de uso agrícola por la NTC 5167, particularmente en lo que tiene que ver con contenidos de arsénico, cadmio, cromo, mercurio y níquel. Es claro que estos componentes en grandes cantidades llegan a ser tóxicos, pero en cantidades adecuadas son beneficiosos y son requeridos por el suelo para que se cumplan ciertos procesos. Un ejemplo de ello es el níquel que es considerado un micronutriente esencial para las plantas.

Cabe anotar que los límites de la NTC 5167 coinciden, en su mayoría, con los valores establecidos para los biosólidos de calidad excepcional (EQ) de la *Norma CFR 40 Parte 503*, los cuales pueden ser usados sin restricción en suelos, para venta al público o para entrega en bolsas. El hecho de que el Decreto 1287 de 2014 sea más restrictivo puede generar confusión para el usuario final del biosólido, quien no tiene claridad si lo puede usar como insumo para los fertilizantes o como acondicionador de suelos. Por lo tanto, se pierde la oportunidad de utilizar este producto que puede estar cumpliendo con la NTC 5167 pero no con el Decreto 1287 de 2014.

Vale anotar que las normas técnicas expedidas por el ICONTEC son referentes para el ejercicio de las labores de control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos, que ejerce el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), instituto que tiene como propósito impulsar el desarrollo agropecuario, alcanzar un mayor grado de seguridad alimentaria, la sustitución de las importaciones y la diversificación y aumento de las exportaciones. Para apuntar al logro de dichos propósitos se requiere, entre otros factores, la aplicación eficaz de fertilizantes y acondicionadores de suelos, minimizando los riesgos para la salud humana, la sanidad agropecuaria y el ambiente (Resolución ICA 150 del 21 de enero de 2003) [19]. En concordancia con lo anterior, y teniendo en cuenta que el ICA es el competente en política pública del uso agrícola, se considera pertinente que la modificación del Decreto 1287 de 2014 esté armonizada con las disposiciones que se tienen en esta materia.

Propuesta de mejora: Teniendo en cuenta las consideraciones señaladas en los párrafos anteriores, en lo referente a biosólidos Categoría A, se propone modificar el Decreto 1287 de 2014 acogiendo los valores de los límites permisibles de metales pesados señalados tanto en la Norma Técnica NTC 5167, como en la *Norma CFR 40 Parte 503*. Dicha modificación abarca, también, lo referente a biosólidos categoría B para los límites de arsénico, guardando coherencia con la ampliación del límite propuesto en la categoría A. Los cambios propuestos (subrayados) se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 3 Propuesta de modificación a los límites permisibles de contenido de metales pesados en los biosólidos

CRITERIO	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	Decreto 1287 de 2014		Propuesta	
			Categoría A	Categoría B	Categoría A	Categoría B
QUÍMICOS-METALES	Arsénico (As)	mg / Kg de biosólido (base seca)	20	40	<u>41</u>	<u>41</u>
	Cadmio (Cd)		8	40	<u>39</u>	40

	Cobre (Cu)		1000	1750	1000	1750
	Cromo (Cr)		1000	1500	<u>1200</u>	1500
	Mercurio (Hg)		10	20	<u>17</u>	20
	Molibdeno (Mbo)		18	75	18	75
	Níquel (Ni)		80	420	<u>420</u>	420
	Plomo (Pb)		300	400	<u>20</u>	400
	Selenio (Se)		36	100	36	100
	Zinc (Zn)		2000	2800	2000	2800

Fuente: Los autores, a partir de decreto 1287 de 2014 y documentos descritos

Adicionalmente, es necesario ajustar el símbolo químico del Molibdeno para que mantenga el rigor técnico todo el documento, por lo cual se ajusta a “Mo”.

2.2.2 Variables microbiológicas y sus unidades de medida.

Respecto a las unidades de medida para las variables microbiológicas, dado que los laboratorios existentes en el país se han acreditado bajo estándares internacionales, el monitoreo de los parámetros se ha realizado en unidades de medida que en ocasiones no coinciden con las establecidas en el Decreto 1287 de 2014, dificultando el seguimiento que deben realizar las autoridades competentes frente al cumplimiento normativo. En este sentido, las unidades de medida para los parámetros microbiológicos deben estar acordes con las metodologías estandarizadas y acreditadas internacionalmente.

Problemática identificada: El monitoreo de los parámetros se ha realizado en unidades de medida que en ocasiones no coinciden con las establecidas en el Decreto 1287 de 2014, dificultando el seguimiento que deben realizar las autoridades competentes frente al cumplimiento normativo, en particular en lo relacionado con los parámetros microbiológicos, asociados a Coliformes Fecales, Salmonella sp, Huevos de Helminto Viables, Virus Entéricos y Fagos Somáticos.

Como unidad de medida para Coliformes Fecales y Salmonella, el Decreto 1287 de 2014 establece las Unidades Formadoras de Colonias – UFC; no obstante, en la *Norma 40 CFR Parte 503*, emanada de la EPA y tomada como referencia para dicho decreto, se establece para los ensayos microbiológicos de Coliformes Fecales y Salmonella sp como unidad de medida el Número Más Probable - NMP/g, por técnicas de tubos múltiples. Ajustar la unidad de medida señalada es relevante teniendo en cuenta que las Unidades Formadoras de Colonias - UFC por la técnica de filtro de membrana no son adecuadas para las matrices de biosólidos, lodos y suelo, debido a que la técnica de filtro de membrana requiere más tiempo para la confirmación de las colonias y a que el intervalo de medición es mucho menor.

En este sentido, se propone que estos parámetros puedan modificarse ajustando su unidad de medida en el decreto, según los estándares internacionales en NMP/g de biosólido en base seca.

Al respecto, en oficio remitido por el IDEAM¹¹ sobre la acreditación en la matriz biosólidos, mencionan que es importante cambiar el nombre de la variable “Coliformes Fecales” a “Coliformes Termotolerantes”. Así mismo, resaltan que para Coliformes Termotolerantes son aceptables las unidades de reporte tanto en NMP/g como en UFC/g; no obstante el IDEAM advierte que a la fecha en el país no hay ningún laboratorio acreditado para las unidades de reporte en UFC/g. En todo caso, también señalan que *“para Coliformes Termotolerantes, la técnica NMP es más sensible, tiene un rango de trabajo más amplio y no requiere confirmación del crecimiento a diferencia de otras técnicas como filtración por membrana, en donde se puede colmatar el filtro y el recuento es limitado por un rango de lectura entre 20 UFC/g – 60 UFC/g”*. (Ver **Anexo 1**, Concepto IDEAM).

De igual manera, para Salmonella el IDEAM resalta que actualmente no hay ningún laboratorio acreditado para las unidades de reporte (UFC/g), pues la mayoría de métodos disponibles se expresan en NMP/g y NMP/4g, por lo que mencionan la conveniencia de modificar las unidades establecidas en el Decreto 1287 de 2014. En todo caso, es importante resaltar que a nivel internacional el método estandarizado se expresa en NMP/4g.

Es de anotar que la norma internacional *40 CFR Parte 503.32* sobre patógenos, establece la obligación de analizar coliformes fecales o alternativamente, Salmonella sp para Biosólidos Clase A [20]. Por ende, se recomienda revisar la pertinencia y necesidad de mantener ambos criterios de monitoreo de manera obligatoria para el país, o si por el contrario, pueden mantenerse como alternativas para verificar la presencia de patógenos.

Respecto a la obligación de monitoreo de los Huevos de Helminto Viables y Salmonella sp, para los Biosólidos Categoría B, es importante que se elimine esta restricción y su límite correspondiente considerando que, de igual forma a la *Norma 40 CFR Parte 503*, la norma colombiana ya cuenta con restricciones adecuadas para el uso del suelo después de la aplicación de los Biosólidos Categoría B, incluidas en el artículo 9° del Decreto 1287 de 2014 *“Restricciones para el uso del suelo después de la aplicación de los biosólidos categoría B”*. Como se manifestó anteriormente, tanto la experiencia latinoamericana como la estadounidense demuestran que las limitaciones en el uso ya implican una restricción suficiente para el control sanitario efectivo, que no hacen necesario establecer obligaciones de monitoreo sobre estos parámetros.

Establecer límites numéricos para los parámetros microbiológicos Huevos de Helminto Viables y Salmonella sp para un Biosólido Categoría B, obligaría a los productores de biosólidos a la adopción de tecnologías de tratamiento más complejas y costosas en términos de infraestructura y actividades operativas y de monitoreo lejanas a la capacidad y realidad nacional que faciliten su gestión con fines de valoración. Esto limitaría el potencial de aprovechamiento que un Biosólido Categoría B de estas características tiene, considerando que las restricciones de uso garantizan el control sanitario, como se ha visto en la experiencia norteamericana con la aplicación de la *Norma 40 CFR Parte 503* por casi 30 años, por lo que no sería necesario incluir un límite numérico.

¹¹ Respuesta a No 20219050095312 – “Consultas sobre acreditación en la matriz de Biosólidos”, del 6 de septiembre de 2021, dirigida al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Respecto a este parámetro, cabe mencionar que el IDEAM ha acreditado laboratorios bajo la metodología estandarizada de la NOM-004-SEMARNAT-2002, norma oficial mexicana para el uso de los biosólidos, en específico frente al Anexo V sobre el método para la cuantificación de este parámetro, cuya expresión de resultados es Número de Huevos de Helmintos viables/2 g de biosólido (base seca) [21]. La técnica descrita en la norma oficial mexicana es asequible y eficaz, se basa en lavados continuos, combinados con diversas etapas de filtración y flotación para lograr una adecuada separación y concentración de los Huevos de Helmintos Viables del resto de las partículas de mayor y menor tamaño del biosólido, lo que permite que se puedan observar los huevos en el microscopio para su clasificación, sin tantas interferencias, como gran cantidad de sedimentos o sobreposición de estructuras, que son inconvenientes que se presentan con otras técnicas. Por lo anterior, se recomienda incluir la posibilidad de reporte para este parámetro en Número de Huevos de Helmintos Viables/2 g de biosólido (base seca), tal como está acreditado por el IDEAM.

Por otra parte, para los Biosólidos Categoría A, según el Decreto 1287 de 2014 se requiere analizar Virus Entéricos o alternativamente, Fagos Somáticos. No obstante, de acuerdo con el registro de los laboratorios acreditados para la matriz de biosólidos en el IDEAM, se encuentra que no existe un laboratorio acreditado en el país para ninguna de las dos variables con las unidades de medida establecidas en el decreto (**Ver Anexo 3**).

Existe una dificultad en el análisis solicitado por la norma, dado que para los Virus Entéricos se requieren cultivos celulares por las técnicas tradicionales, por lo que es necesario un laboratorio con infraestructura y personal calificado en virología. Si bien a nivel internacional la unidad de medida y el límite establecido para Virus Entéricos es igual al definido en la norma nacional, es importante que el país empiece a avanzar en el desarrollo tecnológico y la capacidad instalada de los laboratorios nacionales para poder monitorear este parámetro.

Respecto a la variable Fagos Somáticos, es importante dar claridad que la unidad de medida UFC por gramo de biosólido (base seca), se refiere a “Unidades Formadoras de Calvas”, siguiendo la metodología de la NTC 6120 [22], o en su defecto, hacer alusión a “Unidades Formadoras de Placas de Lisis” [22]. En todo caso, se resalta que a la *Norma 40 CFR Parte 503* no incluye el monitoreo de Fagos Somáticos.

Resulta deseable que, en el mediano plazo, para el análisis microbiológico de los biosólidos categoría A, se estudie la inclusión de técnicas de biología molecular, u otros, para el monitoreo de parámetros microbiológicos, como una futura alternativa que brinde una identificación más específica para los géneros de interés. En todo caso, es importante dejar la claridad que se puede escoger como alternativa para los Virus Entéricos el monitoreo de los Fagos Somáticos, tal como lo contempla el Decreto 1287 de 2014. Al respecto el IDEAM en el oficio sobre la acreditación en la matriz biosólidos, resaltó que una alternativa para el reporte de Virus Entéricos es la técnica de PCR-RT cuantitativa. Sin embargo, se hace la precisión que esta unidad de medida no está aún estandarizada a nivel internacional, por lo que es importante mantenerse al tanto de los avances tecnológicos que surjan al respecto.

Propuesta de mejora: En relación con las variables del criterio microbiológico señaladas en los artículos 4 y 5 del Decreto 1287 de 2014, se plantea que la unidad de medida esté en armonía con la reglamentación internacional, en especial con la norma 40 CFR Parte 503, así como con las directrices señaladas por el IDEAM y las capacidades e infraestructura tecnológica dispuestas por los laboratorios nacionales. En tal sentido, se proponen los siguientes ajustes:

Tabla 4 Propuesta de modificación de las variables microbiológicas y sus límites permisibles

VARIABLE	Decreto 1287 de 2014		40 CFR Parte 503 (Tabla 6-4) Aplica solo para Clase A	Propuesta	
	Categoría A	Categoría B		Categoría A	Categoría B
Coliformes Fecales	<1,00 E (+3) UFC/g de biosólido (base seca)	<2,00 E (+6) UFC/g de biosólido (base seca)	<u>Clase A:</u> <1000 NMP/g de biosólidos (base seca) <u>Clase B:</u> <2 millones NMP/g	<u>Coliformes Termotolerantes</u> <1,00 E (+3) NMP/g de biosólido (base seca)	<u>Coliformes Termotolerantes</u> <2,00 E (+6) NMP/g de biosólido (base seca)
Huevos de Helmintos Viables	<1,0 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	<10,0 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	<1 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	<1 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	NA
Salmonella sp <i>(Opcional: puede reemplazar Coliformes fecales)</i>	Ausencia de UFC/25g de biosólido (base seca)	<1, E (+3) UFC/25g de biosólido (base seca)	<3 NMP/4g de biosólido (base seca)	<3 NMP/4g de biosólido (base seca)	NA
Virus Entéricos	<1,0 UFP/4g de biosólido (base seca)	NA	<1 UFP/4g de biosólidos (base seca)	<1,0 UFP/4g de biosólido (base seca)	NA
Fagos Somáticos <i>(Opcional: puede reemplazar virus entéricos, no incluido en la tabla original)</i>	<5,00 E (+4) UFC/g de biosólido (base seca)	NA	NA	<5,00 E (+4) Unidades Formadoras de Calvas UFC/g de biosólido (base seca)	NA

Fuente: MVCT, MADS, MADR

2.2.3 Control microbiológico diferencial para Biosólidos Categoría B.

El Decreto 1287 de 2014 estableció el monitoreo de diferentes parámetros microbiológicos tanto para los Biosólidos Categoría A como Categoría B. Al revisar la norma internacional que sirvió de guía para la construcción de dicho decreto, se encuentran diferencias considerables en cuanto a los criterios a monitorear según la categoría del biosólido, así como en las unidades de medida para cada criterio.

Una de las grandes diferencias se centra en que, según *la Norma 40 CFR Parte 503*, los biosólidos categoría B requieren únicamente monitoreo para la variable Coliformes Fecales a nivel microbiológico. No se requiere realizar monitoreo para ningún otro parámetro microbiológico, teniendo en cuenta que el control sanitario se da principalmente mediante las restricciones de uso y el tren de tratamiento establecido. Es importante destacar que la *Norma 40 CFR Parte 503* lleva una trayectoria de aplicación de casi 30 años, durante los cuales se han realizado múltiples estudios y análisis, y se ha encontrado óptimo el control sanitario mediante este mecanismo [24].

Problemática identificada: A pesar de que el país avanza en el tratamiento de las aguas residuales, aún es débil en cuanto a la definición de mecanismos para impulsar la producción y utilización de los biosólidos categoría B, aspecto que resulta relevante para fomentar la economía circular y aprovechar el potencial de este subproducto. Ejemplo de lo anterior es la ausencia de alternativas más flexibles para el control de calidad de los biosólidos categoría B (para usos diferentes al agrícola), de tal suerte que se evite incurrir en programas intensivos de muestreo y análisis de laboratorio, teniendo en cuenta que estos costos pueden ser una limitante para su implementación en la mayoría de los municipios medianos y pequeños.

En este orden de ideas, se requiere dar un manejo de control diferente a los biosólidos categoría B a partir de procesos de tratamiento que reduzcan significativamente los patógenos, para no requerir el monitoreo de parámetros microbiológicos. La norma norteamericana *40 CFR Parte 503.32*, sobre la cual se basó la versión original del Decreto 1287 de 2014, contempla esta alternativa para demostrar el cumplimiento con los criterios de calidad microbiológica. Tales procesos de tratamiento reducen significativamente los patógenos cuando se manejan adecuadamente, según se establece en el anexo de la referida norma. En consecuencia, dicha reducción podría garantizarse con los diseños técnicos adecuados y con la capacidad del tratamiento de la totalidad de los lodos, con el fin de garantizar su estabilización y la debida disminución de patógenos en el biosólido¹².

Propuesta de mejora: Teniendo en cuenta lo señalado anteriormente, se propone incluir el siguiente párrafo nuevo al artículo 5 y documento anexo correspondiente al Decreto 1287 en comento, así:

“Parágrafo Nuevo. *Como alternativa al cumplimiento de los criterios microbiológicos a través de ensayos de laboratorio para los biosólidos de Categoría B, enunciados en el presente artículo, el productor podrá demostrar su cumplimiento si dichos biosólidos resulten de alguno de los procesos de estabilización que se describen en el Anexo 3: “Procesos para reducir significativamente los patógenos (PRSP).” Dentro de los doce (12) meses siguientes a la expedición del presente decreto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible elaborará, y adoptará mediante resolución, una guía técnica en la que se detallen los procesos para reducir significativamente los patógenos, definidos en el Anexo 3. Así mismo, podrá incluir otros procesos que se consideren viables técnicamente.*

¹² Para más información sobre estos procesos, ver el documento de la EPA de 2003 “Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge”, en la sección 2.3 General Information on Pathogens y Chapter 6 Processes to Significantly Reduce Pathogens (PSRPs). Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/epa-625-r-92-013.pdf>

ANEXO 3 (NUEVO). PROCESOS PARA REDUCIR SIGNIFICATIVAMENTE LOS PATÓGENOS (PRSP)

1. Digestión Aeróbica: Los lodos son agitados con aire u oxígeno, con el objetivo de mantener las condiciones aeróbicas durante un tiempo medio de residencia celular y una temperatura específica. Dichos valores corresponden a un tiempo medio de residencia entre 40 y 60 días, para temperaturas entre los 20 y 15 grados centígrados, respectivamente.

2. Secado al Aire: Los lodos son secados en lechos de arena o en celdas pavimentadas o sin pavimentar, durante un mínimo de tres meses.

3. Digestión Anaerobia: Los lodos son tratados en ausencia de aire u oxígeno durante un tiempo de residencia celular medio específico a una temperatura específica. Dichos valores corresponden a un tiempo medio de residencia mínima entre los 15 días, para temperaturas entre 35 y 55 grados centígrados, y 60 días a una temperatura de 20 grados centígrados.

4. Compostaje: Implementando métodos de compostaje dentro de un recipiente, pila estática aireada o hileras, la temperatura del lodo se eleva a 40 grados centígrados o más, la cual se mantiene durante cinco días. Al menos cuatro horas de estos cinco días, la temperatura en la pila de compost debe superar los 55 grados centígrados.

5. Estabilización con Cal: Se agrega suficiente cal al lodo para elevar su pH a 12 después de dos horas de exposición.

6. Secado térmico: Los lodos son sometidos al contacto con aire a altas temperaturas, que permite la alta remoción de agua y la reducción significativa de patógenos, incluidos los termotolerantes.”

2.3 Definición de lotes, métodos y frecuencia de análisis de laboratorio.

La regulación internacional coincide en la exigencia de monitorear regularmente las características químicas y microbiológicas de los biosólidos para verificar que cumplen con los estándares que garantizan su seguridad en términos de no afectación a la salud humana o animal.

En este sentido, la norma europea exige que los análisis de laboratorio de los lodos tratados procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales usados en agricultura se realicen al menos cada seis meses¹³ y, de no variar significativamente en el periodo de un

¹³ Aplica a "lodos procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales cuya capacidad de tratamiento sea inferior a 300 kg DBO₅ por día , correspondientes a 5 000 unidades de habitantes equivalentes y que estén destinadas básicamente al tratamiento de las aguas residuales de origen doméstico" Artículo 11 Directiva 86/278 /CEE

año, la misma norma autoriza que los exámenes se realicen cada doce meses. En caso contrario, es decir, si hay variaciones significativas o dependiendo de los resultados del primer análisis o de los posibles cambios surgidos en la naturaleza de las aguas residuales, la norma faculta a los estados miembros de la UE para decidir sobre la frecuencia de las pruebas de laboratorio.¹⁴

La norma norteamericana, por su parte, define la frecuencia de los monitoreos en función de la cantidad de lodos producidos anualmente en las plantas de tratamiento de aguas residuales, estableciendo que para cantidades menores a 290 toneladas métricas se realice al menos un análisis al año, para el rango de entre 290 y 1.500 toneladas métricas se deben realizar de manera trimestral, para cantidades de entre 1.500 y 15.000 toneladas métricas se debe realizar un análisis bimensual y para cantidades mayores a 15.000 toneladas métricas se deben realizar análisis de manera mensual. La misma norma señala que después de que los lodos provenientes de las PTAR hayan sido monitoreados durante dos años, la autoridad de permisos puede reducir la frecuencia del monitoreo de concentraciones de contaminantes y de los requisitos de densidad de patógenos.¹⁵

Al respecto, la regulación colombiana definida por el Decreto 1287 de 2014 en su artículo 13, establece como una obligación de los productores de biosólidos, lo siguiente:

“Artículo 13. Obligaciones de los productores. Los productores de biosólidos deberán cumplir, entre otras, las siguientes obligaciones:

a. *Caracterizar por lotes los biosólidos de acuerdo con los métodos certificados internacionales, nacionales y reglamentaciones técnicas vigentes. (..)*

Parágrafo. *La caracterización de los biosólidos de las que trata este decreto, deberá realizarse en un laboratorio acreditado por el IDEAM, en aquellos casos en los cuales la información de éstos vaya dirigida a las autoridades ambientales competentes para el ejercicio de sus funciones. (..)*”

De igual forma, el artículo 17 del mismo decreto señala lo siguiente:

“Artículo 17. Métodos de laboratorio y frecuencias de análisis. Para la toma de muestras y la determinación de los valores máximos permisibles establecidos en este decreto, se deberán seguir los métodos de análisis definidos por el Instituto Colombiano Agropecuario - ICA para los efectos de uso agrícola(,,)

¹⁴ Anexo II A, Directiva 86/278 /CEE

¹⁵ Normativa 40 CFR Parte 503.16

Parágrafo 1. “Para usos diferentes al agrícola, el productor deberá realizar la caracterización por lotes. Si la caracterización por lotes resulta con una frecuencia menor a la establecida en la Tabla 5, se aplicará lo dispuesto en dicha tabla.

Tabla 5. Producción de biosólidos y frecuencia de análisis.

<i>Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)</i>	<i>Frecuencia mínima de análisis</i>
<i><300,0</i>	<i>Anual</i>
<i>300,0 – 1.500,0</i>	<i>Semestral</i>
<i>>1.500,0 - 25.000,0</i>	<i>Trimestral</i>
<i>>15.000,0</i>	<i>Mensual</i>

(..)”

Problemática identificada: Para la aplicación de los artículos 13 y 17 del Decreto 1287 de 2014, se han identificado diversas dificultades. En primer lugar, el decreto no incluye una definición de “lote”, por lo que, dadas las características del proceso de producción de los biosólidos, donde hay un flujo constante de materiales, existe diversidad de criterio entre las autoridades ambientales y entre los operadores de las plantas de tratamiento.

De otro lado, la redacción actual del artículo 17 define la frecuencia de los análisis para biosólidos destinados a usos diferentes al agrícola, pero deja abierta la frecuencia para biosólidos destinados a usos agrícolas, generando discrepancias entre operadores de las plantas y autoridades ambientales. Al respecto, como se señaló anteriormente, la *Norma 40 CFR Parte 503 (303.16)* establece una frecuencia de monitoreo que se basa en la producción anual de biosólido, independiente de su uso, por lo que se recomienda estandarizar para mayor claridad. Esto está soportado en el documento *EPA/625/R-92/013* sobre el control de patógenos y atracción de vectores en lodos de aguas residuales [20].

Propuesta de mejora: Teniendo en cuenta las experiencias exitosas tanto de la Comunidad Europea como de Estados Unidos, se propone que con la modificación del Decreto 1287 de 2014 se incluya una definición de “lote” en función de un periodo de producción de biosólidos anual. Así mismo, se propone homogenizar las frecuencias de los análisis de laboratorio de los biosólidos independientemente del uso al cual se destine. Finalmente, dados los altos costos que para las PTAR municipales representan las pruebas de laboratorio requeridas, se recomienda que cumplidos los dos primeros años, para aquellos casos en las que, en al menos dos pruebas consecutivas se demuestre que los biosólidos producidos cumplen con los límites establecidos en el Decreto 1287 de 2014 o el que lo modifique, la frecuencia de las pruebas se estandarice de manera anual.

En este sentido, se propone realizar la siguiente modificación:

Tabla 5 Propuesta de modificación artículos sobre definición de lotes, métodos y frecuencia de análisis de laboratorio

Decreto 1287 de 2014	Propuesta:																				
<p>Artículo 3. Definiciones. Para los efectos de la adecuada interpretación de este decreto, se adoptan las siguientes definiciones: (..) (..)</p>	<p>Artículo 3. Definiciones. Para los efectos de la adecuada interpretación de este decreto, se adoptan las siguientes definiciones: (..) <u>Lote de biosólidos: Cantidad generada de biosólidos en la planta de tratamiento durante un periodo de 12 meses, medido en toneladas en base seca.</u> (..)</p>																				
<p>Artículo 17. <i>Métodos de laboratorio y frecuencias de análisis.</i> (...)</p> <p>Parágrafo 1°. Para usos diferentes al agrícola, el productor deberá realizar la caracterización por lotes. Si la caracterización por lotes resulta con una frecuencia menor a la establecida en la Tabla 5, se aplicará lo dispuesto en dicha tabla.</p> <p>Tabla 5. Producción de biosólidos y frecuencia de análisis</p> <table border="1" data-bbox="282 1115 800 1314"> <thead> <tr> <th>Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)</th> <th>Frecuencia mínima de análisis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><300,0</td> <td>Anual</td> </tr> <tr> <td>300,0–1.500,0</td> <td>Semestral</td> </tr> <tr> <td>>1.500,0–15.000,0</td> <td>Trimestral</td> </tr> <tr> <td>>15.000,0</td> <td>Mensual</td> </tr> </tbody> </table>	Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis	<300,0	Anual	300,0–1.500,0	Semestral	>1.500,0–15.000,0	Trimestral	>15.000,0	Mensual	<p>Artículo 17. <i>Métodos de laboratorio y frecuencias de análisis.</i> (...)</p> <p>Parágrafo 1°. <u>Las frecuencias mínimas de muestreo estarán establecidas en la Tabla 5.</u></p> <p>Tabla 5. Producción de biosólidos y frecuencia de análisis</p> <table border="1" data-bbox="911 1033 1430 1232"> <thead> <tr> <th>Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)</th> <th>Frecuencia mínima de análisis</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><300,0</td> <td>Anual</td> </tr> <tr> <td>300,0–1.500,0</td> <td>Semestral</td> </tr> <tr> <td>>1.500,0–15.000,0</td> <td>Trimestral</td> </tr> <tr> <td>>15.000,0</td> <td>Mensual</td> </tr> </tbody> </table> <p><u>Después de cumplido el segundo año, la frecuencia del monitoreo podrá ser anual si en los dos últimos monitoreos se cumple con los límites permisibles señalados en el presente decreto. Lo anterior no aplica cuando se incremente la capacidad de tratamiento de aguas residuales de la planta.</u></p>	Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis	<300,0	Anual	300,0–1.500,0	Semestral	>1.500,0–15.000,0	Trimestral	>15.000,0	Mensual
Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis																				
<300,0	Anual																				
300,0–1.500,0	Semestral																				
>1.500,0–15.000,0	Trimestral																				
>15.000,0	Mensual																				
Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis																				
<300,0	Anual																				
300,0–1.500,0	Semestral																				
>1.500,0–15.000,0	Trimestral																				
>15.000,0	Mensual																				

2.4 Correlación entre las características de las aguas residuales afluentes y las de los biosólidos.

El parágrafo 3 del artículo 5 del Decreto 1287 de 2014 señala que “*Para prevenir la distribución y uso de material que no cumpla con los valores máximos permisibles definidos en la Tabla 2 del presente decreto, el productor deberá establecer y aplicar un mecanismo de correlación entre la caracterización de las aguas residuales afluentes y la caracterización de los biosólidos. Cuando se detecte la presencia anómala de sustancias de interés sanitario en las aguas residuales afluentes, se aplicarán las medidas previstas en el plan de prevención y gestión del riesgo*”.

En relación con la exigencia de establecer una correlación entre las características de las aguas residuales efluentes y las de los biosólidos producidos a partir del tratamiento de las mismas, vale anotar que a nivel internacional no se encuentra un referente normativo o técnico sobre este tipo de correlaciones. De esta manera, ni la *Norma 40 CFR Parte 503*, ni otras normas internacionales incluyen la exigencia de desarrollar una correlación entre la caracterización de las aguas residuales afluentes y la caracterización de los biosólidos. Por lo anterior, resulta razonable considerar la utilidad de exigir practicar este tipo de análisis técnicos y estadísticos, además de evaluar su costo efectividad como herramienta para generar una alerta temprana frente al riesgo en el uso de los biosólidos.

Así mismo, no se tiene claridad sobre el propósito de esta correlación, dado que en la actualidad ya se cuenta con diferentes instrumentos que permiten generar alertas tempranas para el manejo adecuado de los vertimientos y los biosólidos, los cuales se resaltan a continuación:

- *Control de residuos peligrosos:* En el Decreto 4741 de 2005 que reglamenta la disposición de los desechos con características de peligrosidad, se establece que es responsabilidad de los usuarios hacer un uso y correcta disposición de esos agentes químicos que pueden causar daños al ambiente. Por lo tanto, corresponde al generador de estos residuos peligrosos garantizar la gestión y manejo integral de los residuos peligrosos que genera (por lo que bajo ningún escenario deberían ser descargados a la red de alcantarillado), así como tomar todas las medidas de carácter preventivo o de control, con el fin de evitar cualquier episodio de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente.
- *Control del agua residual:* El agua residual proviene de un proceso de recolección y transporte del alcantarillado, que se hace a usuarios domésticos y no domésticos, donde estos últimos deben cumplir con la normatividad asociada al vertimiento de aguas residuales. Es así como la Resolución 631 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establece que los sectores deben hacer una caracterización de sus vertimientos, dado que deben cumplir con unos límites máximos antes de descargar a la red de alcantarillado, siendo las autoridades ambientales las encargadas de velar porque estos usuarios cumplan con la normatividad.

Es así como las aguas que llegan al proceso de tratamiento de aguas residuales deben haber sido previamente analizadas, lo que permite que el proceso de tratamiento al agua residual cumpla con las medidas ambientales, y para el caso particular de los prestadores del servicio público de alcantarillado, se cumpla con los parámetros establecidos según la Resolución 631 de 2015, para poder retornarlo a los cuerpos de agua [7].

- *Gestión del riesgo:* Con relación al plan de prevención y gestión del riesgo, el Decreto 3930 de 2010 establece la obligación a las personas naturales o jurídicas que generen vertimientos a un cuerpo de agua o al suelo de elaborar un Plan de Gestión del Riesgo para el Manejo de Vertimientos en situaciones que limiten o impidan el tratamiento del vertimiento, el cual debe incluir el análisis del riesgo, medidas de prevención y mitigación, protocolos de emergencia y contingencia y

programa de rehabilitación y recuperación [25]. De esta manera, se busca mitigar un posible daño ambiental ante una amenaza, y se define el manejo en caso de que el generador del vertimiento no pueda cumplir con la normatividad ambiental.

Adicionalmente, al revisar las caracterizaciones tanto de la entrada del agua residual como la salida de las PTAR de empresas afiliadas a Andesco, por citar un ejemplo, se evidencia que las concentraciones de metales son muy bajas, en muchos casos por debajo del nivel de detección del correspondiente parámetro, lo que permite presumir la baja presencia de estos metales en el biosólido generado. Esto, a su vez, se puede confirmar con las caracterizaciones de metales del biosólido resultante, que evidencian una presencia de metales muy baja e incluso en algunos casos, por debajo del nivel de detección del parámetro. Para tal efecto, en el **Anexo 4** se presentan los reportes de las caracterizaciones de metales de los últimos años, tanto para el afluente, el efluente y el biosólido.

Problemática identificada: Establecer la correlación entre las características de las aguas residuales afluentes y las de los biosólidos producidos requiere unos esfuerzos técnicos, operativos y financieros muy importantes, que muchos productores de biosólidos medianos y pequeños no están en capacidad de implementar. Adicionalmente, las experiencias prácticas de algunos prestadores para analizar este mecanismo de correlación concluyen que, a nivel técnico, no es posible obtener un resultado coherente entre las concentraciones de los metales en el afluente de la PTAR y los biosólidos, por las siguientes razones: [26]

- No existen tecnologías disponibles para la medición en línea de los parámetros de metales definidos en el decreto, lo que no permite hacer una alerta temprana en el afluente.
- Si el metal no se logra identificar en el afluente, no es posible establecer una correlación para ese parámetro.
- Los resultados de laboratorio tienen un tiempo de espera mínimo de 15 días, lo que genera un análisis atemporal que no es consecuente con el propósito de generar una alerta temprana.
- Los tiempos de respuesta para emitir una alerta en la calidad del biosólido, a partir de la correlación, toma varios días después de tomada la muestra.
- El establecer y actualizar el modelo de correlación genera unos costos significativos que no pueden ser asumidos por todas las empresas de servicios públicos.

Así mismo, no es claro cuál es el propósito de esta correlación, dado que en la actualidad ya se cuenta con diferentes instrumentos que permiten generar otro tipo de alertas tempranas y manejo adecuado de los vertimientos y los biosólidos, tal como se señaló anteriormente.

Propuesta de mejora: Se considera necesario eliminar el requisito de analizar la correlación entre la caracterización de las aguas residuales afluentes y la de los biosólidos, dada la poca utilidad que pueden representar los resultados de dicho análisis, además de las dificultades técnicas antes mencionadas para su realización. Se resalta, también, que no se cuenta con un referente internacional frente al desarrollo de esta correlación, cuya realización implica elevados esfuerzos de tipo financiero, técnico y operativo.

Teniendo en cuenta lo anterior, se propone eliminar el párrafo referente a la necesidad de presentar un mecanismo de correlación:

Tabla 6 Propuesta de modificación artículo sobre correlación entre las características de las aguas residuales afluentes y las de los biosólidos

Decreto 1287 de 2014	Propuesta
<p>Artículo 5. Párrafo 3. Para prevenir la distribución y uso de material que no cumpla con los valores máximos permisibles definidos en la Tabla 2 del presente decreto, el productor deberá establecer y aplicar un mecanismo de correlación entre la caracterización de las aguas residuales afluentes y la caracterización de los biosólidos. Cuando se detecte la presencia anómala de sustancias de interés sanitario en las aguas residuales afluentes, se aplicarán las medidas previstas en el plan de prevención y gestión del riesgo.</p>	<p>Eliminar párrafo.</p>

2.5 Registros y reportes de información sobre biosólidos

Contar con información disponible sobre los biosólidos producidos en las diversas regiones del país resulta un aspecto de primer orden en el camino de consolidar un mercado que permita su comercialización en las condiciones de calidad, seguridad y adecuada diferenciación que se requieren para su consumo directo o como insumo para nuevos productos orientados a la fertilización y/o el mejoramiento de los suelos, entre otros usos.

En este orden de ideas, el Decreto 1287 de 2014 establece como obligación de los productores el reporte de información sobre la producción de biosólidos ante el Sistema Único de Información SUI – administrado por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, así como la necesidad de contar con un registro ante la autoridad ambiental correspondiente para los casos en que se produzcan biosólidos de categoría B con destino a usos ambientales. Así mismo, el decreto también señala que cuando el biosólido producido tenga un destino agrícola, se deberá contar con el respectivo registro como productor y/o distribuidor expedido por el Instituto Colombiano Agropecuario – ICA.

Problemática identificada:

En relación con el reporte de información ante el SUI, el artículo 13 del Decreto 1287 de 2014 señala lo siguiente:

“Artículo 13. Obligaciones de los productores. Los productores de biosólidos deberán cumplir, entre otras, las siguientes obligaciones: (..)

d. Reportar al Sistema Único de Información - SUI - la información sobre cantidades generadas y caracterizaciones de los mismos de acuerdo con lo que determine la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios."

Al respecto, se encontró que la información señalada en el artículo citado no está siendo reportada ante el SUI, debido principalmente a que los formatos vigentes que utilizan los operadores de las PTAR para reportar información a dicho sistema, los cuales están definidos por la Resolución 20101300048765 expedida por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - SSPD, aún no incluyen los requerimientos de información alusiva a los biosólidos.

Los formatos vigentes para reportar información se limitan solo al reporte de lodos producidos en las PTAR, como es el caso de los indicados en la mencionada resolución, en su artículo "7.4.1.13 FORMULARIO. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS" donde se solicita información sobre cantidad de lodos generados (Kg/mes) y en el artículo "7.4.1.15 FORMULARIO. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LODOS" donde se solicita información sobre alternativas de tratamiento de los lodos.¹⁶ Estos reportes no guardan coherencia con lo solicitado en el Decreto 1287 de 2014 sobre biosólidos y, además, no son públicos. Por tanto, la información que se reporta actualmente carece de elementos para identificar la producción de biosólidos en el país.

Por otro lado, en relación con el registro ante la autoridad ambiental, para los casos en que se produzcan biosólidos de categoría B con destino a usos ambientales, el artículo 15 del Decreto 1287 de 2014 establece lo siguiente:

"Artículo 15. Registro de productor de biosólidos para usos ambientales. El registro del productor de biosólidos para los usos ambientales de que tratan los literales b, c, e, i de la categoría B del artículo 8 del presente decreto, deberá realizarse ante la autoridad ambiental competente.

Parágrafo *El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá el contenido del registro de información de biosólidos de uso ambiental del que trata el presente artículo. Mientras se expide el registro, el productor deberá informar semestralmente a la autoridad ambiental competente sobre la categoría y cantidad de los biosólidos que está produciendo y lo relacionado con su distribución."*

A la fecha, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no ha reglamentado el registro de información de biosólidos, por lo cual no se tiene conocimiento de información centralizada que permita identificar productores y cantidades, ni mucho menos categorías de biosólidos producidos en el país. Esto dificulta la gestión tanto del Gobierno Nacional como de los actores privados interesados en impulsar la consolidación de un mercado para los biosólidos.

Vale anotar que la inexistencia de los registros mencionados impide contar con información para efectuar el seguimiento sobre la implementación del Decreto 1287 de 2014,

¹⁶ Anexo Resolución Compilatoria SSPD 20101300048765

dificultando, así, la posibilidad de realizar los análisis de impacto económico, ambiental o social, y con ello determinar cuáles han sido los aciertos y desaciertos de la norma y de las implicaciones del uso del biosólido en el país.

Propuesta de mejora: Para hacer posible el reporte de información sobre biosólidos con destino al SUI, resulta necesario que, con la modificación del Decreto 1287 de 2014, el Gobierno Nacional realice las gestiones requeridas para incorporar dentro de las solicitudes de información al SUI del servicio público de alcantarillado, un nuevo formulario para captura de información alusiva a la producción de biosólidos en las PTAR.

Por otro lado, en cuanto a la creación del registro de información de biosólidos de uso ambiental, resulta prioritario que, en la modificación del Decreto 1287 de 2014, se establezca un plazo perentorio al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para su creación y puesta en marcha por parte de las autoridades ambientales regionales. De manera complementaria, resulta necesario que se establezcan los mecanismos para contar con la información agregada y actualizada a nivel nacional sobre los registros expedidos por las autoridades ambientales regionales.

Finalmente, con el propósito de armonizar la información en las diversas plataformas, resulta necesario unificar la terminología utilizada en relación con los biosólidos tanto en los reportes de información al SUI (a cargo de la SSPD) como en los registros de información de biosólidos de uso ambiental (a cargo de autoridades ambientales regionales y el MADS), así como en los registros de producción y distribución de biosólidos para uso agrícola (bajo competencia del ICA).

Teniendo en cuenta lo antes descrito, se proponen las siguientes modificaciones:

Tabla 7 Propuesta de modificación artículos sobre registros y reportes de información sobre biosólidos

Decreto 1287 de 2014	Propuesta:
<p>Artículo 13. Obligaciones de los productores. Los productores de biosólidos deberán cumplir, entre otras, las siguientes obligaciones: (..)</p> <p>d. Reportar al Sistema Único de Información - SUI - la información sobre cantidades generadas y caracterizaciones de los mismos de acuerdo con lo que determine la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios</p>	<p>Artículo 13. Obligaciones de los productores. Los productores de biosólidos deberán cumplir, entre otras, las siguientes obligaciones: (..)</p> <p>d. Reportar al Sistema Único de Información - SUI - la información sobre cantidades <u>de biosólidos</u> generadas y caracterizaciones de los mismos de acuerdo con <u>el formulario</u> que determine la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, <u>el cual deberá ser adoptado dentro de los doce (12) meses siguientes a la expedición del presente decreto. La información a reportar deberá detallar las categorías de biosólidos producidos y sus características, de acuerdo con los criterios establecidos en el artículo 5 del presente decreto.</u></p>

Artículo 15. Registro de productor de biosólidos para usos ambientales. El registro del productor de biosólidos para los usos ambientales de que tratan los literales b, c, e, i de la categoría B del artículo 8 del presente decreto, deberá realizarse ante la autoridad ambiental competente.

Parágrafo El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá el contenido del registro de información de biosólidos de uso ambiental del que trata el presente artículo. Mientras se expide el registro, el productor deberá informar semestralmente a la autoridad ambiental competente sobre la categoría y cantidad de los biosólidos que está produciendo y lo relacionado con su distribución.”

Artículo 15. Registro de productor de biosólidos para usos ambientales. El registro del productor de biosólidos para los usos ambientales de que tratan los literales b, c, e, i de la categoría B del artículo 8 del presente decreto, deberá realizarse ante la autoridad ambiental competente.

Parágrafo Dentro de los doce (12) meses posteriores a la expedición del presente decreto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá el contenido del registro de información de biosólidos de uso ambiental del que trata el presente artículo, así como los mecanismos para contar con información agregada y actualizada a nivel nacional sobre dichos registros. Mientras se expide el registro, el productor deberá informar semestralmente a la autoridad ambiental competente sobre la categoría y cantidad de los biosólidos que está produciendo y lo relacionado con su distribución.”

2.6 Transporte y periodo de almacenamiento de biosólidos

Para efectos del transporte de carga en el país, el Decreto 1079 de 2015, “*Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte*”, establece un régimen especial para el manejo de las mercancías peligrosas, definidas como “*materiales perjudiciales que, durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso pueden generar o desprender polvos, humos, gases, líquidos, vapores o fibras infecciosas, irritantes, inflamables, explosivos, corrosivos, asfixiantes, tóxicos o de otra naturaleza peligrosa, o radiaciones ionizantes en cantidades que puedan afectar la salud de las personas que entran en contacto con éstas, o que causen daño material.*” [26]

Teniendo en cuenta la definición anterior, para efectos del transporte de biosólidos, y tal como se manifestó en las secciones anteriores, éstos constituyen un material estabilizado que no reviste ninguna de las características de peligrosidad como los mencionados en la norma antes citada. Bajo esta premisa, la normativa que rige su transporte corresponde a la aplicable al transporte de carga general y al de carga de graneles sólidos, en los términos establecidos por el Código Nacional de Tránsito Terrestre (Ley 769 de 2002), el Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales (Ley 1242 de 2008) y el Reglamento Único del Sector Transporte (Decreto 1079 de 2015).

En lo que atañe al periodo máximo previsto para el almacenamiento de biosólidos, se encontró que la normativa de referencia para Colombia (*Norma 40 CFR Parte 503.9*) señala que el almacenamiento de lodos tratados provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales se puede efectuar hasta por un periodo de dos años.

Problemática identificada: Otra de las implicaciones derivadas de confundir los biosólidos con materiales peligrosos tiene que ver con el régimen legal aplicable para su transporte,

lo cual constituye una barrera adicional para su comercialización, agregando costos innecesarios en la logística. En tal sentido, se hace necesario precisar en la modificación del Decreto 1287 de 2014 que el régimen aplicable corresponde al vigente para el transporte de carga general y al de carga de graneles sólidos.

De otro lado, en cuanto al almacenamiento de biosólidos, la norma establece un límite temporal de seis meses, el cual es muy corto si se compara con los dos años establecidos por la norma estadounidense, de referencia para Colombia. Este resulta un aspecto crucial para lograr economías de escala en proyectos menores, como es el caso de la mayoría de los municipios colombianos, con potencial de producir entre 1 y 10 toneladas de biosólidos al mes, máxime teniendo en cuenta las dificultades de comercialización de un producto con un mercado en proceso de formación.

Propuesta de mejora: Para solucionar la problemática señalada, se propone que en la modificación del Decreto 1287 de 2014 se haga alusión a la normativa aplicable al transporte de biosólidos y que se amplíe a un año la posibilidad de almacenar el biosólido producido, así:

Tabla 8 Propuesta de modificación en relación con transporte y periodo de almacenamiento de biosólidos

Decreto 1287 de 2014	Propuesta:
<p>Artículo 7. Almacenamiento. Los biosólidos que cumplan con lo establecido en el presente decreto podrán ser almacenados hasta por un período máximo de seis (6) meses en condiciones que garanticen el control de las emisiones de gases, manejo de lixiviados y el control a la proliferación de vectores. El sitio de almacenamiento deberá contar con un sistema de gestión de aguas residuales.</p> <p>Parágrafo. El almacenamiento no será un requisito para la caracterización de los biosólidos.</p>	<p>Artículo 7: Almacenamiento y transporte. Los biosólidos que cumplan con lo establecido en el presente decreto, podrán ser almacenados hasta por un período máximo de seis (6) meses un (1) año en condiciones que garanticen el control de las emisiones de gases, manejo de lixiviados y el control a la proliferación de vectores. El sitio de almacenamiento deberá contar con un sistema de colección y recirculación de lixiviados, hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales. <u>La regulación aplicable al transporte de biosólidos será la misma vigente para el transporte de carga general y de carga de graneles sólidos, en los términos establecidos por el Código Nacional de Tránsito Terrestre (Ley 769 de 2002), el Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales (Ley 1242 de 2008) y el Reglamento Único del Sector Transporte (Decreto 1079 de 2015).</u></p> <p>Parágrafo. El almacenamiento no será un requisito para la caracterización de los biosólidos.</p>

2.7 Fomento al uso de biosólidos

El documento Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022 – 2026 “*Colombia Potencia Mundial de la Vida*”, en el marco de la “*Transformación productiva, internacionalización y acción climática*”, plantea la necesidad de impulsar la economía circular basada en la producción y consumo responsable, así como en la incorporación de los materiales recuperados en nuevas cadenas de valor¹⁷. También establece la conveniencia de avanzar en modelos de producción sostenible en agricultura y ganadería, promoviendo para ello la producción y utilización de bioinsumos que sustituyan los agrotóxicos, en el marco del programa nacional de agroecología. El mismo documento, dentro de los indicadores de segundo nivel para el cuatrienio 2022 – 2026, establece como meta alcanzar un total de 1’700.000 hectáreas en proceso de restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas degradados, así como llegar a 743.828 hectáreas beneficiadas con esquemas de pago por servicios ambientales e incentivos a la conservación, así como lograr 582.109 nuevas hectáreas reforestadas en terrenos con aptitud forestal. [2]

Para el cumplimiento de las metas anteriores, se requerirá la inversión de recursos en insumos necesarios para el acondicionamiento de los suelos, para las labores de siembra y mantenimiento de plantaciones forestales, así como para reemplazar la fertilización química en zonas de influencia de ecosistemas estratégicos beneficiadas con incentivos a la conservación. Lo anterior puede constituir el principal nicho de mercado para el uso de los biosólidos producidos en el país, puesto que el cumplimiento de las metas establecidas requerirá cuantiosas inversiones de recursos públicos provenientes de entidades de diversos niveles de gobierno, especialmente de alcaldías, gobernaciones y autoridades ambientales a largo del territorio nacional [2].

Vale anotar que, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993, recientemente modificado por la Ley 2320 de 2023, tanto municipios como gobernaciones tienen la obligación de destinar al menos el 1% de sus ingresos corrientes a la adquisición y mantenimiento de ecosistemas estratégicos para la conservación del recurso hídrico o a la financiación de esquemas de pago por servicios ambientales para el mismo propósito. La obligación de invertir en la conservación de dichas áreas bajo los mismos mecanismos también se extiende a las autoridades ambientales regionales, en virtud de lo dispuesto en el artículo 108 de la mencionada ley. [27]

Problemática identificada: A pesar de que con artículo 20 del Decreto 1287 de 2014 se pretendió que las entidades gubernamentales promovieran el uso de biosólidos en diversas actividades relacionadas con el mejoramiento y/o recuperación de suelos, entre otros, dicha promoción no ha sido efectiva, por lo que no ha sido posible la consolidación de un mercado para este producto. Lo anterior, a pesar de que son las mismas entidades territoriales y autoridades ambientales regionales las que, de manera recurrente, financian la ejecución de proyectos que demandan el uso de fertilizantes o acondicionadores de suelos,

¹⁷ Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia Potencia Mundial de la Vida”. Transformación 4: “Transformación productiva, internacionalización y acción climática” - Eje “D Economía productiva a través de la reindustrialización y la bioeconomía”

principalmente asociados a la restauración, recuperación y rehabilitación de ecosistemas estratégicos.

Propuesta de mejora: Mencionar en la modificación del Decreto 1287 de 2014 el deber de las entidades públicas pertinentes de dar prioridad al uso de biosólidos frente a otras alternativas disponibles para la fertilización o acondicionamiento de suelos, en el marco de la ejecución de proyectos de conservación de ecosistemas estratégicos financiados por entidades territoriales, en especial cuando se haga uso de los recursos mencionados en el artículo 111 de la Ley 99 de 1993 o por parte de las autoridades ambientales en el marco de las actividades señaladas en el artículo 108 de la misma ley. De manera concomitante, señalar que se privilegiará la entrega de biosólidos a los agricultores que hagan parte de esquemas de pagos por servicios ambientales, como sustituto gradual a la fertilización con insumos químicos en zonas de influencia de ecosistemas estratégicos objeto de protección.

Tabla 9 Propuesta de modificación artículo sobre fomento al uso de biosólidos

Decreto 1287 de 2014	Propuesta:
<p>Artículo 20. Fomento al uso de biosólidos. Los municipios, distritos, áreas metropolitanas, departamentos y las entidades públicas del orden nacional que adelanten acciones de recuperación, mejoramiento o restauración de suelos degradados, escombreras, cierre y clausura de rellenos sanitarios podrán promover el uso de los biosólidos, de acuerdo con las alternativas de uso establecidas en el presente decreto.</p>	<p>Artículo 20. Fomento al uso de biosólidos. Los municipios, distritos, áreas metropolitanas, departamentos, <u>autoridades ambientales</u> y las entidades públicas del orden <u>regional y</u> nacional que adelanten acciones de recuperación, mejoramiento, <u>remediación</u> o restauración de suelos degradados, <u>estabilización de taludes</u>, escombreras, cierre y clausura de rellenos sanitarios <u>deberán priorizar</u> el uso de los biosólidos <u>sobre otro tipo de material que genere una mayor demanda de recursos naturales</u>, de acuerdo con las alternativas de uso establecidas en el presente decreto. <u>De manera concomitante, las entidades mencionadas privilegiarán la entrega de biosólidos a los agricultores que hagan parte de esquemas de pagos por servicios ambientales financiados con sus recursos, bajo el propósito de promover la sustitución gradual de insumos químicos para el mejoramiento de suelos en zonas de influencia de ecosistemas estratégicos objeto de conservación.</u></p> <p>Parágrafo. <u>El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible incorporará los biosólidos como parte de los bienes sostenibles dentro de la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible.</u></p>

3. Propuesta de modificación del articulado del Decreto 1287 de 2014:

A partir de la argumentación señalada en este documento, se propone realizar las siguientes modificaciones al Decreto 1287 de 2014 (compilado en el Decreto 1077 de 2015):

Tabla 10 Propuesta consolidada de modificación del articulado del Decreto 1287 de 2014, compilado en el Decreto 1077 de 2015.

Decreto 1287 de 2014	Propuesta:
<p>Artículo 1. Objeto. El presente decreto tiene por objeto establecer los criterios para el uso de los biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.</p> <p>Parágrafo. Este decreto no aplica a los lodos que tengan características de peligrosidad.</p>	<p>Artículo 1. Objeto. (Hoy artículo 2.3.1.4.1 del Decreto 1077 de 2015). El presente decreto tiene por objeto establecer las condiciones y criterios para el uso de los biosólidos producidos a partir de los lodos generados en las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales.</p> <p>Parágrafo. Este decreto no aplica a los lodos que tengan características de peligrosidad.</p>
<p>Artículo 3. Definiciones. Para los efectos de la adecuada interpretación de este decreto, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>(..)</p> <p>Biosólidos. Producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso.</p> <p>No son biosólidos las escorias y cenizas producto de la oxidación o reducción térmica de lodos, así como los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones de la fase preliminar del tratamiento de aguas residuales, ni los provenientes de dragados o de limpieza de sumideros.</p> <p>(..)</p>	<p>Artículo 3. Definiciones. (Hoy artículo 2.3.1.1.1 del Decreto 1077 de 2015). Para los efectos de la adecuada interpretación de este decreto, se adoptan las siguientes definiciones:</p> <p>(..)</p> <p>Biosólidos. Producto resultante de la estabilización de la fracción orgánica de los lodos generados en el tratamiento de aguas residuales municipales, con características físicas, químicas y microbiológicas que permiten su uso, <u>de acuerdo con las condiciones establecidas en el presente decreto.</u></p> <p>No son biosólidos las escorias y cenizas producto de la oxidación o reducción térmica de lodos, así como los residuos que se retiran de los equipos e instalaciones de la fase preliminar del tratamiento de aguas residuales, ni los provenientes de dragados o de limpieza de sumidero.</p> <p>(..)</p> <p>(..)</p> <p><u>Lote de biosólidos:</u> Cantidad generada de biosólidos en la planta de tratamiento durante un periodo de 12 meses, medido en toneladas en base seca.</p> <p>(..)</p>
<p>Artículo 4. Caracterización de los biosólidos. (Hoy artículo 2.3.1.4.3 del Decreto 1077 de 2015). Los biosólidos deberán caracterizarse de conformidad con lo dispuesto en la Tabla 1:</p>	

Tabla 1: Variables de caracterización de biosólidos para su uso

CRITERIO	ACTUAL	MODIFICACION
	VARIABLE	VARIABLE
QUÍMICOS-METALES	Arsénico (As)	Arsénico (As)
	Cadmio (Cd)	Cadmio (Cd)
	Cobre (Cu)	Cobre (Cu)
	Cromo (Cr)	Cromo (Cr)
	Mercurio (Hg)	Mercurio (Hg)
	Molibdeno (Mbo)	Molibdeno (Mo)
	Níquel (Ni)	Níquel (Ni)
	Plomo (Pb)	Plomo (Pb)
	Selenio (Se)	Selenio (Se)
	Zinc (Zn)	Zinc (Zn)
MICROBIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	Coliformes Termotolerantes
	Huevos de Helmintos Viables	Huevos de Helmintos Viables
	Salmonella sp.	Salmonella sp (Opcional: puede reemplazar Coliformes Fecales)
	Virus Entéricos	Virus Entéricos

Parágrafo. Como variable alterna al de Virus Entéricos, se podrá utilizar el de Fagos Somáticos.

Artículo 5. Valores máximos permisibles para la categorización de los biosólidos. (Hoy artículo 2.3.1.4.4 del Decreto 1077 de 2015). Los biosólidos deberán cumplir con los valores máximos permisibles establecidos en la tabla 2 y se clasifican en una de las siguientes categorías: Categoría A y Categoría B.

Tabla 2. Valores máximos permisibles de categorización de biosólidos para su uso

CRITERIO	VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	Decreto 1287 de 2014		Propuesta	
			Categoría A	Categoría B	Categoría A	Categoría B
QUÍMICOS-METALES Concentraciones máximas	Arsénico (As)	mg / Kg de biosólido (base seca)	20	40	<u>41</u>	<u>41</u>
	Cadmio (Cd)		8	40	<u>39</u>	40
	Cobre (Cu)		1000	1750	1000	1750
	Cromo (Cr)		1000	1500	<u>1200</u>	1500
	Mercurio (Hg)		10	20	<u>17</u>	20
	Molibdeno (Mbo)		18	75	18	75
	Níquel (Ni)		80	420	<u>420</u>	420
	Plomo (Pb)		300	400	<u>20</u>	400
	Selenio (Se)		36	100	36	100
	Zinc (Zn)		2000	2800	2000	2800

CRITERIO	VARIABLE	Decreto 1287 de 2014		VARIABLE	Propuesta	
		Categoría A	Categoría B		Categoría A	Categoría B
MICRO BIOLÓGICOS	Coliformes Fecales	<1,00 E (+3) UFC/g de biosólido (base seca)	<2,00 E (+6) UFC/g de biosólido (base seca)	<u>Coliformes Termotolerantes</u>	<1,00 E (+3) NMP/g de biosólido (base seca)	<2,00 E (+6) NMP/g de biosólido (base seca)
	Huevos de Helmintos Viables	<1,0 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	<10,0 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	Huevos de Helmintos Viables	<1 Huevos de Helmintos Viables/4g de biosólido (base seca)	<u>NA</u>
	Salmonella sp	Ausencia de UFC/25g de biosólido (base seca)	<1, E (+3) UFC/25g de biosólido (base seca)	Salmonella sp (<u>Opcional: puede reemplazar Coliformes Fecales</u>)	<3 NMP/4g de biosólido (base seca)	<u>NA</u>
	Virus Entéricos	<1,0 UFP/4g de biosólido (base seca)	NA	Virus Entéricos	<1,0 UFP/4g de biosólido (base seca)	NA
	Fagos Somáticos (<u>Opcional</u>):	<5,00 E (+4) UFC/g de biosólido (base seca)	NA	<u>Fagos somáticos (Opcional: puede reemplazar Virus Entéricos)</u>	<5,00 E (+4) Unidades Formadoras de Calvas UFC/g de biosólido (base seca)	<u>NA</u>

(...)

Artículo 5. Valores máximos permisibles para la categorización de los biosólidos

(..)

Parágrafo 3. Para prevenir la distribución y uso de material que no cumpla con los valores máximos permisibles definidos en la Tabla 2 del presente decreto, el productor deberá establecer y aplicar un mecanismo de correlación entre la caracterización de las aguas residuales afluentes y la caracterización de los biosólidos. Cuando se detecte la presencia anómala de sustancias de interés sanitario en las aguas residuales afluentes, se aplicarán las medidas previstas en el plan de prevención y gestión del riesgo.

Artículo 5. Valores máximos permisibles para la categorización de los biosólidos. (Hoy artículo 2.3.1.4.4 del Decreto 1077 de 2015).

(..)

~~**Parágrafo 3.** Para prevenir la distribución y uso de material que no cumpla con los valores máximos permisibles definidos en la Tabla 2 del presente decreto, el productor deberá establecer y aplicar un mecanismo de correlación entre la caracterización de las aguas residuales afluentes y la caracterización de los biosólidos. Cuando se detecte la presencia anómala de sustancias de interés sanitario en las aguas residuales afluentes, se aplicarán las medidas previstas en el plan de prevención y gestión del riesgo.~~

Parágrafo 3. Como alternativa al cumplimiento de los criterios microbiológicos a través de ensayos de laboratorio para los biosólidos de Categoría B, enunciados en el presente artículo, el productor podrá demostrar su cumplimiento si dichos biosólidos resulten de alguno de los procesos de estabilización que se describen en el Anexo 3: “Procesos para reducir significativamente los patógenos (PRSP)”. Dentro de los doce (12) meses siguientes a la expedición del presente decreto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible elaborará, y

	<p>adoptará mediante resolución, una guía técnica en la <u>que se detallen los procesos para reducir significativamente los patógenos, definidos en el Anexo 3. Así mismo, podrá incluir otros procesos que se consideren viables técnicamente.</u></p>
<p>Artículo 7. Almacenamiento. Los biosólidos que cumplan con lo establecido en el presente decreto podrán ser almacenados hasta por un período máximo de seis (6) meses en condiciones que garanticen el control de las emisiones de gases, manejo de lixiviados y el control a la proliferación de vectores. El sitio de almacenamiento deberá contar con un sistema de gestión de aguas residuales.</p> <p>Parágrafo. El almacenamiento no será un requisito para la caracterización de los biosólidos.</p>	<p>Artículo 7: Almacenamiento y transporte. (Hoy artículo 2.3.1.4.6 del Decreto 1077 de 2015). Los biosólidos que cumplan con lo establecido en el presente decreto podrán ser almacenados hasta por un período máximo de seis (6) meses <u>un (1) año</u> en condiciones que garanticen el control de las emisiones de gases, manejo de lixiviados y el control a la proliferación de vectores. El sitio de almacenamiento deberá contar con un sistema de gestión-colección y recirculación de lixiviados, hacia el sistema de tratamiento de aguas residuales.</p> <p><u>La regulación aplicable al transporte de biosólidos será la misma vigente para el transporte de carga general y de carga de graneles sólidos, en los términos establecidos por el Código Nacional de Tránsito Terrestre (Ley 769 de 2002), el Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales (Ley 1242 de 2008) y el Reglamento Único del Sector Transporte (Decreto 1079 de 2015).</u></p> <p>Parágrafo. El almacenamiento no será un requisito para la caracterización de los biosólidos.</p>
<p>Artículo 12. Disposición final de biosólidos. Los biosólidos que no sean objeto de uso deberán ser dispuestos cumpliendo con la normatividad vigente.</p> <p>Parágrafo. En caso de disposición final en rellenos sanitarios los operadores recibirán los biosólidos. Estos deberán cumplir con las condiciones para su manipulación y su disposición final.</p>	<p>Artículo 12. Disposición final de biosólidos. (Hoy artículo 2.3.1.4.11 del Decreto 1077 de 2015). Los biosólidos que no sean objeto de uso deberán ser dispuestos cumpliendo con la normatividad vigente <u>sobre disposición final de residuos orgánicos.</u></p> <p>Parágrafo. En caso de disposición final en rellenos sanitarios los operadores recibirán los biosólidos. Estos deberán cumplir con las condiciones para su manipulación y su disposición final.</p>
<p>Artículo 13. Obligaciones de los productores. Los productores de biosólidos deberán cumplir, entre otras, las siguientes obligaciones: (..)</p> <p>d. Reportar al Sistema Único de Información - SUI - la información sobre cantidades generadas y caracterizaciones de los mismos de acuerdo con lo que determine la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios</p>	<p>Artículo 13. Obligaciones de los productores. (Hoy artículo 2.3.1.4.12 del Decreto 1077 de 2015). Los productores de biosólidos deberán cumplir, entre otras, las siguientes obligaciones: (..)</p> <p>d. Reportar al Sistema Único de Información - SUI - la información sobre cantidades <u>de biosólidos</u> generadas y caracterizaciones de los mismos de acuerdo con <u>el formulario que determine la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, el cual deberá ser adoptado dentro de los doce (12) meses posteriores a la expedición del presente decreto. La información a reportar deberá detallar las categorías de biosólidos producidos y sus características, de acuerdo con los criterios establecidos en el artículo 5 del presente decreto.</u></p>

Artículo 15. Registro de productor de biosólidos para usos ambientales. El registro del productor de biosólidos para los usos ambientales de que tratan los literales b, c, e, i de la categoría B del artículo 8 del presente decreto, deberá realizarse ante la autoridad ambiental competente.

Parágrafo El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá el contenido del registro de información de biosólidos de uso ambiental del que trata el presente artículo. Mientras se expide el registro, el productor deberá informar semestralmente a la autoridad ambiental competente sobre la categoría y cantidad de los biosólidos que está produciendo y lo relacionado con su distribución.”

Artículo 15. Registro de productor de biosólidos para usos ambientales. (Hoy artículo 2.3.1.4.14 del Decreto 1077 de 2015). El registro del productor de biosólidos para los usos ambientales de que tratan los literales b, c, e, i de la categoría B del artículo 8 del presente decreto, deberá realizarse ante la autoridad ambiental competente.

Parágrafo Dentro de los doce (12) meses posteriores a la expedición del presente decreto, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible establecerá el contenido del registro de información de biosólidos de uso ambiental del que trata el presente artículo, así como los mecanismos para contar con información agregada y actualizada a nivel nacional sobre dichos registros. Mientras se expide el registro, el productor deberá informar semestralmente a la autoridad ambiental competente sobre la categoría y cantidad de los biosólidos que está produciendo y lo relacionado con su distribución.”

Artículo 17. Métodos de laboratorio y frecuencias de análisis. (...)

Parágrafo 1°. Para usos diferentes al agrícola, el productor deberá realizar la caracterización por lotes. Si la caracterización por lotes resulta con una frecuencia menor a la establecida en la Tabla 5, se aplicará lo dispuesto en dicha tabla.

Tabla 5. Producción de biosólidos y frecuencia de análisis

Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis
<300,0	Anual
300,0–1.500,0	Semestral
>1.500,0–15.000,0	Trimestral
>15.000,0	Mensual

Artículo 17. Métodos de laboratorio y frecuencias de análisis. (Hoy artículo 2.3.1.4.16 del Decreto 1077 de 2015). (...)

Parágrafo 1°. Las frecuencias mínimas de muestreo estarán establecidas en la Tabla 5.

Tabla 5. Producción de biosólidos y frecuencia de análisis

Producción de biosólidos toneladas/año de biosólido (base seca)	Frecuencia mínima de análisis
<300,0	Anual
300,0–1.500,0	Semestral
>1.500,0–15.000,0	Trimestral
>15.000,0	Mensual

Después de cumplido el segundo año, la frecuencia del monitoreo podrá ser anual si en los dos últimos monitoreos se cumple con los límites permisibles señalados en el presente decreto. Lo anterior no aplica cuando se incremente la capacidad de tratamiento de aguas residuales de la planta.

Artículo 20. Fomento al uso de biosólidos. Los municipios, distritos, áreas metropolitanas, departamentos y las entidades públicas del orden nacional que adelanten acciones de recuperación, mejoramiento o restauración de suelos degradados, escombreras, cierre y clausura de rellenos sanitarios podrán promover el uso de los biosólidos, de acuerdo con las alternativas de uso establecidas en el presente decreto.

Artículo 20. Fomento al uso de biosólidos. (Hoy artículo 2.3.1.4.19 del Decreto 1077 de 2015). Los municipios, distritos, áreas metropolitanas, departamentos, autoridades ambientales y las entidades públicas del orden regional y nacional que adelanten acciones de recuperación, mejoramiento, remediación o restauración de suelos degradados, estabilización de taludes, escombreras, cierre y clausura de rellenos sanitarios deberán priorizar el uso de los biosólidos sobre otro tipo de material que

genere una mayor demanda de recursos naturales, de acuerdo con las alternativas de uso establecidas en el presente decreto. De manera concomitante, las entidades mencionadas privilegiarán la entrega de biosólidos a los agricultores que hagan parte de esquemas de pagos por servicios ambientales financiados con sus recursos, bajo el propósito de promover la sustitución gradual de insumos químicos para el mejoramiento de suelos en zonas de influencia de ecosistemas estratégicos objeto de conservación.

Parágrafo. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible incorporará los biosólidos como parte de los bienes sostenibles dentro de la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible.

ANEXO 3 (NUEVO). PROCESOS PARA REDUCIR SIGNIFICATIVAMENTE LOS PATÓGENOS (PRSP)

- 1. Digestión Aeróbica:** Los lodos son agitados con aire u oxígeno, con el objetivo de mantener las condiciones aeróbicas durante un tiempo medio de residencia celular y una temperatura específica. Dichos valores corresponden a un tiempo medio de residencia entre 40 y 60 días, para temperaturas entre los 20 y 15 grados centígrados, respectivamente.
- 2. Secado al Aire:** Los lodos son secados en lechos de arena o en celdas pavimentadas o sin pavimentar, durante un mínimo de tres meses.
- 3. Digestión Anaerobia:** Los lodos son tratados en ausencia de aire u oxígeno durante un tiempo de residencia celular medio específico a una temperatura específica. Dichos valores corresponden a un tiempo medio de residencia mínima entre los 15 días, para temperaturas entre 35 y 55 grados centígrados, y 60 días a una temperatura de 20 grados centígrados.
- 4. Compostaje:** Implementando métodos de compostaje dentro de un recipiente, pila estática aireada o hileras, la temperatura del lodo se eleva a 40 grados centígrados o más, la cual se mantiene durante cinco días. Al menos cuatro horas de estos cinco días, la temperatura en la pila de compost debe superar los 55 grados centígrados.
- 5. Estabilización con Cal:** Se agrega suficiente cal al lodo para elevar su pH a 12 después de dos horas de exposición.
- 6. Secado térmico:** Los lodos son sometidos al contacto con aire a altas temperaturas, que permite la alta remoción de agua y la reducción significativa de patógenos, incluidos los termotolerantes.

Referencias

- [1] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales (PMAR) 2020-2050,» Bogotá, 2022.
- [2] Departamento Nacional de Planeación - DNP., «Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, Colombia Potencia Mundial de la Vida,» 2023.
- [3] Departamento Nacional de Planeación - DNP., «Informe ODS 2022,» Bogotá, 2022.
- [4] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM., «Estudio Nacional del Agua 2022,» Bogotá, 2023.
- [5] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios - Superservicios, «Informe Sectorial de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado, Vigencia 2021,» Bogotá, 2023.
- [6] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Resolución 0631 del 2015 "Por la cual se establecen los parámetros y los valores máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de agua superficiales y a los sistemas de alcantarillado",» Colombia, 2015.
- [7] Congreso de la República de Colombia, « Ley 142 de 1994 "Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos en Colombia y se dictan otras disposiciones",» Bogotá, 1994.
- [8] Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia - CORANTIOQUIA, «Resolución No. 040-1305-18185, "Por la cual se modifica una licencia ambiental",» Medellín, 2013.
- [9] Collivignarelli, M.C., «Legislation for the Reuse of Biosolids on Agricultural Land in Europe: Overview,» MDPI, Sustainability. <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/21/6015>, 2019.
- [10] Consejo de las Comunidades Europeas, «Directiva 86/278/CEE del 12 de junio de 1986 relativa a la protección del medio ambiente y, en particular, de los suelos en la utilización de los lodos de depuradora en agricultura,» Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:31986L0278>, Luxemburgo, 1986.
- [11] United States Environmental Protection Agency - EPA, «Basic Information about Biosolids,» [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/biosolids/basic-information-about-biosolids>. [Último acceso: 19 10 2023].
- [12] United States Environmental Protection Agency - EPA, «Code of Federal Regulations, Title 40/Chapter I/ Subchapter O/Part 503 "Standards for the use or disposal of sewage sludge",» 2023. [En línea]. Available: <https://www.ecfr.gov/current/title-40/chapter-I/subchapter-O/part-503>. [Último acceso: 19 10 2023].
- [13] Rodríguez, D.J.; Serrano, H.A., «De residuo a recurso. Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe.,» 2020.
- [14] Mena, M.P., «Legislación sobre biosólidos en América Latina: un análisis comparativo. II Seminario Acueducto y Alcantarillado,» Medellín, 2022.
- [15] Ministerio de Desarrollo Económico de Colombia, «Decreto 2259 de 1993 "Por el cual se organiza el Sistema Nacional de Normalización, Certificación y Metrología",» Bogotá, 1993.
- [16] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, «Norma Técnica Colombia NTC 5167, "PRODUCTOS PARA LA INDUSTRIA AGRÍCOLA. PRODUCTOS ORGÁNICOS USADOS COMO ABONOS O FERTILIZANTES Y ENMIENDAS O ACONDICIONADORES DE SUELO" Segunda Actualización (2011): Tercera Actualización (2023),» Bogotá, 2022.
- [17] Congreso de la República de Colombia, «Ley 2041 de 2020 "Por medio de la cual se garantiza el derecho de las personas a desarrollarse física e intelectualmente en un ambiente libre de plomo, fijando límites para su contenido en productos comercializados en el país",» Bogotá, 2020.
- [18] Instituto Colombiano Agropecuario - ICA, «Resolución 0150 de 2003, "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico de Fertilizantes y Acondicionadores de Suelos para Colombia",» Bogotá, 2003.
- [19] United States Environmental Protection Agency, «Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge. 4.3 Monitoring of Fecal Coliform or Salmonella sp. to Detect Growth of Bacterial Pathogens. 2.3 General Information on Pathogens,» 2003. [En línea]. Available: Disponible en: <https://www.epa.gov/sites/default/files>. [Último acceso: 20 10 2023].
- [20] Secretaría del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales de México, «NOM-004-SEMARNAT-2002, NORMA OFICIAL MEXICANA, PROTECCIÓN AMBIENTAL. LODOS Y BIOSÓLIDOS. ESPECIFICACIONES Y LÍMITES MÁXIMOS, ANEXO V MÉTODO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE

- HUEVOS DE HELMINTOS EN LODOS Y BIOSÓLIDOS,» 2003. [En línea]. Available: <http://legismex.mty.itesm.mx/normas/ecol/semarnat004.pdf>. [Último acceso: 20 10 2023].
- [21] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC, «Norma Técnica Colombiana NTC 6120 "Calidad de Agua - Detección y Recuento de Bacteriófagos, Parte 2: Recuento de Colifagos Somáticos",» Bogotá, 2015.
- [22] TECNOAQUA, «Colifagos, el nuevo indicador vírico en las regulaciones y normativas del agua potable,» 5 11 2021. [En línea]. Available: <https://www.tecnoaqua.es/articulos/20211105/procesos-sistemas-bluephage-colifagos-indicador-virico-agua-potable#.YqEDDKjMLrc>. [Último acceso: 20 10 2023].
- [23] United States Environmental Protection - EPA, «Control of Pathogens and Vector Attraction in Sewage Sludge», en la Sección 3.2 Pathogen Reduction Requirements Sewage Sludge,» 2003. [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-07/documents/epa-625-r-92-013.pdf>. [Último acceso: 20 10 2023].
- [24] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, «Decreto 3930 de 2010 "Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del Decreto-ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos",» Bogotá, 2010.
- [25] Empresas Públicas de Medellín, «Modelo de correlación de metales entre el agua residual y el biosólido generado en la PTAR San Fernando de EPM, Decreto 1287 de 2014,» Medellín, 2023.
- [26] Ministerio de Transporte, «Decreto 1076 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte",» Bogotá, 2015.
- [27] Congreso de la República de Colombia, «Ley 99 de 1993 "Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA(..)",» Bogotá, 1993.
- [28] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, «Decreto 1077 de 2015 "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio",» Bogotá, 2015.
- [29] United States Environmental Protection Agency - EPA, «A Plain English Guide to the EPA Part 503 Biosolids Rule,» 1994.
- [30] United States Environmental Protection Agency - EPA, «Biosolids Management Handbook,» [En línea]. Available: <https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/handbook1.pdf>. [Último acceso: 19 10 2023].

ANEXO 1: Concepto IDEAM

20216010019811

Al contestar por favor cite estos datos

Radicado No.: 20216010019811

Fecha: 08-08-2021

Bogotá D.C.,

Doctor

CARLOS JAIR RAMIREZ RODRIGUEZ

Coordinador Grupo Sostenibilidad de los Sectores

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE

Dirección de Asuntos Ambientales Sectorial y Urbana

Email: sruiz@minambiente.gov.co

Referencia: RESPUESTA A RADICADO Nº 20219050095312 – “CONSULTAS SOBRE ACREDITACIÓN EN LA MATRIZ BIOSÓLIDOS”

Respetado Doctor Ramirez,

En atención a su solicitud referente a la matriz biosólido para las variables microbiológicas, nos permitimos contestar cada una de sus inquietudes:

“Revisando el listado publicado por el IDEAM, en la actualidad no se cuenta con laboratorios acreditados que analicen los parámetros Coliformes Fecales y Salmonella sp.; y generen el resultado en Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g), como lo requiere el Decreto 1287 de 2014; en general los laboratorios reportan dichos parámetros en la unidad Número Más Probable por gramo (NMP/g), lo anterior ha generado complicaciones a los generadores de biosólidos en las actividades de utilización del material y a las autoridades ambientales en el seguimiento que realizan. En este contexto,

1. *¿qué nos pueden recomendar, en cuanto a los parámetros que se buscan monitorear, y las unidades en que se debería reportar, para realizar el respectivo seguimiento? Teniendo en cuenta que los laboratorios certificados expresan los coliformes fecales y Salmonella sp. en la unidad de medida Número Más Probable por gramo (NMP/g)”*

Respuesta: Para las variables Coliformes Termotolerantes y Salmonella sp se concluye lo siguiente:

- Cambiar el nombre de la variable Coliformes fecales a Coliformes Termotolerantes.
- Para Coliformes Termotolerantes, independientemente que a la fecha no hay ningún laboratorio acreditado para las unidades de reporte (UFC/g) son aceptables las dos unidades



Bogotá, D.C. Colombia - Sur América
Sede correspondencia
Calle 28 0 No. 39 0 - 70 Bogotá D.C. Código postal: 110011
PBX (571) 2531140 Fax Sever: 2095429 - 1531180 (OpC)
Línea Nacional 01 8000118112 - Psicológico-Ambial (011) 3321180
Sede Puente Aéreo: Calle 12 No 41 B - 44 Bogotá D.C. PBX 2091070
- www.ideam.gov.co



de reporte (NMP/g) y (UFC/g). Lo cual quedará sujeto a la evaluación de la autoridad ambiental competente.

- Para *Salmonella sp* actualmente no tenemos ningún laboratorio acreditado por estas unidades (UFC/25g), teniendo en cuenta que la mayoría de métodos disponibles se expresan en NMP/g y NMP/4g, por lo cual sería conveniente modificar las unidades establecidas en el decreto 1287 de 2014 a NMP/g / NMP/4g.

2. *“¿cuáles son las ventajas y confiabilidad de esta técnica frente a las Unidades Formadoras de Colonias por gramo (UFC/g)?”*

Respuesta: Para Coliformes Termotolerantes la técnica de NMP es mas sensible, tiene un rango de trabajo mas amplio y no requiere confirmación del crecimiento a diferencia de otras técnicas como filtración por membrana, en donde se puede colmatar el filtro y el recuento es limitado por un rango de lectura entre 20 UFC/g – 60 UFC/g.

3. *“En el Decreto 1287 de 2014, también establece como parámetro a monitorear el denominado Virus Entéricos, reportados en Unidades Formadoras de Placas-UFPA/g; del cual tampoco se reportan laboratorios acreditados en el país que realicen el análisis para ninguna matriz; en este sentido, ¿qué nos pueden recomendar, en cuanto al parámetro que se busca monitorear, el método de ensayo y las unidades en que se debería reportar, para realizar el respectivo seguimiento?”*

Respuesta: Los virus entéricos son organismos de importancia en el control de biosólidos por lo cual consideramos que es importante se mantenga esta variable en el decreto. Uno de los métodos de análisis que hemos identificado para esta variable es la EPA 625/R-92/013 con unidades de reporte UFP/ 4g; Sin embargo una alternativa para el reporte es la técnica de PCR-RT cuantitativa.

Esperamos esta información sea de utilidad y quedamos atentos a cualquier aclaración adicional.

Cordialmente,

 **HERNANDEZ
GARAY
CONSTANTINO**
Firmado digitalmente
por HERNÁNDEZ GARAY
CONSTANTINO
Fecha: 2021.09.07
18:14:14 -05'00'

CONSTANTINO HERNÁNDEZ GARAY
Subdirector de Estudios Ambientales (E)

Proyecto: Edna Rocío Sandoval Sosa / Evaluador Líder

Revisó: Leonardo Alfredo Pineda Pardo – Coordinador Grupo de Acreditación

ANEXO 3: Listado de Laboratorios Acreditados por el IDEAM¹⁸



IOS ACREDITADOS FECHA DE CORTE 31 DE JULIO DE 2023

Este listado permite obtener información sobre los laboratorios, sus datos y alcances. Las ediciones que estén en firme antes de la fecha de corte. Se le recuerda a los usuarios que un OEC esté acreditado es mediante una resolución. En caso de que un OEC no esté acreditado con posterioridad a la fecha de corte o en caso de indicar estar bajo una prórroga aconseja solicitar el acto administrativo o el oficio que sustente la prórroga al OEC o

Código de Acreditación	Estado	Actividad	Grupo	Variable	Técnica	Método	Nombre del Laboratorio	Ciudad	Departamento		
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Arsénico	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Cadmio	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Cobre	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Cromo	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Mercurio	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Molibdeno	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Níquel	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Plomo	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Selenio	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
010	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Zinc	Espectroscopía de Emisión	EPA 3051 A, EPA 6010 D	Laboratorio Control de Calidad de Aguas de Empresas Públicas de Medellín E. S. P.	Itagüí	Antioquia
014	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Totales	Fermentación Tubos Múltiples	EPA 1681	PSL PROANALISIS S. A. BIC	Floridablanca	Santander
022	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Huevos de Helminto	Observación Microscópica	NOM-004-SEMARNAT Anexo V	AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
022	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	<i>Salmonella sp</i>	Número Más Probable	EPA 1682	AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
022	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	<i>Escherichia coli</i>	Sustrato Enzimático Multicelda	SM 9223 B Modificado	AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
022	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Totales	Sustrato Enzimático Multicelda	SM 9223 B Modificado	AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
022	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	Sustrato Enzimático Multicelda	SM 9223 B Modificado	AGQ PRODYCON COLOMBIA S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
027	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	Sustrato Enzimático Multicelda	MPF C0304185-02	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E. S. P.	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
027	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	Sustrato Enzimático Multicelda	SM 9223 B Modificado	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E. S. P.	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
027	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Totales	Sustrato Enzimático Multicelda	SM 9223 B Modificado	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E. S. P.	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
027	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	<i>Escherichia coli</i>	Sustrato Enzimático Multicelda	SM 9223 B Modificado	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E. S. P.	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
027	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Huevos de Helminto	Observación Microscópica	NOM-004-SEMARNAT Anexo V	EMPRESA DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ - E. S. P.	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
123	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	<i>Salmonella sp</i>	Número Más Probable	EPA 1682	HIDROLAB COLOMBIA LIMITADA	Cota	Cundinamarca
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Coliformes Termotolerantes (Fecales)	Fermentación Tubos Múltiples	EPA 625 R 92-013 Apéndice F	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Huevos de Helminto	Observación Microscópica	NOM-004-SEMARNAT Anexo V	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	<i>Salmonella sp</i>	Número Más Probable	EPA 1682	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Arsénico	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7010	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Selenio	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7010	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Cadmio	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Cobre	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Níquel	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Plomo	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Zinc	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Cromo	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Molibdeno	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 3051 A, EPA 7000 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Metales Totales	Mercurio	Espectroscopía de Absorción Atómica	EPA 7471 B	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
136	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Determinación In Situ	Muestreo	---	NTC ISO 5667-13	BIOPOLIMEROS INDUSTRIALES S.A.S	Bogotá D. C.	Bogotá D. C.
156	Vigente	Biosólido	Biosólido	Análisis	Microbiología	Huevos de Helminto	Observación Microscópica	NOM-004-SEMARNAT Anexo V	ZONAS COSTERAS S. A. S	Barranquilla	Atlántico

¹⁸ <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/acreditacion>

ANEXO 4: Caracterizaciones de metales en el afluente, efluente y biosólidos de empresas afiliadas a ANDESCO

DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
EAAB	promedio año 2021-2022	Entrada PTAR	09-LAB-027 EAAB	Bogotá	7000	0,01	0,017	0,03	0,01	0,001	NR	0,01	0,01	0,01	0,21
PIEDRECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	26/3/2019	Entrada PTAR	SIAMA	Piedecuesta	198,96	NR	<0,005	0,01	<0,05	<0,0005	NR	<0,05	<0,05	NR	0,28
Aguas Nacionales EPM	6/6/2022	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	ND	NR	ND	NR	ND	ND	NR	0,241
Aguas Nacionales EPM	6/12/2022	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,091	ND	NR	0,289
Aguas Nacionales EPM	13/12/2022	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	ND	NR	ND	NR	ND	ND	NR	0,196
Aguas Nacionales EPM	1/6/2021	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	0,068	NR	ND	NR	0,022	ND	NR	0,25
Aguas Nacionales EPM	16/6/2021	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	ND	ND	NR	0,357
Aguas Nacionales EPM	20/12/2021	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	0,027	ND	NR	0,297
Aguas Nacionales EPM	6/12/2021	Entrada PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	ND	NR	ND	NR	0,023	ND	NR	0,246
EPM	12/12/2022	Entrada PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	<0,0097	<0,002	0,044	<0,09	0,012	<0,0160	<0,0170	0,029	<0,0092	1,68
EPM	28/6/2022	Entrada PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	<0,0097	<0,002	0,06	0,059	0,0019	<0,0160	0,068	0,016	<0,0092	0,265

DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
EPM	10/6/2021	Entrada PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	0,01	<0,002	0,031	0,028	<0,0017	<0,0160	0,024	<0,0089	<0,0092	0,378
EPM	6/12/2021	Entrada PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	0,01	<0,002	0,061	<0,0230	<0,0017	<0,0160	0,044	0,016	0,032	0,216
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	1er semestre 2021	Entrada PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5430,0000	NR	<0,012	<0,040	<0,081	0,0005	NR	<0,090	<0,170	NR	0,1987
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	2do semestre 2021	Entrada PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5430,0000	NR	<0,012	<0,040	<0,081	0,0004	NR	<0,090	<0,170	NR	0,1349
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	1er semestre 2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5990,0000	NR	<0,000053	0,0209	0,0212	0,0005	NR	0,0599	0,0268	NR	0,2582
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	2do semestre 2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5990,0000	NR	0,0002	0,0222	0,0236	0,0009	NR	0,0341	0,0049	NR	0,2662
CENTROAGUAS SA ESP	13/10/2020	Entrada PTAR	Univalle	Tuluá	369,7	NR	< 0,00025	< 0,1	0,09	0,001	NR	0,00581	< 0,1	NR	0,157
CENTROAGUAS SA ESP	27/10/2021	Entrada PTAR	DBO Ingeniería	Tuluá	452,7	NR	< 0,008	< 0,100	< 0,06	0,003	NR	< 0,100	< 0,10	NR	0,291
Empresas Publicas de Armenia ESP	17/5/2022	Entrada PTAR	LAIMAQ	Armenia	137,2	NR	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,004	NR	0,019	< 0,1	NR	0,533
Empresas Publicas de Armenia ESP	27/7/2022	Entrada PTAR	LAIMAQ	Armenia	62,74	NR	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,004	NR	0,015	< 0,1	NR	0,137
EMSERCHÍA E.S.P.	25/2/2021	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	149,6	<0,001	0,002	0,012	<0,005	<0,001	NR	0,011	0,018	NR	0,15
EMSERCHÍA E.S.P.	11/3/2021	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	122,2	<0,001	0,004	0,031	<0,005	<0,001	NR	0,017	0,03	NR	0,153

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
EMSERCHÍA E.S.P.	8/4/2021	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	156,5	<0,001	<0,001	0,007	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,024	NR	0,087
EMSERCHÍA E.S.P.	6/5/2021	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	155,9	<0,001	<0,001	0,017	<0,005	<0,001	NR	0,012	0,022	NR	0,091
EMSERCHÍA E.S.P.	2/6/2021	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	154,6	<0,001	<0,001	<0,15	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,018	NR	0,146
EMSERCHÍA E.S.P.	2/7/2022	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	139,256	<0,001	<0,001	0,014	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,024	NR	0,121
EMSERCHÍA E.S.P.	2/8/2022	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	137,098	<0,001	0,012	0,019	0,017	<0,001	NR	0,02	0,103	NR	0,116
EMSERCHÍA E.S.P.	2/9/2022	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	155,49	<0,001	<0,001	0,022	<0,005	<0,001	NR	0,009	<0,010	NR	0,241
EMSERCHÍA E.S.P.	4/10/2022	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	139,6	<0,001	0,001	0,013	<0,005	<0,001	NR	0,005	<0,010	NR	0,111
EMSERCHÍA E.S.P.	2/11/2022	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	147,95	<0,001	0,001	0,012	0,024	<0,001	NR	0,014	0,016	NR	0,135
EMSERCHÍA E.S.P.	2/12/2022	Entrada PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	151,606	<0,001	0,002	<0,005	<0,005	<0,001	NR	0,006	0,017	NR	0,095
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	6/1/2021	Entrada PTAR	BIOPOLAB	Madrid	45	NR	<0,0009	<0,025	<0,045	0,00086	NR	0,018	<0,00680	NR	0,26
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	6/1/2021	Entrada PTAR	BIOPOLAB	Madrid	13	NR	<0,0009	<0,025	<0,045	<0,0005	NR	<0,0051	<0,00680	NR	0,299
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	9/7/2021	Entrada PTAR	BIOPOLAB	Madrid	339	NR	<0,0009	<0,025	0,069	0,001	NR	<0,0051	<0,00680	NR	0,239

DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
ACUAVALLE	3/9/2020	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Ginebra	55,8	NR	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	NR	<0,1	<0,1	NR	0,164
ACUAVALLE	2/9/2020	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Guacari	92,22	NR	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	NR	<0,1	<0,1	NR	0,175
ACUAVALLE	24/9/2020	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Roldanillo	50,34	NR	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	NR	<0,1	<0,1	NR	0,3
ACUAVALLE	22/9/2020	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	La Unión	91,57	NR	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	NR	<0,1	<0,1	NR	0,32
ACUAVALLE	21/9/2020	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Toro	24,51	NR	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	NR	<0,1	<0,1	NR	0,2
ACUAVALLE	1/10/2020	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Sonso	9,58	NR	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	NR	<0,1	<0,1	NR	0,3
ACUAVALLE	19/11/2021	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Ginebra	39,18	NR	<0,001	0,008	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,016	NR	0,097
ACUAVALLE	3/11/2021	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Guacari	84,25	NR	0,002	<0,005	<0,005	<0,001	NR	0,008	0,023	NR	0,155
ACUAVALLE	3/11/2021	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Roldanillo	49,55	NR	0,002	0,013	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,022	NR	0,125

DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
ACUAVALLE	6/12/2021	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	La Unión	52,15	NR	<0,001	0,016	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,022	NR	0,261
ACUAVALLE	2/11/2021	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Toro	29,5	NR	<0,001	0,029	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,021	NR	0,176
ACUAVALLE	18/1/2022	Entrada PTAR	ECOQUÍMICA	Sonso	9,58	NR	<0,005	<0,025	<0,5	<0,003	NR	<0,1	<0,006	NR	<0,2
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	26/1/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2371,6	NR	<0,03	<0,05	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,1	NR	0,16
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	22/2/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	1974,5	NR	<0,03	<0,10	<0,08	<0,0008	NR	<0,50	<0,10	NR	<0,05
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	8/3/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2292,3	NR	<0,03	<0,05	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,1	NR	0,27
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	22/4/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2420,3	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,15
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	23/5/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2527,9	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,1
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	24/6/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas	Cartagena de Indias	2589,2	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,08

DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
			de Cartagena S.A. E.S.P.												
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	22/7/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2630,4	NR	<0,03	<0,10	<0,10	0,0017	NR	<0,05	<0,1	NR	0,48
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	2/8/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2486,7	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,25
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	7/9/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2659,5	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,15
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	12/10/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2678,5	NR	<0,03	<0,05	<0,08	0,0026	NR	<0,05	<0,1	NR	0,05
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	8/11/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2605,3	NR	<0,03	<0,10	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,10	NR	0,15
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	5/12/2022	Entrada PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2567,5	NR	<0,03	<0,10	<0,10	0,0028	NR	<0,05	<0,10	NR	0,1
			Se toma como referencia la Resolución 631/2015 ART 8, aunque no aplica por tratarse del afluente, previo al tratamiento (mg/L)			-	0,1	1	0,5	0,02	-	0,5	0,5	-	3



DATOS DE LA MUESTRA: AFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
					Max (mg/L)	0,01	0,017	0,068	0,09	0,012	0	0,091	0,103	0,032	1,68

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
EAAB	promedio año 2021-2022	Salida PTAR	09-LAB-027 EAAB	Bogotá	7000	0,01	0,01	0,02	0,01	0,0008	NR	0,01	0,01	0,01	0,09
IBAL S.A. ESP	11/2/2019	Salida PTAR	JH INGENIEROS LTDA/ HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Ibagué	104,1	NR	<0,002	<0,10	<0,02	<0,001	NR	<0,020	<0,010	NR	0,054
IBAL S.A. ESP	27/9/2019	Salida PTAR	JH INGENIEROS LTDA/ HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Ibagué	70	NR	<0,001	0,05	0,016	<0,001	NR	<0,005	<0,010	NR	<0,02
IBAL S.A. ESP	21/12/2020	Salida PTAR	GEOAMBIENTAL CONSULTORES	Ibagué	87,14	NR	<0,003	<0,100	<0,040	<0,001	NR	<0,010	<0,010	NR	<0,010
IBAL S.A. ESP	16/3/2021	Salida PTAR	GEOAMBIENTAL CONSULTORES	Ibagué	79,98	NR	<0,003	<0,050	<0,050	<0,001	NR	<0,010	<0,010	NR	0,015
IBAL S.A. ESP	14/12/2021	Salida PTAR	GEOAMBIENTAL CONSULTORES	Ibagué	40	NR	<0,010	<0,050	<0,050	0,02	NR	0,5	0,5	NR	3
IBAL S.A. ESP	14/6/2022	Salida PTAR	ANASCOL SAS	Ibagué	81,3	NR	<0,010	<0,02	0,036	<0,001	NR	<0,05	<0,05	NR	<0,05
IBAL S.A. ESP	23/8/2022	Salida PTAR	ANASCOL SAS	Ibagué	87,94	NR	<0,0100	<0,0200	0,0771 ± 0,005	<0,00100	NR	<0,0500	<0,05	NR	<0,0500
IBAL S.A. ESP	14/2/2019	Salida PTAR	JH INGENIEROS LTDA/ HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Ibagué	48,04	NR	<0,002	<0,10	<0,020	<0,001	NR	<0,020	<0,010	NR	<0,050
IBAL S.A. ESP	26/9/2019	Salida PTAR	JH INGENIEROS LTDA/ HIDROLAB COLOMBIA LTDA	Ibagué	46	NR	<0,001	<0,005	<0,005	<0,001	NR	<0,005	<0,010	NR	<0,002
IBAL S.A. ESP	6/12/2021	Salida PTAR	BIOPOLAB S.A.S.	Ibagué	23,3	<0,00737	<0,00090	<0,025	<0,045	<0,0005	<0,05	<0,0051	<0,00680	<0,0141	0,16

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
IBAL S.A. ESP	25/052022	Salida PTAR	BIOPOLAB S.A.S.	Ibagué	23,3	NR	0,004	<0,025	<0,045	<0,0005	NR	<0,0051	<0,00680	NR	<0,0500
IBAL S.A. ESP	18/11/2022	Salida PTAR	BIOPOLAB S.A.S.	Ibagué	28,08	NR	<0,00090	<0,025	<0,045	<0,0005	NR	0,006	<0,00680	NR	0,052
PIEDECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	26/3/2019	Salida PTAR	SIAMA	Piedecuesta	171,42	NR	<0,005	0,01	<0,05	<0,0005	NR	<0,05	<0,05	NR	0,09
Aguas Nacionales EPM	6/6/2022	Salida PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	NR	NR	NR	0,05	NR	NR	NR	NR	NR
Aguas Nacionales EPM	6/12/2022	Salida PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	0,017	NR	ND	NR	0,025	ND	NR	0,042
Aguas Nacionales EPM	16/6/2021	Salida PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	ND	NR	ND	NR	ND	ND	NR	0,04
Aguas Nacionales EPM	6/12/2021	Salida PTAR	Labormar	Bello	NR	NR	ND	ND	NR	ND	NR	ND	ND	NR	0,094
EPM	12/12/2022	Salida PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	<0,0097	<0,002	<0,0250	<0,0230	0,004	<0,0160	<0,0170	0,013	<0,0092	0,21
EPM	28/6/2022	Salida PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	<0,0097	<0,002	<0,0250	<0,0230	<0,0017	<0,0160	0,029	<0,0089	<0,0092	<0,0430
EPM	10/6/2021	Salida PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	<0,0097	<0,002	<0,0250	<0,0230	<0,0017	<0,0160	<0,0170	<0,0089	<0,0092	0,063
EPM	6/12/2021	Salida PTAR	Laboratorio Control Calidad Aguas EPM	Itagüí	NR	<0,0097	<0,002	<0,0250	<0,0230	<0,0017	<0,0160	0,046	<0,0089	<0,0092	0,05
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	1er semestre 2021	Salida PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5430	NR	<0,012	<0,040	<0,081	0,0005	NR	<0,090	<0,170	NR	0,1490
EMPRESAS MUNICIPALES DE	2do semestre 2021	Salida PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales	Cali	5430	NR	<0,012	<0,040	<0,081	0,0003	NR	<0,090	<0,170	NR	0,0913

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
CALI - EMCALI EICE ESP			EMCALI EICE ESP												
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	1er semestre 2022	Salida PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5990	NR	<0,000053	0,013	0,007	0,000	NR	0,034	0,028	NR	0,174
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	2do semestre 2022	Salida PTAR	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5990	NR	0,000	0,013	0,009	0,001	NR	0,022	0,004	NR	0,132
CENTROAGUAS SA ESP	13/10/2020	Salida PTAR	Univalle	Tuluá	336,33	NR	< 0,00025	< 0,10	0,09	0,001	NR	0,004	< 0,1	NR	0,096
CENTROAGUAS SA ESP	27/10/2021	Salida PTAR	DBO Ingeniería	Tuluá	385,91	NR	< 0,008	< 0,100	0,05	0,001	NR	0,1	< 0,10	NR	0,288
Empresas Publicas de Armenia ESP	17/5/2022	salida PTAR	LAIMAQ	Armenia	66,05	NR	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,004	NR	0,084	< 0,1	NR	0,164
Empresas Publicas de Armenia ESP	27/7/2022	salida PTAR	LAIMAQ	Armenia	56,39	NR	< 0,05	< 0,05	< 0,1	< 0,004	NR	0,031	< 0,1	NR	0,169
TRIPLE A	27/5/2021	Salida PTAR	LABORMAR	Barranquilla	786	NA	0,05	0,02	0,1	0,001	NA	0,1	0,001	NA	0,1
TRIPLE A	28/5/2021	Salida PTAR	LABORMAR	Barranquilla	958	NA	0,05	0,03	0,1	0,001	NA	0,1	0,002	NA	0,1
TRIPLE A	29/5/2021	Salida PTAR	LABORMAR	Barranquilla	762	NA	0,05	0,04	0,1	0,001	NA	0,1	0,003	NA	0,1
TRIPLE A	27/8/2021	Salida PTAR	LABORMAR	Barranquilla	770	NA	0,05	0,1	0,1	0,001	NA	0,1	0,1	NA	0,1
TRIPLE A	28/8/2021	Salida PTAR	LABORMAR	Barranquilla	770	NA	0,05	0,1	0,1	0,001	NA	0,1	0,1	NA	0,1
TRIPLE A	29/8/2021	Salida PTAR	LABORMAR	Barranquilla	770	NA	0,05	0,1	0,1	0,001	NA	0,1	0,1	NA	0,1
TRIPLE A	26/5/2022	Salida PTAR	ZONAS COSTERAS	Barranquilla	1096,67	NA	0,001	0,006	0,005	0,001	NA	0,005	0,03	NA	0,03

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
TRIPLE A	27/5/2022	Salida PTAR	ZONAS COSTERAS	Barranquilla	936,17	NA	0,001	0,005	0,005	0,001	NA	0,005	0,028	NA	0,018
TRIPLE A	28/5/2022	Salida PTAR	ZONAS COSTERAS	Barranquilla	1009,83	NA	0,001	0,005	0,005	0,001	NA	0,005	0,029	NA	0,02
TRIPLE A	28/9/2022	Salida PTAR	ZONAS COSTERAS	Barranquilla	1216	NA	0,001	0,005	0,005	0,001	NA	0,005	0,014	NA	0,035
TRIPLE A	29/9/2022	Salida PTAR	ZONAS COSTERAS	Barranquilla	1215	NA	0,001	0,005	0,005	0,001	NA	0,005	0,01	NA	0,04
TRIPLE A	30/9/2022	Salida PTAR	ZONAS COSTERAS	Barranquilla	1215	NA	0,001	0,005	0,005	0,001	NA	0,005	0,016	NA	0,043
EMSERCHÍA E.S.P.	25/2/2021	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	78	<0,001	0,002	0,007	<0,005	<0,001	NR	0,011	0,021	NR	0,065
EMSERCHÍA E.S.P.	11/3/2021	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	93,1	<0,001	0,003	0,031	<0,005	<0,001	NR	0,016	0,031	NR	0,074
EMSERCHÍA E.S.P.	8/4/2021	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	85,8	<0,001	<0,001	<0,005	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,03	NR	0,394
EMSERCHÍA E.S.P.	6/5/2021	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	84,1	<0,001	<0,001	0,007	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,017	NR	0,049
EMSERCHÍA E.S.P.	2/6/2021	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	92	<0,001	<0,001	<0,15	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,019	NR	0,052
EMSERCHÍA E.S.P.	2/7/2022	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	80,986	<0,001	<0,001	<0,005	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,022	NR	0,045
EMSERCHÍA E.S.P.	2/8/2022	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	88,316	<0,001	0,011	0,011	0,016	<0,001	NR	0,021	0,103	NR	0,056
EMSERCHÍA E.S.P.	2/9/2022	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	89,99	<0,001	<0,001	0,01	<0,005	<0,001	NR	0,01	<0,010	NR	0,088
EMSERCHÍA E.S.P.	4/10/2022	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	77,321	<0,001	0,001	0,013	<0,00	<0,001	NR	<0,005	<0,010	NR	0,043
EMSERCHÍA E.S.P.	2/11/2022	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	84,32	<0,001	<0,001	0,009	0,021	<0,001	NR	0,009	0,012	NR	0,036
EMSERCHÍA E.S.P.	2/12/2022	Salida PTAR	H2O Es vida S.A.S.	Chía	115,048	<0,001	<0,001	<0,005	<0,005	<0,001	NR	<0,005	0,012	NR	0,031

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	6/1/2021	Salida PTAR	BIOPOLAB	Madrid	45	NR	<0,0009	<0,025	<0,045	0,0012	NR	0,015	<0,00680	NR	0,089
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	6/1/2021	Salida PTAR	BIOPOLAB	Madrid	12,4	NR	<0,0009	<0,025	<0,045	0,00075	NR	<0,0051	<0,00680	NR	0,241
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	9/7/2021	Salida PTAR	BIOPOLAB	Madrid	152	NR	<0,0009	<0,025	0,05	<0,0005	NR	<0,0051	<0,00680	NR	<0,0500
ACUAVALLE	3/9/2020	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Ginebra	36,53	SD	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	SD	<0,1	<0,1	SD	<0,1
ACUAVALLE	2/9/2020	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Guacari	76,06	SD	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	SD	<0,1	<0,1	SD	<0,1
ACUAVALLE	24/9/2020	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Roldanillo	45,25	SD	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	SD	<0,1	<0,1	SD	0,1
ACUAVALLE	22/9/2020	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	La Unión	78,76	SD	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	SD	<0,1	<0,1	SD	<0,1
ACUAVALLE	21/9/2020	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Toro	25,09	SD	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	SD	<0,1	<0,1	SD	<0,1
ACUAVALLE	1/10/2020	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Sonso	9,16	SD	<0,05	<0,1	<0,1	<0,001	SD	<0,1	<0,1	SD	0,1
ACUAVALLE	19/11/2021	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Ginebra	31,57	SD	<0,001	<0,005	<0,005	<0,001	SD	<0,005	0,021	SD	0,029
ACUAVALLE	3/11/2021	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Guacari	74,05	SD	0,002	<0,005	<0,005	<0,001	SD	0,006	0,016	SD	0,051

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR				l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
ACUAVALLE	3/11/2021	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Roldanillo	49,55	SD	0,001	0,009	<0,005	<0,001	SD	<0,005	0,023	SD	0,045
ACUAVALLE	6/12/2021	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	La Unión	44,65	SD	<0,001	0,051	<0,005	<0,001	SD	<0,005	0,02	SD	0,078
ACUAVALLE	2/11/2021	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Toro	59,5	SD	<0,001	0,007	<0,005	<0,001	SD	<0,005	0,021	SD	0,038
ACUAVALLE	18/1/2022	Salida PTAR	ECOQUÍMICA	Sonso	9,16	SD	<0,005	<0,025	<0,5	<0,003	SD	<0,1	<0,006	SD	<0,2
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	26/1/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2371,6	NR	<0,03	<0,05	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,1	NR	0,21
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	22/2/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	1974,5	NR	<0,03	<0,10	<0,08	<0,0008	NR	<0,50	<0,10	NR	<0,05
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	8/3/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2292,3	NR	<0,03	<0,05	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,1	NR	0,21
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	22/4/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2420,3	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,09
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	23/5/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2527,9	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,13
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	24/6/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2589,2	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,12

DATOS DE LA MUESTRA: EFLUENTE PTAR					l/s	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	22/7/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2630,4	NR	<0,03	<0,10	<0,10	0,0014	NR	<0,05	<0,1	NR	0,36
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	2/8/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2486,7	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,21
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	7/9/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2659,5	NR	<0,03	<0,10	<0,10	<0,0010	NR	<0,05	<0,1	NR	0,06
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	12/10/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2678,5	NR	<0,03	<0,05	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,1	NR	0,12
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	8/11/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2605,3	NR	<0,03	<0,10	<0,08	<0,0008	NR	<0,05	<0,10	NR	0,23
AGUAS DE CARTAGENA S.A. E.S.P.	5/12/2022	Salida PTAR	Laboratorio de Calidad de Aguas de Cartagena S.A. E.S.P.	Cartagena de Indias	2567,5	NR	<0,03	<0,10	<0,10	0,0043	NR	<0,05	<0,10	NR	0,12
Se toma como referencia la Resolución 631/2015 ART 8 (mg/L)						-	0,1	1	0,5	0,02	-	0,5	0,5	-	3
Max (mg/L)						0,01	0,05	0,1	0,1	0,05	0	0,5	0,5	0,01	3

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: BIOSÓLIDO				l/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
EAAB	promedio año 2021-2022	Biosólido	09-LAB-027 EAAB	Bogotá	7000	1,27	2,2	235,85	42,62	3,71	4,57	22,86	51,91	6,32	966,84
EAAB	27/12/2022	Biosólido	EAAB-ESP	Bogotá	NR	NC	3,08	281,2	50,26	0,4319	5,12	38,68	57,73	NC	1021,52
IBAL S.A. ESP	19/11/2019	Biosólido	ASINAL S.A.S.	Ibagué	NR	7,77	<3	122	150	0,591	< 100	<20	11	0,35	1240
IBAL S.A. ESP	20/12/2020	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	5,7	4,7	184	46	<1,8	< 40	38	60	<1,8	1579
IBAL S.A. ESP	19/8/2021	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	<1,8	4,6	147	51	<1,8	< 40	36	34	<1,8	1940
IBAL S.A. ESP	3/9/2022	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	6,9	5	204	127	<1,8	< 40	37	87	<1,8	893
IBAL S.A. ESP	19/11/2019	Biosólido	ASINAL S.A.S.	Ibagué	NR	7,48	<3	160	4377*	0,667	< 100	<20	20	0,26	709
IBAL S.A. ESP	20/12/2020	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	9	4,4	373	7684*	<1,8	< 40	49	71	<1,8	1450
IBAL S.A. ESP	19/8/2021	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	< 1,8	7,2	251	5119*	<1,8	< 40	48	43	<1,8	1491
IBAL S.A. ESP	3/9/2022	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	7,2	5,2	388,2	197	<1,8	< 40	47	97	<1,8	969
IBAL S.A. ESP	18/11/2019	Biosólido	ASINAL S.A.S.	Ibagué	NR	6,81	3,69	95	72	0,843	< 100	<20	<10	0,63	1,068
IBAL S.A. ESP	20/12/2020	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	6,5	5	204	21	<1,8	< 40	45	58	<1,8	1703
IBAL S.A. ESP	19/8/2021	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	<1,8	2,8	98	72	<1,8	< 40	21	31	<1,8	1014
IBAL S.A. ESP	3/9/2022	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	7	5,4	175	131	<1,8	< 40	47	70	<1,8	857
IBAL S.A. ESP	16/12/2019	Biosólido	ASINAL S.A.S.	Ibagué	NR	1,52	<3	71	<25	< 0,1	< 100	<0,2	< 0,1	0,39	8,37
IBAL S.A. ESP	20/12/2020	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	<1,8	6,4	47	21	<1,8	< 40	44	53	<1,8	491
IBAL S.A. ESP	19/8/2021	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	<1,8	<0,06	78	22	<1,8	< 40	27	18	<1,8	808

NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	DATOS DE LA MUESTRA: BIOSÓLIDO				l/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg						
	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD												
IBAL S.A. ESP	3/9/2022	Biosólido	HYDROCHEMICAL S.A.S.	Ibagué	NR	<1,8	3,4	115	421	<1,8	< 40	37	62	<1,8	859	
PIEDRECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	26/3/2019	Biosólido	SIAMA	Piedecuesta	NR	<1,8	<2,5	75,38	20	<0,26	<10,743	30	<9,980	6,04	400	
PIEDRECUESTANA DE SERVICIOS PUBLICOS	22/10/2021	Biosólido	SIAMA	Piedecuesta	NR	3,5	<2,71	146	16	0,16	<5,31	<29,14	<28,9	<2,58	588	
Aguas Nacionales EPM	6/6/2022	Biosólido Seco	UPB	Bello	NR	< 10,00	< 3,114	370,992	211,679	1,8674	< 4,097	100,972	50,051	< 10,00	1119,466	
Aguas Nacionales EPM	6/6/2022	Biosólido Húmedo	UPB	Bello	NR	< 10,00	< 3,114	356,066	224,517	0,9861	< 4,097	116,966	50,475	< 4,0	1016,161	
Aguas Nacionales EPM	6/12/2022	Biosólido Seco	UPB	Bello	NR	< 10,00	< 3,114	429,455	237,327	1,2742	< 4,097	108,338	84,045	<4	851,78	
Aguas Nacionales EPM	6/12/2022	Biosólido Húmedo	UPB	Bello	NR	< 10,00	< 3,114	371,873	182,452	1,4274	5,054	109,756	71,059	<4	943,938	
Aguas Nacionales EPM	15/6/2021	Biosólido Seco	UPB	Bello	NR	< 10,00	6,242	365,572	204,78	1,3372	< 4,097	124,064	48,771	< 10,00	821,148	
Aguas Nacionales EPM	15/6/2021	Biosólido Húmedo	UPB	Bello	NR	< 10,00	3,114	594,218	218,484	1,5455	< 4,097	132,83	78,299	10	959,455	
Aguas Nacionales EPM	29/12/2021	Biosólido Seco	UPB	Bello	NR	< 10,00	7,612	328,754	187,813	1,4087	<4,097	101,339	41,837	<10	994,942	
Aguas Nacionales EPM	29/12/2021	Biosólido Húmedo	UPB	Bello	NR	< 10,00	7,429	374,874	196,241	1,4031	<4,097	112,212	47,156	<10	1190,365	
EPM	12/12/2022	Biosólido	UPB	Itagüí	NR	< 10,00	< 3,114	277,9	89,9	0,756	5,566	69,803	70,923	<10	889,72	
EPM	28/6/2022	Biosólido	UPB	Itagüí	NR	< 10,00	< 3,114	111,9	60,117	0,5681	<4,097	38,183	21,25	<10	373,642	
EPM	10/6/2021	Biosólido	UPB	Itagüí	NR	< 10,00	7,17	165,84	130,71	0,7791	< 4,097	74,307	48,269	<10	811,61	
EPM	6/12/2021	Biosólido	UPB	Itagüí	NR	< 10,00	<3,11	118,73	276,53	0,67	4,097	80,398	94,668	<10	801,11	
EMPRESAS MUNICIPALES DE	1er semestre 2021	Biosólido	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5430	NR	13,56	225,04	94,52	0,55408	106,32	121,72	<219	NR	945,44	

DATOS DE LA MUESTRA: BIOSÓLIDO					l/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
CALI - EMCALI EICE ESP															
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	2do semestre 2021	Biosólido	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5430,00	NR	12,58	206,08	105,38	0,94	92,65	126,04	<219	NR	1037,77
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	1er semestre 2022	Biosólido	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5990,00	NR	<11	171,24	100,27	0,73	21,78	122,14	<219	NR	1144,03
EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP	2do semestre 2022	Biosólido	Laboratorio de Aguas Residuales EMCALI EICE ESP	Cali	5990,00	NR	15,10	227,04	91,21	1,72	4,26	125,87	236,18	NR	1184,06
CENTROAGUAS SA ESP	23/2/2021	Biosólido	Dr. Calderón Asistencia Técnica Agrícola Ltda	Tuluá	NR	0,73	0,91	150	78,02	< 5,0	74,53	24,38	12,24	0,36	700
CENTROAGUAS SA ESP	13/9/2021	Biosólido	Dr. Calderón Asistencia Técnica Agrícola Ltda	Tuluá	NR	0,76	0,34	243,56	98,75	< 5,0	72,6	55,13	12,9	0,34	539,03
CENTROAGUAS SA ESP	18/4/2022	Biosólido	Dr. Calderón Asistencia Técnica Agrícola Ltda	Tuluá	NR	0,94	0,26	135,96	78,45	< 5,0	58,91	38,99	14,95	0,4	1159,65
CENTROAGUAS SA ESP	24/10/2022	Biosólido	Dr. Calderón Asistencia Técnica Agrícola Ltda	Tuluá	NR	0,1	0,44	132	15,87	< 5,1	53,51	90,93	8,98	0,09	396
Empresas Publicas de Armenia ESP	4/5/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	29,5	< 2,71	157	34,5	< 0,2	8,06	138	30,2	< 2,5894	712
Empresas Publicas de Armenia ESP	5/5/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	28,5	< 2,71	140	91,2	< 0,2	< 5,31	126	30,5	< 2,5894	745,8
Empresas Publicas de Armenia ESP	22/9/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	< 1,47	< 2,71	159	76,8	< 0,2	11,08	110	< 28,9	< 0,02589	1092
Empresas Publicas de Armenia ESP	22/9/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	< 1,47	< 2,71	161	82,5	< 0,2	13,16	98,6	29,6	< 0,02589	1123
Empresas Publicas de Armenia ESP	4/5/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	29,5	< 2,71	157	34,5	< 0,2	8,06	NR	NR	NR	NR
Empresas Publicas de Armenia ESP	5/5/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	28,5	< 2,71	140	91,2	< 0,2	< 5,31	NR	NR	NR	NR

DATOS DE LA MUESTRA: BIOSÓLIDO					l/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
Empresas Publicas de Armenia ESP	22/9/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	< 1,47	< 2,71	159	76,8	< 0,2	11,08	NR	NR	NR	NR
Empresas Publicas de Armenia ESP	22/9/2022	Biosólido	BIOPOLAB	Armenia	120	< 1,47	< 2,71	161	82,5	< 0,2	13,16	NR	NR	NR	NR
TRIPLE A	4/3/2021	Biosólido	TRIPLE A	Puerto Colombia	NA	0,015	0,031	0,361	0,186	0,0012	0,012	0,044	0,091	0,02	1,57
TRIPLE A	4/3/2021	Biosólido	TRIPLE A	Sabanalarga	NA	0,015	0,037	0,117	0,142	0,1	0,02	0,07	0,101	0,02	0,742
TRIPLE A	15/12/2021	Biosólido	TRIPLE A	Sabanalarga	NA	0,015	0,007	0,059	0,073	0,001	0,002	0,047	0,034	0,02	0,494
TRIPLE A	25/1/2023	Biosólido	TRIPLE A	Sabanalarga	NA	0,015	0,002	NA	0,068	0,05	0,02	0,038	0,02	0,02	0,5
TRIPLE A	13/9/2022	Biosólido	TRIPLE A	Barranquilla	NA	0,1	2	0,111	10	NA	0,02	0,1	10	0,1	0,302
TRIPLE A	16/11/2022	Biosólido	TRIPLE A	Barranquilla	NA	0,015	2	0,123	2,7	NA	0,02	0,1	10	0,02	0,33
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	6/16/2021	Lodo*	BIOPOLAB	Madrid	NR	1,5	<1,98	75,7	27,7	<0.2	<5,31	12,2	23,2	<1,0	35,2
EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID EAAAM-ESP	2/22/2022	Lodo*	ASINAL	Madrid	NR	1,66	6	99	<25	0,14	NR	<20	38	<0,2	665
Veolia Aguas de Tunja	23/3/2022	Biosólido	ANASCOL	Tunja	180	<20	<2,5	65,4	<10	<0,15	<10	<10	<10	<0,0500	125,97
			Decreto 1287/2014 Biosólido A		mg/kg	20	8	1000	1000	10	18	80	300	36	2000
			Decreto 1287/2014 Biosólido B		mg/kg	40	40	1750	1500	20	75	420	400	100	2800

DATOS DE LA MUESTRA: BIOSÓLIDO					l/s	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
NOMBRE EMPRESA REPORTANTE	Fecha Muestreo	TIPO DE MUESTREO (Entrada PTAR/ Salida PTAR/ Lodo/ Biosólido)	NOMBRE DEL LABORATORIO	CIUDAD	Caudal	Arsénico (As)	Cadmio (Cd)	Cobre (Cu)	Cromo (Cr)	Mercurio (Hg)	Molibdeno (Mo)	Níquel (Ni)	Plomo (Pb)	Selenio (Se)	Zinc (Zn)
			Max (mg/kg) *incluyendo datos atípicos en Cromo asociados al vertimiento de curtiembres, reportados a la AA			29,5	15,10	594,22	7684*	3,71	106,32	138	236,18	10	1940
			Max (mg/kg) Sin datos atípicos en Cromo			29,5	15,10	594,22	421	3,71	106,32	138	236,18	10	1940