

DOCUMENTO DE TRABAJO RESOLUCIÓN DE CARÁCTER GENERAL

“Por la cual se presenta el proyecto de resolución “Por la cual se adiciona un párrafo al artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015 y se establece el factor de productividad para el período comprendido entre el 1º de abril de 2019 y el 31 de marzo de 2020”, se da cumplimiento a lo previsto por el artículo 2.3.6.3.3.9 del Decreto 1077 de 2015 y se inicia el proceso de discusión directa con los usuarios y agentes del sector”.

Experto Comisionado Líder
Dr. Fernando Vargas Mesías

Equipo de trabajo Técnico:
Lida Ruiz Vásquez
Mercedes Salazar Rizzetto
Andrea Laguna Bohórquez
Steven Vargas Torres

Equipo de trabajo jurídico:

Luisa Fernanda Trujillo
Iveth Rodríguez
Clara Maritza Ibarra
Natalia Guzmán
Carlos Zubieta

Noviembre de 2018

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN3
2.	ANTECEDENTES.....5
3.	MARCO JURÍDICO7
3.1	Facultad Regulatoria.....7
3.2.	De la obligatoriedad del reporte de información al Sistema Único de Información – SUI por parte de los prestadores.8
3.3.	Cálculo del factor de productividad9
4.	METODOLOGÍA 11
5.	DATOS..... 15
6.	RESULTADOS DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD 18
6.1.	Factor de productividad para las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza, limpieza urbana y comercialización (FP)..... 18
6.2.	Factor de productividad para las actividades de disposición final y tratamiento de lixiviados (FPDF)..... 21
7.	BIBLIOGRAFÍA 24
8.	ANEXOS 25

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Ventajas y desventajas para funciones Cobb-Douglas, CES y translogarítmica..... 12
Tabla 2	Tamaños de muestra..... 16
Tabla 3	Fuente de información..... 16
Tabla 4	Parámetros de cálculo y resultados de la muestra 18
Tabla 5	Fuente de datos FP 18
Tabla 6	Parámetros de cálculo y resultados de la muestra 21
Tabla 7	Fuente de datos FPDF 21

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	Resultados frontera estocástica FP ¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 2	Resultados FP ¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 3	Resultados frontera estocástica FPDF ¡Error! Marcador no definido.
Ilustración 4	Resultados FPDF ¡Error! Marcador no definido.

1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo establecido por la Ley 142 de 1994¹, las tarifas deben reflejar siempre, tanto el nivel y la estructura de los costos económicos de prestar los servicios públicos domiciliarios, como la demanda por éstos. Así mismo, debe alcanzarse el principio de suficiencia financiera, según el cual las fórmulas tarifarias garantizarán la recuperación de los costos y gastos propios de operación, incluyendo la expansión, la reposición y el mantenimiento; permitirán remunerar el patrimonio de los accionistas en la misma forma en que lo habría remunerado una empresa eficiente en un sector de riesgo comparable; utilizar las tecnologías y sistemas administrativos que garanticen la mejor calidad, continuidad y seguridad a sus usuarios.

Lo anterior implica que, el regulador tiene la responsabilidad de establecer metodologías tarifarias que permitan fijar fórmulas tarifarias que simulen la existencia de una competencia perfecta en el mercado. En un mercado competitivo, los precios son producto de la libre interacción entre la oferta y la demanda, y nadie puede fijarlos unilateralmente; no obstante, en los servicios públicos domiciliarios, la competencia muchas veces no es posible o es muy limitada, así que es necesario adoptar alguna forma de regulación de precios, tanto para proteger a los consumidores de una potencial explotación por parte de los prestadores con poder de mercado, como para dar a los inversionistas confianza suficiente para invertir en la infraestructura y la prestación del servicio² (Núñez Forero, 2017).

En este sentido, la metodología tarifaria establecida en la Resolución CRA 720 de 2015³ tuvo en cuenta parámetros eficientes con el fin de dar las señales adecuadas para el equilibrio de los criterios orientadores del régimen tarifario (artículo 87 de la Ley 142 de 1994), particularmente entre los criterios de suficiencia financiera y eficiencia económica. Para lo cual, se optó por la aproximación a la regulación de precios a través de la “*regulación por incentivos*”⁴ adoptando la técnica regulatoria de precios techo; lo cual implica que, las personas prestadoras del servicio público de aseo podrán, en cualquier momento, y con observancia de las disposiciones relativas a la competencia, a la información y a los suscriptores, cobrar hasta el límite que constituye su precio máximo calculado con base en lo establecido por la metodología, siempre que éste sea adoptado por la Entidad Tarifaria Local⁵.

La técnica regulatoria de precio techo implica que el regulador define una estructura costo-eficiente en la prestación de los servicios a partir de la consideración de parámetros técnicos y financieros óptimos bajo la filosofía de un prestador que cumpla con todos los estándares operativos y ambientales previstos en la normatividad vigente; es decir, la metodología busca fijar un precio techo eficiente o un precio máximo a cobrar vía tarifa a los usuarios, con el fin de incentivar a las personas prestadoras a que aumenten su tasa de ganancia como resultado de reducir sus costos por debajo del tope establecido apuntando a replicar el comportamiento del mercado en competencia perfecta⁶, pero protegiendo al prestador de la definición de precios que puedan afectar su suficiencia financiera.

¹ Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.

² Kahn, op.cit., Vol. I,21; Baldwin, op.cit., 476.

³ Por la cual se establece el régimen de regulación tarifaria al que deben someterse las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas, la metodología que deben utilizar para el cálculo de las tarifas del servicio público de aseo y se dictan otras disposiciones.

⁴ En la teoría y en la práctica de la regulación, hay dos aproximaciones básicas a la regulación de precios: la regulación por tasa de retorno y la regulación por incentivos. En la *regulación por tasa de retorno*, el regulador establece un límite a la remuneración del capital que se emplea para la infraestructura y la prestación del servicio. Para eso, los precios regulados se fijan en un nivel en el que los prestadores puedan cubrir sus costos, incluyendo los gastos de operación, la depreciación y una tasa de retorno a su inversión. Esa tasa de retorno debe ser suficiente para incentivar al inversionista a mantener o expandir la infraestructura y para motivar a otros inversionistas a participar en la financiación de los servicios. Por su parte, bajo la otra aproximación al control de precios, *regulación por incentivos*, el regulador establece de forma anticipada las tarifas que pueden cobrar los prestadores por períodos largos, de usualmente entre tres y cinco años. (Núñez Forero, 2017).

⁵ Artículo 3, Resolución CRA 720 de 2015.

⁶ De acuerdo con Nicholson (2005), la competencia perfecta es una situación ideal, donde la interacción de la demanda y la oferta determinan el precio y la cantidad transada; para lo cual se deben dar 4 características principales: i) El bien o servicio ofrecido por los productores es el mismo (producto homogéneo) o es un sustituto perfecto de que ofrece otro productor; ii) Los productores pueden entrar y salir del mercado en cualquier momento, dependiendo de si se obtienen ganancias o pérdidas económicas (no existen barreras); iii) Tanto productores como consumidores tienen información completa y gratuita de las condiciones del mercado; y iv) No existe costos de transacción en los bienes y servicios producidos y adquiridos por los consumidores.

De esta forma, **el precio techo** puede considerarse como **el costo en que incurre una nueva empresa eficiente** si decide producir un bien o servicio de los que está produciendo la empresa regulada, o una determinada cesta compuesta por combinaciones de estos bienes y servicios; en otras palabras, es el máximo precio que una empresa puede establecer, ya que cualquier precio superior provocaría la entrada de nuevas empresas atraídas por los beneficios excesivos derivados de precios superiores a los costos reales⁷.

En consideración de lo anterior, la metodología de precio techo, permite que el regulador defina un precio eficiente sobre el cual las personas prestadoras deben maximizar sus beneficios, asumiendo las correspondientes responsabilidades en la gestión de los costos. Así las cosas, si una persona prestadora toma una decisión operativa o económica que le permite superar los parámetros de eficiencia establecidos en la metodología tarifaria, tal ganancia en eficiencia y en costos es apropiada por la persona prestadora. Por el contrario, cuando una persona prestadora no cumple con los parámetros establecidos en el precio techo, debe asumir los efectos y costos de tal ineficiencia, y trasladar a los usuarios, como máximo, el precio techo definido por la metodología tarifaria.

Es por esto que, la regulación vigente para el servicio público de aseo, corresponde a una regulación por incentivos representada en los mencionados precios máximos que permite cierta flexibilidad en las decisiones empresariales, en la medida que, excluyendo las posibilidades reprochables de los precios predatorios⁸, facilita la competencia por precios en mercados sujetos a competencia dentro del mercado, de manera que los competidores se aproximen a los costos marginales para fijar el precio en competencia, que siempre deberá ser inferior al techo determinado como eficiente por el regulador.

De esta manera, dado que las empresas dentro de su autonomía toman decisiones respecto a la forma como prestan el servicio, no es responsabilidad de la CRA asegurar niveles de utilidad distintos a los necesarios para remunerar una empresa eficiente en un sector de riesgo comparable, ya establecidos de manera general en la metodología tarifaria vigente del servicio público de aseo.

Por tanto, si la empresa regulada no minimiza costos, de acuerdo con la tecnología disponible en el mercado al momento de aplicar la metodología vigente, no obtendría los resultados esperados, ya que los precios regulados sólo cubren los costos eficientes.

Teniendo en cuenta que la empresa tiene incentivos para ser más eficiente, de acuerdo con el numeral 87.1 del artículo 87 de la Ley 142 de 1994, los incrementos en la productividad deben ser repartidos con los usuarios. Por lo anterior, se establece un factor de productividad X que convierta dichos beneficios en la reducción de las tarifas de los usuarios.

Cuando la empresa tiene una productividad por encima del factor X, obtiene mayores beneficios a los esperados, en caso contrario, las empresas por debajo de dicho factor asumirían la pérdida de eficiencia. Ante dicho escenario el regulador se enfrenta a calcular dicho factor de acuerdo con las condiciones del mercado, para un periodo de referencia, sujeto a la información que evidencien las firmas.

Así las cosas, en el marco tarifario de la Resolución CRA 720 de 2015 la Comisión definió la aplicación del método de frontera estocástica, dadas las ventajas que presentaba frente a otros métodos, que se abordarán en los capítulos siguientes.

⁷ Lasheras, M. A., "La regulación económica de los servicios públicos". Ariel Economía, Barcelona, 1999, p. 97.

⁸ Se conoce como precio predatorio aquel precio que se encuentra incluso por debajo de los costos, y que una firma implementa con el ánimo de apropiarse de mayor participación en el mercado.

2. ANTECEDENTES

El artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, define que a partir del tercer año de la entrada en vigencia de la metodología tarifaria definida en la referida resolución, la CRA establecerá anualmente el factor de productividad con el cual se actualizarán los costos medios de referencia de las actividades del servicio público de aseo y en el Anexo V, determina la metodología a seguir y los formularios con la información necesaria para su estimación, que deben reportar al SUI las personas prestadoras.

Para efectos de contar con la información requerida se realizaron las siguientes actividades:

Mediante la comunicación con radicado CRA 2015-401-005597-1 de 14 de diciembre de 2015, la Comisión de Regulación, realizó comentarios a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, respecto del proyecto "POR LA CUAL SE EXPIDE LA RESOLUCIÓN RESPECTO DE LAS SOLICITUDES DE INFORMACIÓN AL SISTEMA ÚNICO DE INFORMACIÓN - SUI DEL SERVICIO PÚBLICO DE ASEO PARA EMPRESAS CON MÁS DE 5.000 SUSCRIPTORES".

En particular, sobre el factor de productividad, la CRA efectuó observaciones de carácter técnico operativo y financiero, de otro lado, hizo saber, entre otras, que en el formulario hacían falta las variables para establecer el factor de productividad de las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza, CLUS y comercialización, cuyo reporte debía realizarse trimestralmente.

A través del radicado CRA 2017-401-002359-1 de 17 de mayo de 2017, la Comisión de Regulación, solicitó a la SSPD informar la fecha prevista para habilitar el reporte al SUI de la información necesaria para la determinación del factor de productividad según lo definido por parte de los prestadores del servicio público de aseo, teniendo en cuenta la entrada en vigencia de las fórmulas tarifarias de la Resolución CRA 720 de 2015, modificada por la Resolución CRA 751 de 2016 y las comunicaciones enviadas a esta entidad por los prestadores.

Al respecto, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios expidió la Resolución SSPD 20174000237705 de 5 de diciembre de 2017⁹, mediante la cual ordenó:

"ARTÍCULO 1o. Las personas que desarrollan actividades que hagan parte de la cadena de prestación del servicio público de aseo o actividades complementarias al mismo, deben reportar al SUI de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, la información que se establece en el presente acto administrativo, de conformidad con los reportes de información, variables, periodicidad y fechas de cargue que se definen en el Anexo 1 que hace parte integral del mismo y que será publicado en las páginas web [www. superservicios.gov.co](http://www.superservicios.gov.co) y www.sui.gov.co a partir de la fecha de publicación en el Diario Oficial de la presente resolución"

La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios expidió la Resolución SSPD 20184000018825 de 27 de febrero de 2018¹⁰, mediante la cual modificó los cronogramas establecidos en la Resolución SSPD 20174000237705, teniendo como fecha máxima para el reporte el 30 de junio de 2018.

Por medio del radicado CRA 2018-321-003732-2 de 17 de abril de 2018, se recibió el oficio con consecutivo SSPD 20184340012931 de 23 de marzo de 2018 mediante el cual se efectuó traslado de derechos de petición presentados por las personas prestadoras ante la SSPD con radicados SSPD No. 20185290115052 de 13 de febrero y 20185290178412 de 1 de marzo de 2018, a través de las cuales solicitan aclaración sobre la información que se debe incluir en el anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, para la determinación del factor de productividad para el servicio público de aseo.

⁹ "Por la cual se solicita el reporte de información al Sistema Único de Información (SUI) por parte de los prestadores del servicio público de aseo, se modifica la Resolución SSPD 20101300048765 de 14 de diciembre de 2010 y la Resolución SSPD 20161300037055 de 31 de agosto de 2016 y se deroga la Resolución SSPD 20161300013835 de 23 de mayo de 2016".

¹⁰ "Por la cual se modifica el cronograma de cargue de la Resolución número SSPD 20174000237705 de 5 de diciembre de 2017".

Por medio del radicado CRA 2018-030-017314-1 de 30 de julio de 2018, la Comisión de Regulación requirió a la SSPD su colaboración, “(...) para obtener la información de los 8 trimestres consecutivos del reporte de los formularios 1 y 2 asociados al factor de productividad, desde el 1 de abril de 2016 hasta el 31 de marzo de 2018, teniendo en cuenta que la fecha máxima de entrada en vigencia de las fórmulas tarifarias establecidas en la Resolución CRA 720 de 2015 fue el 1 de abril de 2016, de conformidad con lo establecido en el artículo 11 de la Resolución CRA 751 de 2016 (...)”.

A través del radicado CRA 2018-030-017853-1 de 2 de agosto de 2018, la Comisión de Regulación acusa recibo de la comunicación con radicado CRA 2018-321-006377-2 de 26 de junio de 2018, y da respuesta a las inquietudes planteadas por parte de la SSPD¹¹ sobre los formularios del factor de productividad, establecidos en el Anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015.

Mediante oficio con consecutivo SSPD 20184311135221 de 9 de agosto de 2018, radicado ante la CRA bajo el número 20183210078602 del 10 de agosto de 2018, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios dio respuesta al derecho de petición elevado mediante radicado CRA 2018-030-017314-1 30 de julio de 2018, en relación con la información necesaria para la estimación del factor de productividad establecido en la Resolución CRA 720 de 2015 y, remitió dos archivos Excel con la información cargada al día 8 de agosto de 2018 por parte de los prestadores del servicio público de aseo.

Con el fin de poder contar con información más completa, la UAE-CRA mediante mesa de trabajo realizada el 29 de agosto de 2018, solicitó a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios –SSPD información básica necesaria para el cálculo.

Mediante oficio con consecutivo SSPD 20184301255011 de 5 de septiembre de 2018, radicado ante la CRA bajo el número 2018-321-008741-2 del 6 de septiembre de 2018, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios dio alcance a la comunicación de dicha entidad con consecutivo SSPD 20184311135221 de 9 de agosto de 2018, remitiendo información para la estimación del factor de productividad, correspondiente a formatos de productividad, de residuos generados en el área de prestación del servicio, suscriptores y tarifa aplicada, así como de costo de limpieza urbana y costo de barrido y limpieza de vías y áreas públicas.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, y en razón a que las personas prestadoras no cumplieron con su obligación de reportar la información correspondiente al Anexo V, tal como lo establece el artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, generando una dificultad para establecer el factor de productividad en las condiciones descritas en el citado anexo, esta Comisión encuentra la necesidad de adicionar un párrafo al artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, con el fin de establecer el factor de productividad para el período comprendido entre el 1º de abril de 2019 y el 31 de marzo de 2020, utilizando la metodología de frontera estocástica sin que ello conlleve a un cambio de las fórmulas tarifarias establecidas en la citada Resolución. Para lo cual fue necesario consultar la información oficial de las personas prestadoras que se encuentra disponible en el Sistema Único de Información- SUI para el servicio público de aseo, los estudios de costos allegados a esta Comisión y algunos programas de prestación del servicio.

Lo anterior, en cumplimiento de lo dispuesto en el numeral 87.1 del artículo 87 y en el artículo 92 de la Ley 142 de 1994; y hasta tanto se pueda dar aplicación a lo establecido en el Anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, con la información que las personas prestadoras debían reportar.

¹¹ Radicado SSPD 2018431098781 de 22 de junio de 2018.

3. MARCO JURÍDICO

El numeral 87.1 de la Ley 142 de 1994, establece el criterio de eficiencia económica señalando que:

“el régimen de tarifas procurará que éstas se aproximen a lo que serían los precios de un mercado competitivo; que las fórmulas tarifarias deben tener en cuenta no solo los costos sino los aumentos de productividad esperados, y que éstos deben distribuirse entre la empresa y los usuarios, tal como ocurriría en un mercado competitivo; y que las fórmulas tarifarias no pueden trasladar a los usuarios los costos de una gestión ineficiente, ni permitir que las empresas se apropien de las utilidades provenientes de prácticas restrictivas de la competencia. En el caso de servicios públicos sujetos a fórmulas tarifarias, las tarifas deben reflejar siempre tanto el nivel y la estructura de los costos económicos de prestar el servicio, como la demanda por éste”.

El artículo 92 ibídem dispone entre otros aspectos que las comisiones de regulación podrán *“(...) corregir en las fórmulas los índices de precios aplicables a los costos y gastos de la empresa con un factor que mida los aumentos de productividad que se esperan en ella, y permitir que la fórmula distribuya entre la empresa y el usuario los beneficios de tales aumentos.”*

3.1 Facultad Regulatoria

El numeral 14.18 del artículo 14 de la Ley 142 de 1994 define la regulación de los servicios públicos domiciliarios como *“La facultad de dictar normas de carácter general o particular en los términos de la Constitución y de esta ley, para someter la conducta de las personas que prestan los servicios públicos domiciliarios a las reglas, normas, principios y deberes establecidos por la ley y los reglamentos”.*

Al respecto, la Corte Constitucional en la sentencia C-150 de 2003 señaló lo siguiente: *“La regulación es una actividad continua que comprende el seguimiento de la evolución del sector correspondiente y que implica la adopción de diversos tipos de decisiones y actos adecuados tanto a orientar la dinámica del sector hacia los fines que la justifican en cada caso como a permitir el flujo de actividad socio-económica respectivo. La función de regulación usualmente exige de la concurrencia de, a lo menos, dos ramas del poder público y es ejercida de manera continua por un órgano que cumple el régimen de regulación fijado por el legislador, que goza de una especial autonomía constitucional o independencia legal, según el caso, para desarrollar su misión institucional y cuyo ámbito de competencia comprende distintos tipos de facultades.”*¹²

En virtud de lo anterior, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico expidió la Resolución CRA 720 de 2015, modificada por la Resolución CRA 751 de 2016, en la que estableció la metodología tarifaria para el servicio público de aseo aplicable a las personas prestadoras que atiendan en municipios de más de 5.000 suscriptores en áreas urbanas.

El artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015 consagra que, a partir del tercer año de su entrada en vigencia, la CRA establecerá anualmente el factor de productividad con el cual los prestadores del servicio público de aseo actualizarán los costos medios de referencia.

El citado artículo señala que los prestadores deberán diligenciar el formulario de información del ANEXO V de la Resolución CRA 720 de 2015, trimestralmente durante los dos primeros años y semestralmente a partir del tercer año de la entrada en vigencia de dicha resolución.

Igualmente, se dispuso que el factor de productividad del tercer año es único para todos los prestadores de cada uno de los segmentos previstos en la Resolución CRA 720 de 2015, incluyendo las empresas que inicien operación con posterioridad a la vigencia de dicha resolución.

¹² Sentencia C-150 de 2003 M.P. Manuel José Cepeda Espinosa.

El anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, dispone que el factor de productividad utilizado en la actualización de los costos de referencia corresponderá a la productividad del sector de aseo. Dicho factor será calculado para las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza, limpieza urbana, comercialización, disposición final y tratamiento de lixiviados.

Así mismo, señala que el cálculo lo realizará la Comisión de Regulación de acuerdo con la fórmula definida en el artículo 38 de la Resolución antes referida, utilizando dos metodologías definidas en el Anexo V, de las cuales se escogerá el menor valor resultante para cada una de ellas. Este se multiplicará por 0,5 para distribuir así las ganancias en productividad entre los prestadores y los usuarios.

La primera metodología se basa en Frontera Estocástica de Costos y la segunda en Frontera Estocástica de Distancia de Insumos.

Dicho Anexo igualmente establece que la Comisión de Regulación utilizará como fuente de información, la diligenciada en el formulario trimestralmente por los prestadores del servicio de aseo para las dos metodologías.

De acuerdo con el artículo 38 ibídem, los prestadores del servicio público debían diligenciar el formulario de información del Anexo V trimestralmente durante los dos primeros años y semestralmente a partir del tercer año de la entrada en vigencia de la Resolución CRA 720 de 2015.

3.2. De la obligatoriedad del reporte de información al Sistema Único de Información – SUI por parte de los prestadores.

Que de conformidad con lo establecido en el artículo 53 de la Ley 142 de 1994, corresponde a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, en desarrollo de sus funciones de inspección y vigilancia, establecer, administrar, mantener y operar un sistema de información que se surtirá de la información proveniente de los prestadores de servicios públicos sujetos a su control, inspección y vigilancia, para que su presentación al público sea confiable.

El párrafo del “artículo nuevo” ibídem, adicionado por el artículo 14 de la Ley 689 de 2001, señala que las personas que presten servicios públicos deberán organizar y mantener los sistemas de información actualizados de acuerdo con lo establecido en el artículo 53 de la Ley 142 de 1994, y deben servir de base de información y ser concordantes con el Sistema Único de Información.

El artículo 5.5.1.2 de la Resolución CRA 151 de 2001, adicionado por el artículo 1° de la Resolución CRA 155 de 2001, señala que la información que suministren las personas prestadoras de los servicios públicos domiciliarios de acueducto, alcantarillado y aseo y sus actividades complementarias e inherentes, deberá ser consistente entre sí y especialmente al momento de presentarse de manera desagregada, en los niveles que requiera la Comisión.

Los mecanismos e instrumentos para el reporte de la información al Sistema Único de Información – SUI se han dado a conocer a las personas prestadoras a través de la Resolución No. SSPD 2010300048765 de 14 de diciembre de 2010 *“Por la cual se expide la Resolución Compilatoria respecto de las solicitudes de información al Sistema Único de Información – SUI de los servicios públicos de Acueducto, Alcantarillado y Aseo y se derogan las resoluciones 20094000015085, 20104000001535, 20104000006345, y 20104010018035”*.

El artículo 19.1.1.1 DISPOSICIONES LEGALES de la Resolución Compilatoria de la SSPD establece que *“(…) el numeral 22 del artículo 79 de la Ley 142 de 1994, modificado por el artículo 13 de la Ley 689 de 2001 dispone que es función de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, “Verificar la consistencia y la calidad de la información que sirve de base para efectuar la evaluación permanente de la gestión y resultados de las personas que presten servicios públicos sometidos a su control, inspección y vigilancia, así como de aquella información del prestador de servicios públicos que esté contenida en el Sistema Único de Información de los Servicios Públicos” y que conforme a lo previsto en la Resolución SSPD 321 de febrero de 2003 la información una vez reportada al SUI se considera oficial para todos los fines previstos en la ley.”*

Que teniendo en cuenta que las personas prestadoras de los servicios públicos tienen como obligación reportar la información al Sistema Único de Información - SUI, en las condiciones, forma y plazo que establezca la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios -SSPD, su incumplimiento dará lugar a las acciones de vigilancia y control en cabeza de dicha Entidad, y en especial a las sanciones previstas en el artículo 81 de la Ley 142 de 1994.

Que ante el no reporte de información específica requerida por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico para el desarrollo de sus funciones, se tomará aquella disponible en el Sistema Único de Información- SUI para el servicio público de aseo, en los estudios de costos allegados a esta Comisión y en los programas de prestación del servicio consultados en las páginas web de los prestadores.

Con base en dichas normas, la Comisión de Regulación informó a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, la necesidad de incluir en el formulario de información de las personas prestadoras del servicio público de aseo con más de 5.000 suscriptores, las variables para establecer el cálculo del factor de productividad de las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza, limpieza urbana, comercialización, disposición final y tratamiento de lixiviados; advirtiéndole que era imperativo contar con la información de los prestadores descrita en el ANEXO V de la Resolución CRA 720 de 2015, para realizar el cálculo del factor de productividad del servicio, el cual deberá ser aplicado a partir de abril de 2019.

En virtud de lo anterior, la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios habilitó el reporte de información mediante la Resolución SSPD 20174000237705 del 5 de diciembre de 2017 y modificó el plazo a través de la Resolución SSPD 20184000018825 del 27 de febrero de 2018, estableciendo como fecha máxima de reporte el 30 de junio de 2018.

No obstante, al revisar el Sistema Único de Información – SUI, únicamente 4 prestadores de recolección y transporte del segundo segmento y 8 de disposición final, reportaron la información requerida en los formularios 1 y 2 del anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, con lo cual no es posible realizar los cálculos necesarios para establecer el factor de productividad.

En razón a lo anterior, debido a que las personas prestadoras no cumplieron con su obligación de reportar la información correspondiente al Anexo V, tal como lo establece el artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, independiente de las acciones que deba adelantar la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios en ejercicio de sus funciones, esta Comisión de Regulación, a partir de la prevalencia del interés general consagrado en el artículo 1º de la Constitución Política y de la obligación que tienen las autoridades de proteger a todas las personas, principios que para el caso específico del servicio público de aseo están relacionados con las condiciones de salubridad pública y los derechos de los usuarios y, con el fin de hacer efectivos los mandatos legales referidos a que las fórmulas tarifarias deben tener en cuenta no sólo los costos sino los aumentos de productividad esperados, y que éstos sean distribuidos entre la empresa y los usuarios, tal como ocurriría en un mercado competitivo (numeral 87.1 del artículo 87, Ley 142/94), deberá remover los obstáculos para establecer el Factor de Productividad;

En este sentido, a pesar de la insuficiencia de la información, existe la exigencia regulatoria para la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico de establecer, a partir del tercer año de la entrada en vigencia de la metodología tarifaria de la Resolución CRA 720 de 2015, esto es, a partir del 1º de abril de 2019, el factor de productividad con el cual se actualizarán los costos medios de referencia, para cumplir con lo dispuesto en el numeral 87.1 del artículo 87 y en el artículo 92 de la Ley 142 de 1994.

3.3. Cálculo del factor de productividad

Para la estimación de las fronteras de función de costos y distancia de insumos señaladas en el Anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, la metodología tarifaria estableció una función translogarítmica, que de acuerdo con la teoría requiere un tamaño de muestra lo suficientemente grande y completa en cuanto a costos e insumos del servicio público de aseo.

Dado que los prestadores no reportaron la información requerida y con la información existente en el Sistema Único de Información –SUI no es posible realizar la modelación de la función estocástica de distancia de insumos, se realizó la modelación de las fronteras estocásticas de costos, dando cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, en el sentido de establecer el factor de productividad.

Lo anterior, teniendo en cuenta que, conforme al artículo en cita, a partir del 1º de abril de 2019 la CRA debe establecer el factor de productividad, que tendrán en cuenta los prestadores del servicio público de aseo para actualizar sus costos de referencia.

En consecuencia, atendiendo los postulados de la regulación señalados anteriormente, según los cuales es necesario proteger los derechos de los usuarios, debe la Comisión de Regulación garantizar que los prestadores cumplan con su obligación de distribuir los aumentos de productividad conforme lo establece el numeral 87.1 del artículo 87 y el artículo 92 de la Ley 142 de 1994.

4. METODOLOGÍA

Una frontera estocástica tiene en consideración los productos, insumos, precio de los insumos y el supuesto econométrico de la existencia de ruido estadístico aleatorio. A su vez, la frontera puede ser de producción o de costos. Las fronteras estocásticas de producción relacionan los niveles de insumos y productos, mientras que las fronteras estocásticas de costos relacionan las combinaciones de insumos, productos y precios que generan el mínimo costo en la producción.

Las fronteras estocásticas permiten comparar las empresas teniendo en cuenta sus particularidades e identificar la diferencia entre las empresas más eficientes y las que no muestran el mismo desempeño. Para recoger dichas particularidades se requiere información de detalle de cada una de las empresas, particularmente en formas funcionales como la translogarítmica que al no contar con la suficiente cantidad de información arroja resultados erróneos, tal como lo explica Estache & Rossi (1999).

No obstante lo anterior, tanto en la literatura económica como en la regulación práctica, cada vez es más utilizada la metodología de fronteras estocásticas (ver Patiño, Gómez, & Osorio (2010), Gandur (2003), Iregui, Melo, & Ramos (2006) y Vishwakarma, Kulshrestha, & Kulshrestha (2012)).

Teniendo en cuenta que las personas prestadoras no reportaron la información solicitada en los formularios 26 y 39¹³, se tomó aquella que reposa en el Sistema Único de Información - SUI, como información oficial; además, fue necesario recurrir a otras fuentes como algunos estudios de costos recibidos y analizados por esta Entidad y programas para la prestación del servicio público de aseo, con el fin de completar la información en cuanto a suscriptores, toneladas, kilómetros, entre otros. Con el fin de obtener la información necesaria para realizar un análisis de la productividad en el servicio público de aseo, a partir de la frontera estocástica, bajo una forma funcional con una exigencia menor del nivel de desagregación de información.

Es así como la función de costos depende de un nivel de productos y precio y cantidad de los insumos, y que una empresa maximiza beneficios a partir de la reducción de sus costos, resulta necesario realizar la estimación de una frontera estocástica a partir de una función de costos para establecer el factor de productividad.

Así las cosas, con base en la información disponible cuya estructuración se presenta en el capítulo 5. Datos, y teniendo en cuenta los planteamientos metodológicos se realizó el análisis con base en la especificación teórica de una función de costos, con el fin de desarrollar la frontera estocástica propuesta en el artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, en la cual de manera general se tiene:

$$C = f(Y, Z; P_L, P_k)$$

Donde,

C : Costos totales.

Y : Producto.

Z : Factor de variables exógenas que permite comparar a las empresas.

P_L : Precio de la mano de obra.

P_k : Precio del capital.

Para el desarrollo de la función de costos, existen distintas formas funcionales que reflejan las interacciones entre los insumos, precios y productos. Las funciones de costos más utilizadas para el análisis de la productividad en

¹³ De la Resolución SSPD 20174000237705 del 5 de diciembre de 2017.

distintos sectores incluyen la función translogarítmica, la función de elasticidad constante (CES, por sus siglas en inglés) y la función Cobb-Douglas.

Tabla 1 Ventajas y desventajas para funciones Cobb-Douglas, CES y translogarítmica

Tipo de función	Ventajas	Desventajas
Cobb Douglas	Fácil de estimar e interpretar. Requiere la estimación de pocos parámetros.	Asume que todas las firmas tienen elasticidad de producción y elasticidad de sustitución igual a 1.
Translogarítmica	Tiene menores restricciones en la elasticidad de sustitución.	Requiere la estimación de muchos parámetros.
CES	Relaja el supuesto de retornos constantes.	Requiere gran cantidad de observaciones para que los estimadores sean confiables estadísticamente.

Fuente: Elaboración UAE-CRA

De acuerdo con lo anterior para la estimación de la cantidad de parámetros requeridos por la función translogarítmica, se requiere de información detallada de los insumos, precios y producto. Por lo cual, para desarrollar el análisis de frontera estocástica se tienen como opciones la función tipo Cobb-Douglas y la función tipo CES. Teniendo en cuenta, que si bien la muestra es estadísticamente representativa como se presenta más adelante, se opta por escoger la función Cobb Douglas, en tanto no requiere tantas observaciones como la función CES para obtener confiabilidad en los resultados y, en todo caso, una función CES es equivalente a una función Cobb-Douglas cuando $\rho=0$ ¹⁴.

Para la especificación de la función, se asume que una firma tiene una función de producción $f(z_i, \beta)$, con la cual produce una determinada cantidad de insumos q_i .

$$q_i = f(z_i, \beta)$$

Debido a que la firma puede producir con determinado nivel de eficiencia, se introduce el término ξ_i , que representa el nivel de eficiencia de la firma i .

$$q_i = f(z_i, \beta) \xi_i$$

Teniendo en cuenta que la eficiencia debe ser positiva (mayor a cero), en las salidas se pueden producir choques exógenos que implican perturbaciones impredecibles o ruido estadístico, para lo cual se introduce el término v_i :

$$q_i = f(z_i, \beta) \xi_i \exp(v_i)$$

Siguiendo a Pascoe, Kirkley, Gréboval, & Morrison (2003), al linealizar la función Cobb-Douglas, ésta se convierte en un caso especial de la función translogarítmica, con la diferencia que la función tipo Cobb-Douglas impone supuestos más estrictos sobre los datos que la translogarítmica, ya que la elasticidad de sustitución tiene un valor constante:

$$\ln(q_i) = \ln\{f(z_i, \beta)\} + \ln(\xi_i) + v_i$$

¹⁴ La expresión original de la función CES es: $V = \gamma[\delta K^{-\rho} + (1 - \delta)L^{-\rho}]^{-\frac{1}{\rho}}$ donde ρ representa la transformación de la elasticidad de sustitución y para el caso de la función CES, la elasticidad de sustitución entre insumos se expresaría como $\sigma = \frac{1}{1-\rho}$. Para el caso de una función de producción de elasticidad de sustitución constante (CES), se pueden obtener tres distintos resultados debido a la forma funcional que se presenta. En ese sentido, cuando $\rho=1$ la función CES se convierte en una función lineal (sustitución perfecta $\sigma=\infty$), cuando $\rho=-\infty$ la función CES resulta en una función tipo Leontief (insumos complementarios $\sigma=0$) y, cuando $\rho=0$, la función se convierte en una función tipo Cobb-Douglas (es decir, sustitución unitaria $\sigma=1$).

Sabiendo que existen k insumos y definiendo $u_i = -\ln(\xi_i)$, se obtiene:

$$\ln(q_i) = \beta_0 + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(z_{ji}) + v_i - u_i$$

Adicionalmente, teniendo en cuenta que la información obtenida está principalmente relacionada con los costos, se desarrolla el cálculo del factor de productividad, considerando únicamente una función de costos y no una función de distancia de insumos. Por lo cual, con base en el análisis desarrollado anteriormente, se utiliza la forma funcional descrita en Kumbhakar & C. A. K. (2000):

$$\ln(c_i) = \beta_0 + \beta_q \ln(q_i) + \sum_{j=1}^k \beta_j \ln(p_{ji}) + v_i + u_i$$

Donde,

- c_i : Costos totales de la empresa i .
- q_i : Producto de la empresa i .
- p_{ji} : Precios del insumo j de la empresa i .
- u_i : Nivel de eficiencia.
- v_i : Término de perturbación.

Nótese entonces, que el término v_i representa la perturbación aleatoria, mientras que el término u_i evidencia la eficiencia, estimada como la distancia de cada empresa a la frontera estocástica. Así la media de u_i será el factor de productividad para el sector.

La estimación de esta función se realiza a partir del método de máxima verosimilitud, el cual consiste en encontrar el valor de un estimador¹⁵ que maximiza la función de probabilidad conjunta. Mediante este método se busca el valor más confiable de un estimador para inferir el desempeño de los prestadores.

Con la metodología descrita, se estima un factor para las actividades de recolección y transporte, comercialización, barrido y limpieza y limpieza urbana y, un factor para las actividades de disposición final y tratamiento de lixiviados. Una vez seleccionados los valores de ambos factores, éstos se multiplicarán por 0,5 para distribuir las ganancias en productividad entre los prestadores y los usuarios.

De otra parte, con el ánimo de garantizar la representatividad estadística, se verifica que la cantidad de empresas con las cuales se realiza la estimación sea como mínimo la equivalente a una muestra representativa de población finita, la cual se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$n = \frac{\frac{z^2}{\varepsilon^2} * P * (1 - P)}{1 + \frac{z^2 * (1 - P) * Q}{\varepsilon^2 * N}}$$

¹⁵ Un parámetro es una condición desconocida de una población. En inferencia estadística, se conoce como estimador al estadístico que estima dicho parámetro.

Donde,

- z : Nivel de confianza.
- ε : Error esperado.
- P : Proporción de las empresas con la característica deseada.
- N : Tamaño de la población
- n : Tamaño de la muestra

Por último para identificar la variabilidad en las eficiencias de las firmas, en la parte inferior de la tabla de resultados, se muestra el resultado de un test que verifica dicha varianza en el modelo, donde la hipótesis nula $H_0: \sigma_u^2 = 0$ y la hipótesis alternativa $H_1: \sigma_u^2 > 0$. Cuando la hipótesis nula no es rechazada, entonces no existe una diferencia significativa entre las eficiencias de las firmas.

5. DATOS

Debido a la asimetría de información, se presenta un problema del tipo “*principal-agente*” (Pindyck & Rubinfeld, 2009), en el cual el agente (personas prestadoras) posee la información necesaria que el principal (ente regulador) requiere para cumplir con su objetivo, que para el caso es la estimación del factor de productividad. De acuerdo con la teoría económica, este problema se soluciona alineando los intereses del principal y del agente.

Según lo mencionado anteriormente, para alinear los intereses de las partes involucradas, así como para proteger los derechos de los usuarios, esta Comisión recurrió a la información oficial del sector reportada por los prestadores del servicio público de aseo en el Sistema Único de Información – SUI y otras fuentes como algunos estudios de costos y programas de prestación del servicio, para de esta forma poder desarrollar la metodología de la frontera estocástica.

Lo anterior, debido a que para el desarrollo de la metodología establecida en el artículo 38 y el Anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, inicialmente esta Comisión solicitó la información a los prestadores del servicio público de aseo en los formularios Nos.1 y 2 del Anexo V de la Resolución CRA 720 con una periodicidad trimestral durante los dos primeros años y semestralmente a partir del tercer año de entrada en vigencia de la resolución.

Considerando que la entrada en vigencia de la fórmula tarifaria, se cuenta a partir del 1 de abril de 2016 como fecha máxima, y dado que la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios habilitó los formularios de cargue al SUI en diciembre de 2017 (20 meses posterior a la entrada en aplicación) y además estableció como plazo máximo para el reporte el 30 de junio de 2018, se esperaba contar al menos con información de 8 trimestres consecutivos hasta el mes de marzo de 2018.

La UAE-CRA solicitó a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios la información básica necesaria reportada en los formularios habilitados para el efecto (información del anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015), una vez recibida de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios -SSPD, se consolidó información para cuatro (4) personas prestadoras de recolección y transporte, barrido y limpieza, limpieza urbana y comercialización, y ocho (8) personas prestadoras de las actividades de disposición final y tratamiento de lixiviados.

En razón a que con este número de observaciones no es posible estimar una frontera estocástica, se recopiló información de datos financieros, contables, operativos, comerciales y técnicos que las empresas registran en el Sistema Único de Información –SUI para el servicio público de aseo, para los módulos administrativo, técnico-operativo y comercial. Además, se complementó con información de nueve de los estudios de costos recibidos y analizados en esta Comisión, de dos programas para la prestación del servicio público de aseo y 15 PGIRS.

Según información tomada del RUPS, la población de personas prestadoras sobre la cual se determina la muestra corresponde a 162 para recolección y transporte y de 158 para disposición final, con base en la cual se determinó una muestra estadísticamente representativa de 60 prestadores de recolección y transporte y 60 prestadores de disposición final, como se explica en el capítulo siguiente.

A partir de la consolidación de la base de datos se obtuvo información de 74 personas prestadoras de recolección y transporte de 26 departamentos, entre los años 2016 a 2018¹⁶. Los departamentos que más municipios aportaron a la muestra fueron Antioquia, Cundinamarca y el Valle del Cauca, con la que se determina el factor de productividad *FPI*. Las empresas de la muestra se encuentran en el Anexo 1.

Se obtuvo información de 69 personas prestadoras de la actividad de disposición final y tratamiento de lixiviados, para los años 2016 a 2018, con la que se determina el factor de productividad *FPDF*. Las empresas de la muestra se encuentran en el Anexo 2.

¹⁶ En el periodo de aplicación de la Resolución CRA 720 de 2015.

Tabla 2 Tamaños de muestra

Datos	Factor para CRT y demás actividades	Factor para CDF y CTL
Población (universo)	162	158
Muestra Mínima	60	60
Muestra utilizada	74	69
Observaciones	93	69

La diferencia entre la cantidad de personas prestadoras de la muestra utilizada y la cantidad de observaciones, radica en que hay datos de empresas para diferentes años.

Luego de organizar la información del SUI, según las variables a considerar en el modelo, se realizó una depuración de datos en la que se descartaron los valores negativos, equivalentes a cero, o atípicos, considerados como aquellos cuyo valor es mayor o menor a la media más o menos dos veces la desviación estándar de la media:

$$\text{Valor atípico} = \text{Media} \pm 2 * \sigma$$

Donde,

σ : Desviación estándar.

En este sentido, la Tabla 3 muestra la consolidación de variables según la fuente de información:

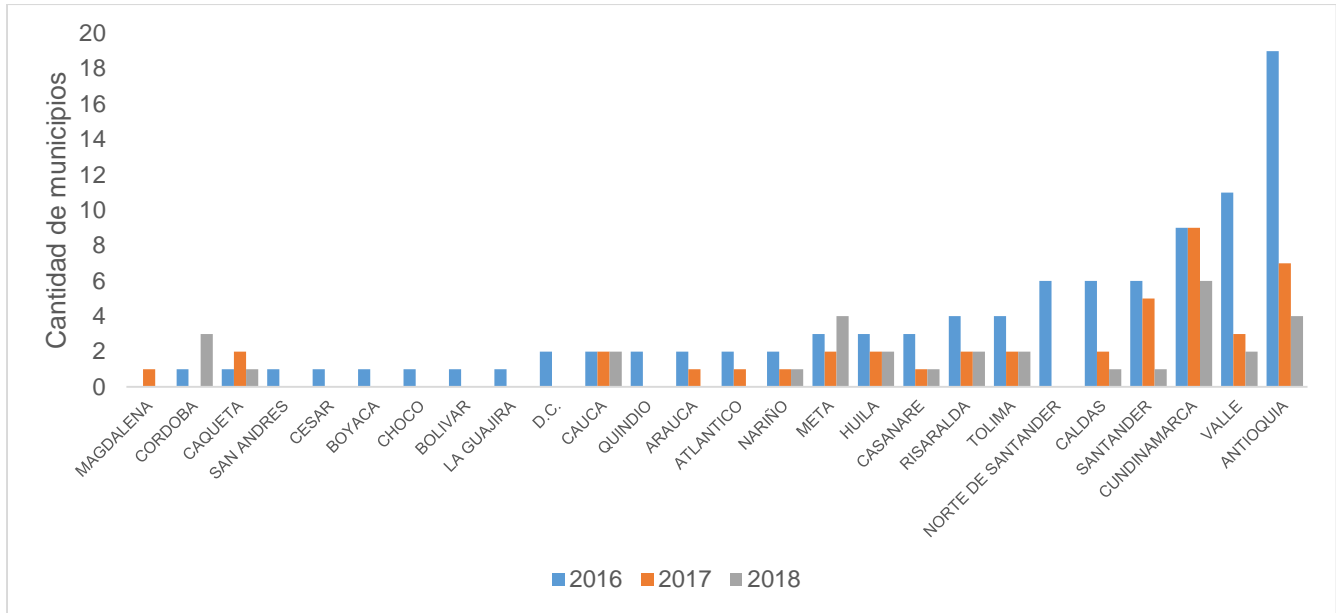
Tabla 3 Fuente de información

Variable	Fuente de información	Cantidad de datos FP	Cantidad de datos FP_DF
Costos	Estados financieros reportados en el SUI	137	86
Cantidades de producto	Toneladas recolectadas y transportadas, toneladas dispuestas, cantidad de suscriptores y kilómetros de barrido reportados en el SUI y en los estudios de costos.	166	108
Precios	Valores de referencia del mercado.	168	108

Fuente: Elaboración CRA

Teniendo en cuenta que una observación debe considerar información para todas las variables, durante la regresión se omiten las observaciones que no tienen información completa, por lo que el número de observaciones final no coincide con la cantidad de datos indicados en la 3.

Gráfico 1 Clasificación de la muestra por departamentos



Fuente: Elaboración CRA

Cabe señalar, que la información recopilada permite desarrollar la estimación de una función estocástica de costos. No obstante, para la estimación de la función estocástica de distancia de insumos, se requiere información detallada del consumo y precios unitarios de los insumos, bienes y fuerza de trabajo utilizados para la prestación de las distintas actividades del servicio público de aseo, así como la medición del capital empleado. Información, que no se encuentra disponible por el no reporte por parte de los prestadores, por lo que no es posible estimar una función de distancia de insumos y que al haberse establecido en el artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015 la escogencia del valor mínimo entre la función de costos y la función de distancia de insumos, sólo se cuenta con el valor que corresponde al resultado de la función de costos.

Adicionalmente, teniendo en cuenta que las actividades de limpieza urbana (corte de césped, poda de árboles, lavado de áreas públicas e instalación y mantenimiento de cestas) son actividades que fueron incluidas en el servicio público de aseo recientemente, y que la actividad de tratamiento de lixiviados se separó del componente de disposición final en la última metodología tarifaria, no se dispone de información desagregada sobre los mismos.

No obstante, considerando que el prestador de recolección y transporte, comercialización y barrido y limpieza de vías y áreas públicas viene prestando también las actividades de limpieza urbana incluidas en el CLUS desde la expedición de la Resolución CRA 720 de 2015 y que el cálculo del factor de productividad se realiza con información de costos agregada por empresa, la productividad calculada representa la eficiencia de la prestación integral del servicio y no la eficiencia por cada una de las actividades. Por lo tanto, el factor estimado para las empresas de recolección y transporte se aplica para las actividades de limpieza urbana; así como el costo de disposición final aplica para el tratamiento de lixiviados.

6. RESULTADOS DEL FACTOR DE PRODUCTIVIDAD

De acuerdo con lo explicado anteriormente, se procede a realizar la modelación de las fronteras estocásticas de costos. Conforme lo establecido en el artículo 38 de la Resolución CRA 720 de 2015, se estima un factor de productividad para las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza, limpieza urbana y comercialización y un factor para las actividades de disposición final y tratamiento de lixiviados.

6.1. Factor de productividad para las actividades de recolección y transporte, barrido y limpieza, limpieza urbana y comercialización (FP).

De acuerdo con lo descrito en la metodología, a continuación se presenta el cálculo de la muestra representativa para el factor de productividad de la actividad de recolección y transporte, barrido y limpieza, comercialización y limpieza urbana:

Tabla 4 Parámetros de cálculo y resultados de la muestra

Parámetro	Valor
z : Nivel de confianza	1,96
ε : Error esperado.	10%
P : Proporción de las empresas con la característica deseada.	50%
N : Tamaño de la población	162
n	60

Fuente: Cálculos CRA

Tabla 5 Fuente de datos FP

Variable	Descripción	Fuente	Ruta	Enlace	Observación	
Ln_c	Costos	Sinfonía - SUI	Estados financieros	http://sinfonia.cra.gov.co	Se tuvo en cuenta específicamente las cuentas gastos y costo de ventas de los años 2016 a 2018.	
In_p1 Costos de recolección y transporte	Precios de referencia del costo de recolección y transporte	SUI	Publicación información reportada al SUI, para cálculo de la tarifa de aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estudios de costos y tarifas recibidas por la CRA	http://www.sui.gov.co/web/noticias/publicacion-informacion-reportada-al-sui-para-calculo-de-la-tarifa-de-aprovechamiento-como-actividad-complementaria-del-servicio-publico-de-aseo13	En el reporte se expresan los costos de recolección y transporte de los prestadores.	
	Distancia al sitio de DF	Orfeo	SUI	Formulario 7 Circular SSPD-CRA 6 de 2006	http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_121	Cuando no había información en el SUI de la muestra, se completó la misma con lo encontrado en el sistema de gestión documental de la UAE-CRA de los estudios de costos y los PGIRS de los municipios.
In_p2 Costos de barrido y limpieza	Precios de referencia del costo de barrido y limpieza	SUI	Publicación información reportada al SUI, para cálculo de la tarifa de aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estudios de costos y tarifas recibidas por la CRA	http://www.sui.gov.co/web/noticias/publicacion-informacion-reportada-al-sui-para-calculo-de-la-tarifa-de-aprovechamiento-como-actividad-complementaria-del-servicio-publico-de-aseo13	En el reporte se expresan los costos de recolección y transporte de los prestadores.	
	Suscriptores	Orfeo	SUI	Formulario 21 de la Resol. SSPD 15085 de 2009	http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_146	
	Kilómetros barridos	SUI	SUI	Formulario 11 de la Resolución SSPD 15085 de 2009	http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_140	En los casos que no había información en el SUI se tomaron del sistema de gestión documental de la UAE-CRA en los estudios de costos.
In_p2 Costos de comercialización	Precios de referencia de comercialización	SUI	Formulario 11 de la Resolución SSPD 15085 de 2009 Citar la de 2010 que la derogó	http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_140	Reporte correspondiente a los años 2016-2018	
In_q	Toneladas barrido y recolección	SUI	Formato 4 de la Circ. SSPD-CRA 6 de 2006 y Formato 6 de la Resol. SSPD 15085 de 2009	http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_tec_087	El reporte presenta información de toneladas de barrido, recolección y transporte tanto por área urbana como rural.	

Fuente: Elaboración CRA

Este valor, al ser distribuido entre los prestadores del servicio y los usuarios de estas actividades, de acuerdo con lo definido en el numeral 3 del Anexo V de la Resolución CRA 720 de 2015, toma un valor x1 de **4,25% para ser aplicado a cada uno los costos de recolección y transporte -CRT, de comercialización por suscriptor -CCS, de barrido y limpieza por suscriptor -CBL y de limpieza urbana por suscriptor -CLUS**, de la forma como lo define el artículo 36 de la resolución ibídem.

6.2. Factor de productividad para las actividades de disposición final y tratamiento de lixiviados (FPDF).

El cálculo de la muestra estadísticamente representativa para la estimación del factor de productividad de las empresas prestadoras de la actividad de disposición final y tratamiento de lixiviados, se determinó con base en la siguiente información:

Tabla 6 Parámetros de cálculo y resultados de la muestra

Parámetro	Valor
z : Nivel de confianza	1,96
ε : Error esperado.	10%
P : Proporción de las empresas con la característica deseada.	50%
N : Tamaño de la población	158
n	60

Fuente: Cálculos CRA

Tabla 7 Fuente de datos FPDF

Variable	Descripción	Fuente	Ruta	Enlace	Observación
In_c	Costos	Sinfonía - SUI	Estados financieros	http://sinfonia.cra.gov.co	Se tuvieron en cuenta específicamente las cuentas gastos y costo de ventas.
In_p	Precios de referencia del costo de disposición final	SUI Orfeo	Publicación información reportada al SUI, para cálculo de la tarifa de aprovechamiento como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estudios de cotos y tarifas recibidas por la CRA	http://www.sui.gov.co/web/noticias/publicacion-informacion-reportada-al-sui-para-calculo-de-la-tarifa-de-aprovechamiento-como-actividad-complementaria-del-servicio-publico-de-aseo13	En el reporte se expresan los costos de recolección y transporte de los prestadores. Dicha información se usa como complemento a los datos que salían como atípicos o que no tenían con información.

Variable	Descripción	Fuente	Ruta	Enlace	Observación
ln_q	Toneladas dispuestas en el RS	SUI	Formatos 8 de la Circular SSPD-CRA de 2006 y 26 de la Resolución SSPD 15085 de 2009	http://reportes.sui.gov.co/fabricaReportes/frameSet.jsp?idreporte=ase_com_125	

Fuente: Cálculos CRA

Nota 1: La columna "Link", es una de las referencias, es decir, representa un año de la muestra. Se utilizaron diferentes años y por tanto el enlace expresado, sólo indica uno de los periodos utilizados para la muestra. En la Ilustración 3 se muestran los resultados de la frontera estocástica de costos para las actividades disposición final (CDF) y tratamiento de lixiviados (CTL). El parámetro ln_{p1} indica los costos totales en que incurre el prestador por disposición final y el parámetro ln_{q1} indica el producto correspondiente a las toneladas dispuestas. De acuerdo con lo descrito en la sección 5. Datos, a continuación se describe la estructura de la función:

Ilustración 3 Resultados frontera estocástica FPDF

```
stoc. frontier normal/half-normal model      Number of obs   =      69
Log likelihood =    -102.51                  wald chi2(2)    =    183.07
                                              Prob > chi2     =     0.0000
```

ln_y	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
ln_p1	-1.640115	.4926598	-3.33	0.001	-2.605711 - .6745199
ln_q1	1.915604	.3363572	5.70	0.000	1.256356 2.574852
_cons	37.16024	6.824567	5.45	0.000	23.78433 50.53614
/lnsig2v	-.6475459	.3846129	-1.68	0.092	-1.401373 .1062816
/lnsig2u	-.7979117	.3913026	-2.32	0.021	-.1604494 1.373429
sigma_v	.7234145	.1391173			.4962444 1.054578
sigma_u	.6710203	.26496			.922909 1.987176
sigma2	2.357311	.6171835			1.147653 3.566968
lambda	1.872019	.3662167			1.154248 2.589791

Likelihood-ratio test of sigma_u=0: $\text{chibar2}(01) = 5.05$ Prob>=chibar2 = 0.012

Fuente: Elaboración CRA

De acuerdo con los resultados de χ^2 , los coeficientes son distintos de cero. Adicionalmente, el resultado del logaritmo natural de la varianza del parámetro de eficiencia u_i es -0.7979. A diferencia del factor de productividad FP , en el test no se rechaza la hipótesis nula $H_0: \sigma_u^2=0$, por lo que el estimador arroja un valor de 0,012, lo que indica que existe una variabilidad significativa entre las eficiencias de las empresas.

Con base en el promedio de las productividades individuales de las empresas de la muestra, el factor de productividad FPDF equivale a 2,22%.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Estache, A., & Rossi, M. (1999). Estimación de una frontera de costos estocástica para empresas del sector de aguas en Asia y Región del Pacífico. *Centro de estudios económicos de la regulación* , 1-30.
- Gandur, M. J. (2003). *Eficiencia en costos, cambios en las condiciones generales del mercado y crisis en la banca colombiana: 1992-2002*. Bogotá: Banco de la República.
- Iregui, A. M., Melo, L., & Ramos, J. (2006). *Evaluación y análisis de eficiencia de la educación en Colombia*. Bogotá: Banco de la República.
- Kumbhakar, S., & C. A. K., L. (2000). *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.
- Núñez Forero, F. (2017). *Servicios Públicos Domiciliarios, Telecomunicaciones e Infraestructura (instituciones, regulación y competencia)*. Bogotá, D.C.: Universidad Externado de Colombia.
- Pascoe, S., Kirkley, J., Gréboval, D., & Morrison, P. (2003). *Measuring and assessing capacity in fisheries*. Roma: University of California.
- Patiño, Y. A., Gómez, G. A., & Osorio, E. (2010). *Evaluación del desempeño en el sector de distribución de electricidad en Colombia: Una aplicación del análisis de frontera estocástica*. Bogotá: Banco de la República.
- Pindyck, R., & Rubinfeld, D. (2009). *Microeconomía*. Madrid: PEARSON.
- Suárez, F. (2010). *Estimación de una función de producción agregada: Argentina 1975-2006. Aplicaciones al crecimiento económico*. San Benito: Universidad Católica Argentina.
- Vishwakarma, A., Kulshrestha, M., & Kulshreshtha, M. (2012). *Efficiency evaluation of municipal solid waste management utilities in the urban cities of the state of Madhya Pradesh, India, using stochastic frontier analysis*. An International Journal.

8. ANEXOS

Anexo 1.

Empresas de la muestra para el cálculo del factor de productividad del CRT, CCS, CBL y CLUS.

Secuencia	ID	Nombre empresa
1	1	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS DE ASEO DE RIOSUCIO - CALDAS
2	4	AQUAMANA E.S.P.
3	78	EMPRESA DE ASEO RETIRAR S.A. E.S.P.
4	81	ASEO TECNICO S.A.S. E.S.P.
5	111	EMPRESAS VARIAS DE MEDELLIN S.A. E.S. P.
6	166	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE CHIA EMSERCHIA E.S.P.
7	175	EMPRESA MUNICIPAL DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE FUNZA
8	185	EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE MADRID E.S.P.
9	216	EMPRESAS PUBLICAS DE GARZON E.S.P.
10	403	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE FUSAGASUGA E.S.P
11	429	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL LIBANO E.S.P.
12	469	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE TAME CARIBABARE E.S.P.
13	571	EMPRESAS PUBLICAS DE PALERMO E.S.P
14	622	EMPRESA COMUNITARIA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE SARAVENA
15	626	EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO S.A. E.S.P.
16	635	EMPRESAS PUBLICAS DE PUERTO BOYACA E.S.P.
17	704	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE GUARNE E.S.P.
18	722	ACUASAN E.I.C.E E.S.P
19	729	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE LA VIRGINIA E.S.P.
20	735	EMPRESAS MUNICIPALES DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE EL ZULIA
21	806	BIOAGRICOLA DEL LLANO S.A EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS
22	995	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE RESTREPO AGUA VIVA S.A. E.S.P.
23	1211	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA PLATA HUILA E.S.P.
24	1252	EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DE CHINCHINA S.A E.S.P
25	1770	CARTAGÜEÑA DE ASEO TOTAL E.S.P
26	1780	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE CHAPARRAL E.S.P.
27	1830	RIO ASEO TOTAL S.A. E.S.P.
28	1845	SERVICIOS GENERALES EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE CARACTER PRIVADO S.A. E.S.P.
29	1876	EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DE PASTO S.A. E.S.P.
30	1896	VEOLIA ASEO PALMIRA S.A. E.S.P.
31	1917	SOCIEDAD DE ASEO DE BELLO S.A. E.S.P.
32	1962	ASEO EL CERRITO S.A. E.S.P.

33	1967	ASEO CALDAS EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS S.A.
34	2005	EMPRESAS PÚBLICAS DE LA CEJA E.S.P.
35	2018	VEOLIA ASEO PRADERA S.A. E.S.P.
36	2043	ENVIASEO E.S.P.
37	2044	INTERASEO S.A.S. E.S.P
38	2086	EMPRESA DE ACUEDUCTO, ALCANTARILLADO Y ASEO DE YOPAL EICE - ESP
39	2154	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS E.S.P. DE VILLETA
40	2173	SERVIASEO ITAGUI S.A.E.S.P.
41	2199	EMPRESA DE ASEO PUBLICO DE GIRARDOTA S.A. E.S.P.
42	2238	EMPRESA DE ASEO SABANETA S.A. E.S.P.
43	2239	ASOCIACION DE SOCIOS SUSCRIPTORES DEL SERVICIO DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL BARRIO CARTAGENA FACATATIVA
44	2263	CARA LIMPIA S.A. E.S.P.
45	2271	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE PIEDECUESTA E.S.P.
46	2303	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SAN JOSE DE LA MARINILLA E.S.P.
47	2338	CORPORACION ACUEDUCTO MULTIVEREDAL CARMIN, CUCHILLAS, MAMPUESTO Y ANEXOS
48	2361	ASEO SIDERENSE S.A. E.S.P.
49	2403	EMPRESAS PUBLICAS DE CAICEDONIA E.S.P.
50	2405	EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DE OCCIDENTE S.A. E.S.P.
51	2460	PRO-AMBIENTALES S.A E.S.P.
52	2484	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE TIERRALTA E.S.P
53	2636	REDIBA S.A ES.P
54	2682	PROACTIVA DE SERVICIOS S.A. E.S.P.
55	2866	ASEO URBANO S.A.S. E.S.P.
56	2895	VEOLIA ASEO CUCUTA SA ESP
57	2954	ASEO DEL NORTE S.A. E.S.P.
58	3021	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA DORADA E.S.P.
59	3159	ASEO URBANO DE LOS PATIOS S.A. E.S.P.
60	3280	AGUAS NACIONALES EPM S.A E.S.P.
61	3283	PROYECTO AMBIENTAL S.A. E.S.P.
62	3304	SERVIASEO S.A. E.S.P.
63	3328	SERVICIOS INTEGRALES EFECTIVOS S.A. E.S.P.
64	3383	SERVICIOS AMBIENTALES S.A. E.S.P.
65	20108	LIMPIEZA Y SERVICIOS PÚBLICOS S.A. E.S.P.
66	20387	LIMPIEZA URBANA S.A. E.S.P.
67	20550	ECOPROCESOS HÁBITAT LÍMPPIO S. EN C. A. E.S.P.
68	21566	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS "AGUAS DEL CAGUAN S.A. ESP MIXTA"
69	21861	SEGOVIA ASEO S.A. E.S.P.
70	22145	EMPRESAS PUBLICAS DE AMAGA S.A. E.S.P.

71	25515	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE GUADUAS S.A. E.S.P. - AGUAS DEL CAPIRA S.A. E.S.P.
72	26667	CAFUCHES EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS DE SAN MARTÍN DE LOS LLANOS S.A E.S.P
73	26721	EMPRESA MUNICIPAL DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNICIPIO DE EL BAGRE ANTIOQUIA SA ESP
74	26785	CIUDAD LIMPIA NEIVA S.A E.S.P

Anexo 2. Empresas de la muestra para el cálculo del factor de productividad del CDF y CTL.

Secuencia	ID	Nombre empresa
1	77	EMPRESAS PUBLICAS MUNICIPALES DE PUERTO NARE E.S.P.
2	82	SOCIEDAD DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE BARRANQUILLA S.A. E.S.P.
3	91	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS LA UNION S.A E.S.P.
4	96	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE EL CARMEN DE VIBORAL E.S.P.
5	111	EMPRESAS VARIAS DE MEDELLIN S.A. E.S. P.
6	251	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE GRANADA
7	474	SECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS Y MEDIO AMBIENTE
8	477	ALCALDIA MUNICIPAL DE PUERTO CARREÑO
9	565	MUNICIPIO DE CAMPAMENTO ANTIOQUIA
10	582	EMPRESAS PÚBLICAS DE URAO E.S.P.
11	626	EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO S.A. E.S.P.
12	635	EMPRESAS PUBLICAS DE PUERTO BOYACA E.S.P.
13	640	COMPAÑÍA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE SOGAMOSO S.A. E.S.P.
14	650	EMPRESA INDUSTRIAL Y COMERCIAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE CHIQUINQUIRA
15	663	JUNTA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE LA PEÑA
16	697	OFICINA DE SERVICIOS PUBLICOS MUNICIPIO DE ANZA
17	706	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE SAN JOSE DE LA MONTAÑA
18	708	SECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE DONMATIAS
19	716	INSTITUTO DE SERVICIOS VARIOS DE IPIALES
20	722	ACUASAN E.I.C.E E.S.P
21	738	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE OCAÑA S.A. E.S.P.
22	793	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE FRONTINO E.S.P. FRONTINO
23	794	AGUAS Y ASEO DE EL PEÑOL E.S.P.
24	806	BIOAGRICOLA DEL LLANO S.A EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS
25	838	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS MUNICIPIO DE ALEJANDRIA
26	898	EMPRESAS PÚBLICAS DE BELMIRA SA ESP
27	980	MUNICIPIO DE PUERTO NARIÑO
28	1375	EMPRESAS PUBLICAS DE ABEJORRAL E.P.A. E.S.P.
29	1405	SECRETARIA DE SERVICIOS PUBLICOS MUNICIPIO DE SAN VICENTE

Secuencia	ID	Nombre empresa
30	1434	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE AGUA POTABLE ALCANTARILLADO Y ASEO DEL MUNIPIO DE COPER
31	1804	EMPRESA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DE TIMBIO CAUCA E.S.P.
32	1818	MUNICIPIO DE CONCEPCION
33	1845	SERVICIOS GENERALES EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE CARACTER PRIVADO S.A. E.S.P.
34	1863	EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE CONCORDIA E.S.P.
35	1868	VEOLIA ASEO BUGA S.A. E.S.P.
36	1876	EMPRESA METROPOLITANA DE ASEO DE PASTO S.A. E.S.P.
37	2005	EMPRESAS PÚBLICAS DE LA CEJA E.S.P.
38	2044	INTERASEO S.A.S. E.S.P
39	2084	UNIDAD ADMINISTRATIVA ESPECIAL DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DE CAROLINA DEL PRINCIPE
40	2086	EMPRESA DE ACUEDUCTO ALCANTARILLADO Y ASEO DE YOPAL EICE - ESP
41	2147	BIORGANICOS DEL SUR DEL HUILA S.A E.S.P. EN REESTRUCTURACION
42	2150	AGUAS DEL PUERTO S.A E.S.P
43	2233	JUNTA MUNICIPAL DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE ZARAGOZA
44	2256	EMPRESA DE SERVICIOS DE ASEO DE VALLEDUPAR S.A E.S.P - "ASEOUPAR S.A. E.S.P."
45	2268	EMPRESAS PUBLICAS DEL MUNICIPIO DE EL SANTUARIO E.S.P.
46	2278	ASESORIAS Y SERVICIOS E.S.P. S.A.
47	2303	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE SAN JOSE DE LA MARINILLA E.S.P.
48	2311	EMPRESA DE RECICLAJE ASEO Y SERVICIOS DE MONTELIBANO S.A. E.S.P.
49	2356	EMPRESA DE SERVICIOS PÚBLICOS DE GRANADA
50	2372	EMPRESA DE ASEO DE BUCARAMANGA S.A. E.S.P.
51	2377	EMPRESA PRESTADORA DEL SERVICIO PUBLICO DE ASEO CIUDAD BOLIVAR
52	2403	EMPRESAS PUBLICAS DE CAICEDONIA E.S.P.
53	2426	MUNICIPIO DE CUMARIBO
54	2628	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE CAICEDO.
55	2690	BIOGER S.A. E.S.P.
56	2745	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DEL MUNICIPIO DE SAMANA
57	2866	ASEO URBANO S.A.S. E.S.P.
58	2989	OPERADORES DE SERVICIOS DE LA SIERRA S.A. E.S.P
59	3021	EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS DE LA DORADA E.S.P.
60	3234	CAUCASIA MEDIO AMBIENTE S.A. E.S.P.
61	3304	SERVIASEO S.A. E.S.P.
62	3328	SERVICIOS INTEGRALES EFECTIVOS S.A. E.S.P.
63	3383	SERVICIOS AMBIENTALES S.A. E.S.P.
64	3391	ASEO GENERAL SOCIEDAD ANONIMA EMPRESA DE SERVICIOS PUBLICOS
65	20018	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS MUNICIPIO DE OLAYA - ANTIOQUIA
66	20035	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS NARIÑO ANTIOQUIA

Secuencia	ID	Nombre empresa
67	20102	JUNTA DE SERVICIOS PÚBLICOS DEL MUNICIPIO DE ANGELOPOLIS
68	20109	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS AGUAS Y ASEO DEL TABOR
69	20121	UNIDAD DE SERVICIOS PUBLICOS DOMICILIARIOS DEL MUNICIPIO DE GUACA