

ANÁLISIS DE COSTOS DE TRANSPORTE EN LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS PARA EMPRESAS DE SERVICIOS PÚBLICOS DOMICILIARIOS

Ing. EDWIN ANTONIO CASAS BELLO

Introducción

El Artículo 1o del Decreto 1713 de 2002 definió como uno de los componentes y actividades del servicio público domiciliario de aseo, la transferencia de residuos sólidos previo a su disposición final, Por esta razón, teniendo en cuenta la utilidad de las Estaciones de transferencias, necesarias para el aprovechamiento de economías de escala asociadas a la prestación del servicio público de aseo, este artículo busca estimar los costos logísticos en los que se incurrirá si una empresa operadora del servicio público de aseo que implemente la Estación de Transferencia vs los costos logísticos que actualmente componen su operación, lo anterior integrado a una estrategia de implementación del proyecto de separación en la fuente de los residuos sólidos domiciliarios, aprovechando los residuos orgánicos y los residuos recuperables; para hacer más cercano a la realidad este trabajo se aplicara el estudio en el Municipio de Cajicá, Cundinamarca, Colombia; Analizando la situación actual del manejo de los residuos sólidos domiciliarios.

El presente artículo pretende responder las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las variables de mayor incidencia en el costo operativo del servicio de recolección de basuras para el Municipio de Cajicá?

¿Cuál es la viabilidad y conveniencia de la implementación de estaciones de transferencia de residuos sólidos domiciliarios el mecanismo adecuado para incrementar la eficiencia global de los servicios de manejo de los residuos sólidos domiciliarios para el Municipio de Cajicá?

¿Cuál es el beneficio que trae a los usuarios la implementación de estrategias de optimización del manejo de los residuos sólidos en el Municipio de Cajicá?

La metodología a utilizar consiste en analizar las definiciones básicas del tratamiento de residuos sólidos municipales, el concepto de estaciones de transferencia y luego con base en el análisis numérico del estado de pérdidas y ganancias de la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A. E.S.P así como la información de volúmenes de residuos sólidos gestionados, determinar si se hace necesaria y conveniente el uso de las mencionadas estaciones de transferencia.

Aparte del análisis financiero, se contemplará las implicaciones legales, ambientales y sociales del cambio en el modo de funcionamiento del sistema actual de recolección para el municipio.

Factores Relevantes Para La Viabilidad Y Conveniencia Del Uso De Estaciones De Transferencia Para Una Ciudad

El nacimiento y desarrollo de las estaciones de transferencia obedece al creciente volumen de residuos sólidos generados en determinada ciudad o población, teniendo en cuenta esto se puede identificar que las variables que permitirán determinar la viabilidad de este sistema son principalmente:

Factores relevantes en cuanto a la generación de residuos sólidos

Las variables que determinarán el volumen de residuos sólidos a gestionar en una ciudad o población son la población total de la ciudad analizada y la cantidad promedio de residuos sólidos generados por persona durante un periodo de tiempo.

El producto de las dos anteriores variables nos indicará el volumen total en Toneladas/año o Toneladas/mes de residuos sólidos generados:

Cantidad Total de Residuos generados (Toneladas en determinado Periodo de tiempo) = Población total x Volumen Promedio Residuos Generados / Persona x Unidad de tiempo

Otro posible escenario es realizar el mismo análisis en función no de individuos sino de hogares o núcleos familiares.

Encontramos así el volumen (cantidad) de residuos sólidos generados de la siguiente manera:

Cantidad (Toneladas en determinado Periodo de tiempo) = Número total de hogares x Cantidad Promedio Residuos Generados / Hogar x Unidad de tiempo

La conveniencia de este segundo método dependerá la disponibilidad y confiabilidad de la información estadística relacionada

Factores relevantes en cuanto a la recolección de residuos sólidos

Ya desde el punto de vista de la recolección y manejo de los residuos sólidos, los factores relevantes tendrán relación con la capacidad física de recolección a nivel urbano y rural (de la ciudad o población determinada) en términos de tonelaje captado en cada recorrido los vehículos recolectores así como la frecuencia de visita a cada punto de intercambio durante un intervalo de tiempo determinado.

- Cantidad de vehículos recolectores disponibles durante un mismo periodo de tiempo
- Capacidad de carga (toneladas) de cada vehículo recolector
- Capacidad total de recolección (toneladas) en un periodo de tiempo
- Número de puntos de intercambio (cada punto donde el vehículo recolector se detiene a realizar carga de residuos, puede ser puerta a puerta, basureros comunales, pequeños centros de acopio)
- Frecuencia de recolección por periodo de tiempo (número de veces en la semana o mes que se realiza recolección de residuos en un mismo punto de intercambio)

Con los anteriores valores se logra calcular las siguientes variables:

Capacidad total de recolección (Toneladas en determinado Periodo de tiempo) = Número total vehículos recolectores x Capacidad de carga / Vehículo

Como es altamente posible que el ente prestador del servicio de recolección no cuente con una flotilla uniforme de vehículos sino que cuente con diferente tipo de camiones con diversas capacidades, en ese caso para calcular la Capacidad Total debe hacerse un cálculo parcial para cada tipo de unidad y finalmente hacer la sumatoria total.

Capacidad total de recolección (Toneladas en determinado Periodo de tiempo) =

$$\sum_i^n (\text{Capacidad de Carga Vehículo } i \times \text{Número de Vehículos tipo } i)$$

Línea base de costos para el servicio de recolección de residuos sólidos en el Municipio de Cajicá

La empresa de Servicios Públicos de Cajicá S.A E.S.P. actualmente maneja tres líneas de negocio, Distribución y venta de agua potable (Acueducto), Recolección de aguas residuales (Alcantarillado), Recolección y disposición final de residuos sólidos (Aseo)

El presente artículo está enfocado solamente al último punto, el cual será analizado como un centro de costos individual. Así mismo el eje central serán los costos de recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos del municipio

Procedimiento actual de recolección de basuras

A continuación la descripción y análisis del proceso así como los costos asociados a cada etapa:

Tabla 1

Paso	Nombre	Descripción	Tiempo	Costo asociado
1	Programación de las rutas	La dirección técnica de la empresa programa las frecuencias y recorrido de cada camión	Anualmente	
2	Adquisición de EPP	Adquisición de equipos de protección personal para conductores y auxiliares	Trimestral	Compra de los Equipos
3	Alistamiento vehículos	Realización del mantenimiento preventivo de los carros recolectores conforme programación anual	Conforme a cronograma aprobado por gerencia	Pago a los talleres contratados
4	Pago de costos legales de operación	Adquisición de pólizas de responsabilidad civil para los vehículos y demás seguros e impuestos	Anualmente	ÉSOAT ÉImpuestos ÉPólizas RC y RCE
5	Recolección	Realización de cada uno de los recorridos en las frecuencias y rutas establecidas en el punto 1, el camión recorre a baja velocidad las calles y carreras mientras los auxiliares depositan la basura en la tolva	A diario	ÉCombustible camión ÉPeajes
6	Entrega de material reciclado	Por convenios de cooperación, el material reciclado es entregado sin costo a pequeñas asociaciones locales	A diario	ÉAdquisición de material para reciclaje, principalmente bolsas verdes
7	Traslado de residuos al relleno sanitario	Transportar el material no separado hasta el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo, a unos 52 Km de Cajicá	A diario	ÉCombustible camión ÉPeajes
8	Pesaje basura	Realización del pesaje del total de basura a disponer por camión/viaje	A diario	ÉCosto de disposición final, fijado por el Relleno Sanitario
9	Regreso	El camión ya vacío regresa al parqueadero de la empresa o a efectuar un nuevo recorrido según sea el caso	A diario	ÉCombustible camión ÉPeajes

Estructura de costos del proceso de recolección de basuras

Como se evidenció en la tabla anterior, cada una de las actividades del proceso tiene un costo asociado que se refleja al final de cada año fiscal en el estado de pérdidas y ganancias de la empresa. A continuación se muestra una ampliación detallada de los costos operacionales de la Empresa de Servicios Públicos de Cajicá para los años 2011 y 2012

Tabla 2

Rubro	Valor año 2012	Valor año 2011
COSTO DE VENTAS	\$ 8.248.005.664	\$ 7.420.341.348
COSTO POR SERVICIOS	\$ 8.248.005.664	\$ 7.420.341.348
Acueducto	\$ 4.701.363.228	\$ 4.229.594.515
Compra de Agua a Tibitoc	\$ 2.251.686.988	\$ 2.157.093.226
Adquisición de equipos de distribución	\$ 434.684.470	\$ 246.471.619
Construcción de redes nuevas	\$ 1.122.014.800	\$ 962.144.645
Sueldos y Salarios	\$ 117.556.130	\$ 102.557.823
Adquisición de predios	\$ 151.970.501	\$ -
Mantenimiento redes	\$ 623.450.339	\$ 761.327.202
Alcantarillado	\$ 1.732.081.190	\$ 1.558.272.682
Adquisición de tubería y materiales	\$ 801.456.255	\$ 711.204.769
Adquisición de equipos de bombeo	\$ 312.604.908	\$ 290.183.488
Adquisición de equipos de monitoreo y medición	\$ 143.000.345	\$ 129.214.398
Sueldos y Salarios	\$ 78.962.335	\$ 71.655.928
Servicios especializados de limpieza y mantenimiento	\$ 396.057.347	\$ 356.014.099
Aseo	\$ 1.814.561.246	\$ 1.632.474.151
Pago Tarifa por disposición final en Relleno Sanitario	\$ 475.532.800	\$ 342.819.770
Combustible de parque automotor	\$ 464.365.840	\$ 408.767.306
Adquisición de vehículos	\$ 198.556.711	\$ 195.785.011
Mantenimiento especializado de vehículos	\$ 205.825.700	\$ 114.276.240
Sueldos y Salarios	\$ 201.552.289	\$ 189.112.576
Pago de peajes	\$ 77.760.000	\$ 69.957.001
Adquisición de elementos dotación de limpieza	\$ 65.401.046	\$ 59.353.285
Adquisición de elementos de protección personal	\$ 18.963.230	\$ 40.609.501
Servicios especializados y estudios ambientales	\$ 66.452.070	\$ 97.520.206
Pólizas y seguros vehículos	\$ 22.653.000	\$ 48.974.252
Adquisición de material para reciclaje	\$ 17.498.560	\$ 65.299.003

Correlación entre costos operativos y volumen de residuos gestionado

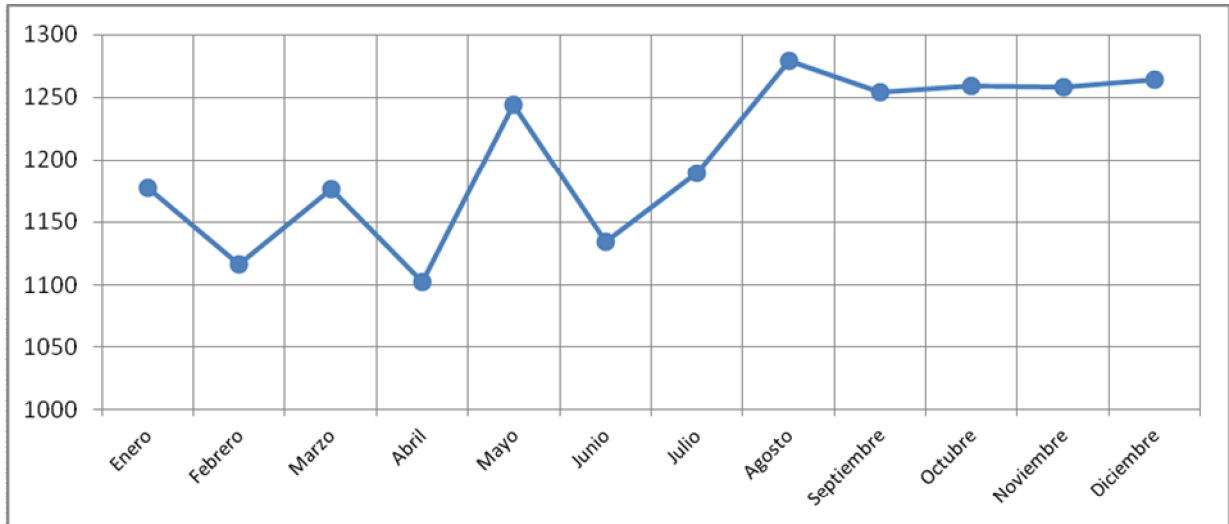
La información (suministrada por la propia empresa) muestra el volumen mensual en toneladas de residuos sólidos recolectados para el año 2012

Tabla 3

MES	Relleno Sanitario	Residuos Orgánicos	Lombri-cultura	Recolec. Asociados Orgánicos	Sub-Total Orgánicos	TOTAL (tn)	Aprovechados (%)	No Aprovechados (%)
En	986	140	0	51	191	1177	16,23%	83,77%
Feb	950	115	0	51	166	1116	14,85%	85,15%
Mar	1018	72	34	51	158	1176	13,40%	86,60%
Ab	937	59	55	51	165	1102	14,95%	85,05%
May	1058	107	28	51	186	1244	14,95%	85,05%
Jun	973	89	22	51	161	1134	14,23%	85,77%
Jul	1004	96	39	51	186	1189	15,61%	84,39%
Ag	1110	70	49	51	169	1279	13,23%	86,77%
Sept	1102	50	51	51	153	1255	12,17%	87,83%
Oct	1083	71	53	51	176	1259	13,94%	86,06%
Nov	1111	60	37	51	147	1258	11,70%	88,30%
Dic	1084	96	34	51	180	1264	14,26%	85,74%
Total	12416	1024	401	612	2037	14453	14,13%	85,87%

La ilustración 1 muestra la cantidad en toneladas que mensualmente se recolectó en el municipio para el año 2012

Ilustración 1



Costo total por tonelada de residuos sólidos recolectada

Teniendo en cuenta el dato anterior así como el volumen total de residuos recolectados, el costo por tonelada se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Costo / Tonelada} = \frac{\text{Costo Operativo Anual}}{\text{Toneladas recolectadas}}$$

$$\text{Costo / Tonelada} = \frac{\$1.814.561.246}{14458 \text{ Ton}} = \$ 125.549$$

Ingreso total por tonelada de residuos sólidos recolectada

De acuerdo al estado de pérdidas y ganancias 2012, durante dicho periodo fiscal los ingresos por concepto de facturación para cada línea de negocio corresponden a lo mostrado en la siguiente tabla:

Tabla 4

Centro de Costos	Peso Porcentual	Ingresos por facturación 2012
		\$
Acueducto	65%	7.124.212.050
		\$
Alcantarillado	15%	1.637.363.307
		\$
Aseo	21%	2.272.988.659
		\$
Total Empresa	100%	11.034.564.016

$$\text{Ingreso / Tonelada} = \frac{\text{Venta servicio de Aseo}}{\text{Toneladas recolectadas}}$$

$$\text{Costo / Tonelada} = \frac{\$ 2.272.988.659}{14453 \text{ Tons}} = \$ 157.268$$

Utilidad Operativa total del ejercicio para centro de costos

De los valores calculados en 0 y 0 se obtiene:

Utilidad Operacional del centro de Costos = Ingresos Totales - Costos Operativos

Utilidad Operacional del centro de Costos = \$ 2.272.988.659 - \$ 1.814.561.246

Utilidad Operacional del centro de Costos = \$ 458.427.413

Utilidad total por tonelada recolectada

Del valor calculado en 0 se obtiene:

$$\text{Utilidad operativa / Tonelada} = \frac{\text{Utilidad Operacional}}{\text{Toneladas recolectadas}}$$

$$\text{Utilidad operativa / Tonelada} = \frac{\$ 458.427.413}{14453 \text{ Toneladas}}$$

Utilidad operativa / Tonelada = \$ 31.718

Evolución de los costos operativos para el servicio de Aseo

La siguiente tabla muestra los valores para el centro de costo analizado entre los periodos fiscales 2008 y 2012:



PDF Complete

Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.

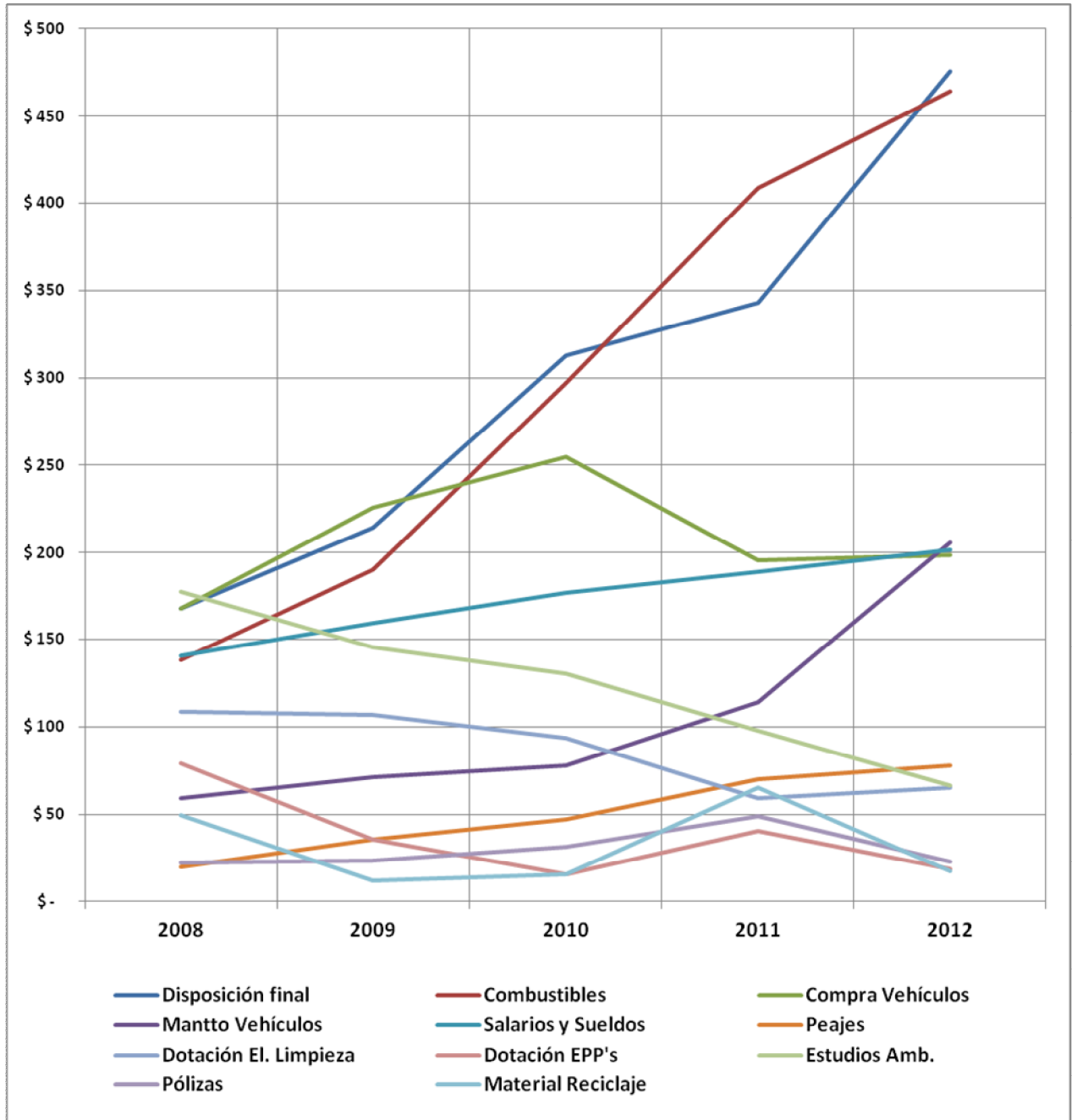
[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

Tabla 5

Periodo Fiscal	2008	2009	2010	2011	2012
Disposición final	\$167.717.597	\$214.138.334	\$312.467.540	\$342.819.770	\$475.532.800
Combustibles	\$138.120.374	\$190.345.186	\$296.844.163	\$408.767.306	\$464.365.840
Compra Vehículos	\$167.717.597	\$226.034.908	\$254.961.048	\$195.785.011	\$198.556.711
Mantenimiento Vehículos	\$ 59.194.446	\$ 71.379.445	\$ 78.116.885	\$114.276.240	\$205.825.700
Salarios y Sueldos	\$140.668.322	\$159.658.741	\$177.002.536	\$189.112.576	\$201.552.289
Peajes	\$ 19.731.482	\$ 35.689.722	\$ 46.870.131	\$ 69.957.001	\$ 77.760.000
Dotación El. Limpieza	\$108.523.151	\$107.069.167	\$ 93.740.262	\$ 59.353.285	\$ 65.401.046
Dotación EPP's	\$ 78.925.928	\$ 35.689.722	\$15.623.377	\$ 40.609.501	\$ 18.963.230
Estudios Ambientales	\$177.583.338	\$145.366.812	\$130.565.998	\$ 97.520.206	\$ 66.452.070
Pólizas	\$ 22.115.731	\$ 23.793.148	\$ 31.246.754	\$ 48.974.252	\$ 22.653.000
Material Reciclaje	\$ 49.328.705	\$ 11.896.574	\$ 15.623.377	\$ 65.299.003	\$ 17.498.560
Total Costo	\$1.129.626.671	\$1.221.061.759	\$ 1.453.062.071	\$1.632.474.151	\$1.814.561.246

La siguiente gráfica muestra el comportamiento en el tiempo de cada rubro. (Cifras en Millones de pesos)

Ilustración 2



Al comparar el crecimiento de cada rubro entre los 2008 y 2012 se obtiene los siguientes porcentajes de incremento:

Tabla 6

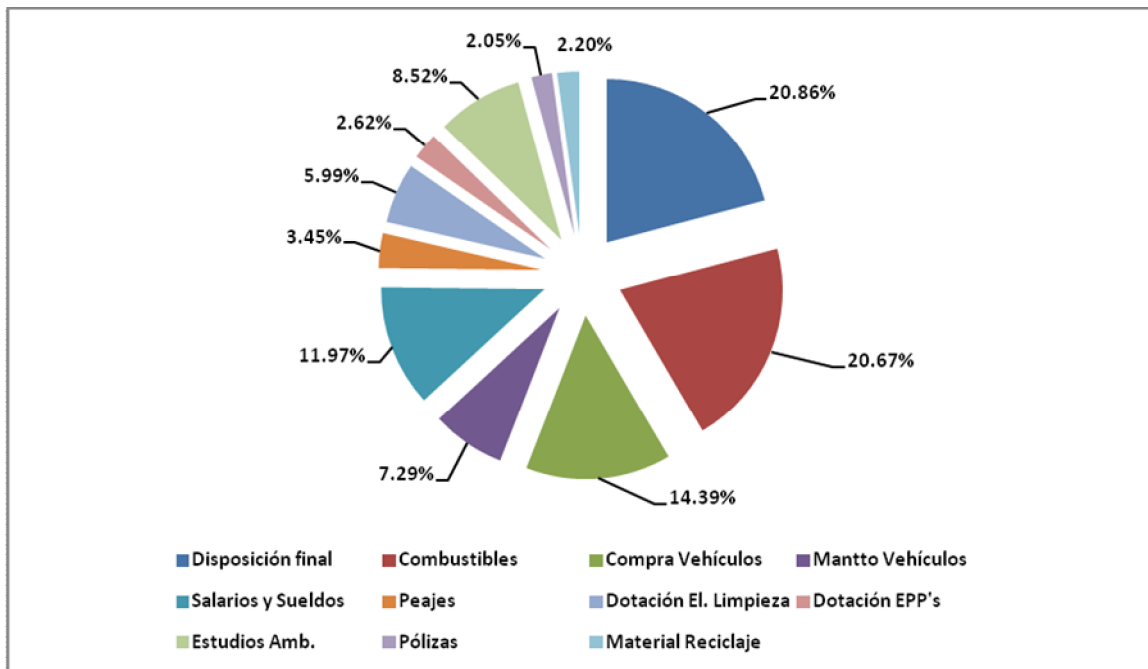
Rubro	Crecimiento entre 2008 y 2012	Ranking
Pago Tarifa por disposición final en Relleno Sanitario	284%	4
Combustible de parque automotor	336%	3
Adquisición de vehículos	118%	6
Mantenimiento especializado de vehículos	348%	2
Sueldos y Salarios	143%	5
Pago de peajes	394%	1
Adquisición de elementos dotación de limpieza	60%	8
Adquisición de elementos de protección personal	24%	11
Servicios especializados y estudios ambientales	37%	9
Pólizas y seguros vehículos	102%	7
Adquisición de material para reciclaje	35%	10

También es posible calcular el peso porcentual de cada rubro sobre el costo total operativo realizando la sumatoria de valores entre 2008 y 2009 tal como lo muestra la Tabla 7 y se grafica en la Ilustración 3

Tabla 7

Periodo Fiscal	Acumulado 2008 - 2012	Peso Porcentual
Disposición final	\$ 1.512.676.041	20,86%
Combustibles	\$ 1.498.442.869	20,67%
Compra Vehículos	\$ 1.043.055.275	14,39%
Mant. Vehículos	\$ 528.792.716	7,29%
Salarios y Sueldos	\$ 867.994.464	11,97%
Peajes	\$ 250.008.336	3,45%
Dotación El. Limpieza	\$ 434.086.911	5,99%
Dotación EPP's	\$ 189.811.758	2,62%
Estudios Ambientales	\$ 617.488.424	8,52%
Impuestos, Pólizas, Seguros	\$ 148.782.885	2,05%
Material Reciclaje	\$ 159.646.219	2,20%
Total Costo	\$ 7.250.785.898	100%

Ilustración 3



Al observar los datos anteriores, se concluye que las variables que más inciden en el costo logístico del servicio son:

Disposición final: Tarifa que la Empresa debe pagar al relleno sanitario por el recibo de los residuos sólidos

Combustibles: para la flota de camiones encargados de la recolección y traslado de los residuos hasta el relleno sanitario

Así mismo son estas las variables de mayor crecimiento entre el periodo de análisis 2008 a 2012 como se evidenció en la Tabla 6



ANÁLISIS DE LA CONVENIENCIA E IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES DE TRANSFERENCIA PARA EL MUNICIPIO DE CAJICÁ

Como se mencionó en el capítulo uno del presente estudio, las estaciones de transferencia buscan optimizar los costos y tiempos de servicio en el sistema de recolección de residuos sólidos de una ciudad o unidad territorial.

Esto empieza a ser factible cuando la demanda del servicio (es decir, la generación de residuos sólidos) supera significativamente la capacidad de atención (recolección), de tal modo que en un horizonte de planificación de entre 5 a 10 o 15 años, la inversión económica realizada para la implementación del sistema de transferencia.

Además de la conveniencia financiera del cambio de sistema, existen otros ámbitos que determinarán la viabilidad y conveniencia del sistema.

Inclusión de zonas de alto impacto ambiental en el Plan de Ordenamiento Territorial

El artículo 23 del Acuerdo 21 de Septiembre de 2008 por medio del cual por el cual se ajusta el plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Cajicá se determina que las zonas destinadas para infraestructura de servicios públicos serán aprovechadas únicamente para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y para los sistemas de tratamiento de vertimientos de otros sectores rurales.

En virtud de lo anterior, para dar viabilidad a la construcción de estaciones de transferencia debe presentarse ante el concejo municipal un proyecto de acuerdo que modifique el POT e incluya, previos estudios técnicos, la asignación de zonas especiales para tal fin.

Dichos estudios deben contemplar la ubicación geográfica óptima y factible de las estaciones

En este sentido no basta con asignar una extensión acorde a los requerimientos en superficie (metros cuadrados) requeridos para cada estación de transferencia, sino un área contigua lo suficientemente grande para contingencias y medidas ecológicas como la siembra de barreras naturales (árboles) así como evitar la construcción de vivienda dentro de un perímetro de posible impacto ambiental.

La asignación de estas áreas posiblemente no coincida con terrenos que sean propiedad del municipio, lo cual implicaría llevar a cabo un proceso de negociación y compra de predios, con sus respectivos tiempos y costos.

Obtención de licencias ambientales

Una vez modificado el Plan de Ordenamiento Territorial, debe solicitarse los permisos respectivos ante la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca CAR así como ante los demás entes reguladores con competencias para viabilizar la construcción de las estaciones de transferencia. Adicional a lo anterior, debe buscarse la correspondencia



entre esta iniciativa con los planes de desarrollo municipal, departamental y nacional, así como a los objetivos y estrategias regionales para la gestión ambiental, los cuales apuntan al uso de grandes centros de procesamiento y disposición final de residuos sólidos en vez de centros de inferior capacidad o de procesamiento intermedio.

Oportunidad de negocio

Teniendo en cuenta que en las localidades de la Sabana Centro, Sabana Norte y Región de Rionegro el único sitio de disposición final de residuos sólidos es el relleno sanitario Nuevo Mondoñedo y los 18 Municipios de esta zona realizan el transporte de estos residuos directamente en los vehículos compactadores desde su centroide hasta el sitio de disposición final, la implementación de la estación de transferencia de Cajicá puede ser ofertada para que estos Municipios le utilicen y generen un mayor margen de utilidad.

Impacto social

Aún si se lograra obtener la aprobación de los entes reguladores y la asignación de áreas en el POT, el impacto social es un riesgo más difícil de cuantificar y determinará la posibilidad de construcción de las estaciones. Entre los posibles efectos potenciales se tiene:

Devaluación de la propiedad raíz circundante

- Detrimento paisajístico y estético
- Costo de oportunidad para la construcción de otro tipo de estructuras comunitarias
- Inconformidad y protestas de la comunidad



BIBLIOGRAFÍA

Resolución 351 de 2005, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico ó CRA.

Documento de trabajo (2005) Metodologías de costos y tarifas para el servicio público de aseo, Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico ó CRA.

Sánchez, J. y Estrada, R. (1996), Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas, Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.

Decreto 1713 de 2002 y Contrato de Condiciones Uniformes para la prestación del Servicio Público Domiciliario de Aseo, Municipio de Cajicá, Cundinamarca.

Decreto 1713 de 2002, "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".