
 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

4.1.2 PROYECTO: IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INDICADORES DE GESTIÓN Y RESULTADOS DEL SERVICIO DE ASEO DOMICILIARIO – SIGR

4.1.2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Las condiciones del servicio estándar establecidas en la regulación actual del servicio de aseo son muy generales y no permiten valorar el desempeño real de los prestadores.

Esta limitación y la poca publicidad de las condiciones de calidad y desempeño ofrecidas, impiden que el modelo de competencia garantice los beneficios esperados y permita:

Al usuario:

- Tomar una decisión calificada en el momento de escoger al prestador

A los organismos de control:

- Tener parámetros de medición para aplicar sanciones o dirimir conflictos entre las empresas y de estas con los usuarios.

Al municipio:

- Ejercer su deber constitucional de garante de la prestación eficiente, continua, de máxima cobertura y mínimo costo posible.

A los operadores:

- Desarrollar incentivos a la eficiencia



A las veedurías ciudadanas y vocales de control:

- Ejercer su labor con total objetividad.

4.1.2.2 OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar e Implementar una herramienta para la evaluación del sistema de gestión de calidad en la prestación del servicio de aseo domiciliario en el Área Metropolitana de Bucaramanga, que incluya la aplicación y documentación de indicadores técnicos, operacionales, financieros y ambientales, para realizar el seguimiento y control de la oferta empresarial y procurar el mejoramiento continuo y el beneficio de los usuarios.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Objetivos específicos

- Establecer las variables críticas que afectan calidad y eficiencia en la prestación del servicio público domiciliario de aseo del Área Metropolitana de Bucaramanga.
- Diseñar y modelar una empresa eficiente con parámetros de eficiencia y mínimo costo, que garantice la continuidad, cobertura y calidad del servicio a los usuarios del Área Metropolitana de Bucaramanga.
- Implementar los indicadores planteados en el modelo de empresa eficiente, para obtener parámetros de control exigibles a los operadores del servicio de aseo del AMB.
- Otorgar elementos de juicio suficientes a las entidades competentes e interesadas, para que evalúen y divulguen la gestión empresarial de los entes prestadores del AMB.
- Suministrar una herramienta de evaluación a las empresas prestadoras, que permita la gestión y optimización de los recursos, la racionalización de los costos y los gastos y el mejoramiento continuo de la planeación y ejecución de los procesos administrativos y operativos en la prestación del servicio público domiciliario de aseo en el Área Metropolitana de Bucaramanga.



4.1.2.3 ALCANCE

Diseño del SISTEMA DE INDICADORES del Servicio Público Domiciliario de Aseo del Área Metropolitana de Bucaramanga, a partir de un Modelo de Empresa Eficiente evaluada en el marco del PGIRS metropolitano, fijando parámetros que sirvan de guía exigible a los operadores del servicio en el AMB.

4.1.2.4 DESARROLLO DEL MODELO CONCEPTUAL

Definición del sistema de indicadores

El fundamento teórico que acompaña la implementación de un sistema de indicadores de gestión y resultados frente a la prestación del servicio de aseo, corresponde a la estructuración de los índices financieros y operativos; los primeros estarán orientados a medir aspectos como la liquidez, la utilidad operacional, el nivel de endeudamiento y la eficiencia en el recaudo que se genera al interior del ente prestador gracias a la gestión que se realice, y los segundos se fijarán para todos los componentes del servicio (recolección y transporte, barrido y limpieza y disposición final) y estarán dirigidos a medir la cobertura, la continuidad y la eficiencia de los procesos ejecutados, permitiendo así, alcanzar la racionalización de los costos y la optimización de los recursos que a su vez, se refleje en valores tarifarios acordes a las condiciones de los municipios en cuestión.

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Los indicadores seleccionados, corresponden a los establecidos por la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA, a los establecidos por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente CEPIS, a los formulados en la metodología general para la elaboración del PGIRS y a los establecidos por el grupo técnico del PGIRS, de acuerdo con lo identificado en las etapas de diagnóstico y formulación de programas y proyectos.

Para la definición de los indicadores, se tuvo en cuenta, el cumplimiento de los siguientes parámetros:

- Indicadores medibles, en términos de eficiencia de acuerdo a lo identificado en el AMB
- Aporte significativo en la aplicación de los indicadores, al momento de evaluar la gestión y calidad del servicio de aseo en el AMB.

Ahora bien, el sistema de indicadores propuesto presenta una clasificación de acuerdo con las características del servicio que se están evaluando; dicha categorización es la siguiente:



- Indicadores operacionales
- Indicadores de calidad
- Indicadores de aceptación pública
- Indicadores financieros
- Indicadores ambientales

Para la determinación y el cálculo de los indicadores fue necesario desarrollar un modelo de empresa, basada en parámetros costo eficientes, que permitieron establecer los valores de los indicadores óptimos a los cuales se debe llegar para garantizar la calidad, eficiencia y cobertura en la prestación del servicio público de aseo domiciliario en el Área Metropolitana de Bucaramanga. A continuación se presenta las variables generales que se tiene en cuenta para el desarrollo del modelo.

➤ **Variables generales**

- **Producción Promedio por Usuario –PPU:** en los resultados hallados en la etapa de diagnóstico se determinó el PPU para cada uno de los municipios de Área Metropolitana de Bucaramanga, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 1 Producción Promedio por Usuario mes en los municipios de AMB

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

PRODUCCION PROMEDIO POR USUARIO - PPU	VALOR
Bucaramanga	0,094
Floridablanca	0,079
San Juan de Giron	0,087
Piedecuesta	0,075
Area Metropolitana de Bucaramanga	0,087

En los cálculos realizados en el desarrollo del presente proyecto se tomo como referencia el PPU calculado para el AMB. Es decir 0.087 Toneladas por Usuario mes.



- **Usuarios por Estrato:** De acuerdo con las proyecciones de población para el Área Metropolitana de Bucaramanga se determino el numero de usuarios por estrato para un horizonte de 15 años. En la siguiente tabla se presenta la proyección de usuarios por estrato

Tabla 2 Proyección de usuarios por estrato en el AMB

PROYECCION DE USUARIOS PARA EL AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA									
USUARIOS	TOTAL AREA METROPOLITANA	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4	Estrato 5	Estrato 6	Pequeño Productor	Gran productor
2.004	193.154	15.619	46.459	62.393	38.484	5.044	6.840	12.847	5.468
2.005	196.833	15.895	47.553	63.701	39.057	5.142	6.925	13.029	5.530
2.006	200.601	16.178	48.677	65.043	39.642	5.243	7.011	13.215	5.592
2.007	204.462	16.468	49.833	66.419	40.237	5.346	7.099	13.404	5.655
2.008	208.417	16.764	51.021	67.831	40.845	5.452	7.188	13.597	5.719
2.009	212.469	17.068	52.242	69.278	41.465	5.561	7.278	13.793	5.784
2.010	216.622	17.378	53.498	70.764	42.098	5.672	7.370	13.993	5.849
2.011	220.878	17.696	54.790	72.287	42.743	5.787	7.463	14.196	5.916
2.012	225.241	18.022	56.118	73.851	43.402	5.904	7.557	14.404	5.983
2.013	229.712	18.355	57.484	75.455	44.074	6.025	7.653	14.615	6.051
2.014	234.295	18.696	58.889	77.101	44.760	6.148	7.750	14.830	6.120
2.015	238.994	19.046	60.334	78.790	45.460	6.275	7.849	15.050	6.189
2.016	243.813	19.404	61.820	80.524	46.175	6.405	7.949	15.274	6.260
2.017	248.753	19.771	63.349	82.304	46.905	6.539	8.051	15.502	6.331
2.018	253.819	20.147	64.922	84.130	47.650	6.676	8.155	15.735	6.404
2.019	259.015	20.532	66.540	86.005	48.412	6.817	8.260	15.972	6.477

A continuación se presentara el análisis técnico, operacional y financiero para cada uno de los componentes del servicio publico de aseo domiciliario, a saber, Recolección y Transporte, Barrido y Limpieza y Disposición Final. A partir de este análisis se determinan los indicadores para cada uno de ellos y los parámetros con los cuales debe cumplir una empresa para garantizar la calidad, eficiencia y cobertura en la prestación del servicio.

❖ COMPONENTE DE RECOLECCION Y TRANSPORTE

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

• **ANÁLISIS TÉCNICO- OPERACIONAL**

✓ ***Variables técnico-operativas del componente de recolección y transporte***

- Velocidad de Operación. (5 Km. / hr.)
- Velocidad de Transporte en vías pavimentadas. (40 Km. / hr.)
- Velocidad de Transporte en vías destapadas. (20 Km. / hr.)
- Capacidad de Vehículos. (14 Toneladas y 7 Toneladas)
- Factores de Repaso. (10%)
- Condiciones viales (Fácil y Difícil Acceso).
- Expansión Urbana. (según POT de cada municipio)
- Viajes Diarios Sitio de Disposición Final. (2, 3 y 4 viajes diarios por vehículo)
- Factor de Eficiencia. (85%)
- Turnos de Trabajo. (turnos de 8 horas)
- Frecuencia Semanal. (3 veces)
- Personal Vinculado.
- Horario de Operación.
- Cuadrillas de Trabajo (un conductor y dos ayudantes)

• **Diseño del sistema de recolección y transporte**

Para el establecimiento del sistema de recolección a adoptar, se identificaron los posibles escenarios existentes en cuanto a la cantidad de equipos requeridos de acuerdo a las proyecciones de generación de residuos en el AMB. Dichos escenarios partieron del supuesto sobre el número de viajes que un vehículo recolector de determinada capacidad debería realizar al sitio de disposición final, utilizando el 85% de su capacidad instalada. Los escenarios han sido clasificados en:



- Escenario 1 : 2 viajes al sitio de disposición final
- Escenario 2 : 3 viajes al sitio de disposición final
- Escenario 3 : 4 viajes al sitio de disposición final

Asimismo, se tuvo en cuenta el grado de accesibilidad de los diferentes sectores del AM, ya que de esto dependen las características de los vehículos seleccionados. Estas zonas han sido clasificadas en:

- Zonas de normal acceso
- Zonas de difícil acceso

Las zonas de normal acceso son aquellas donde la recolección puerta a puerta se puede realizar sin ninguna dificultad, ya que las vías de acceso cumplen con características técnicas, como el hecho de estar pavimentada, ser lo suficientemente amplia para permitir el paso del vehículo recolector sin causar inconvenientes en el tránsito etc.

Las zonas de difícil acceso son aquellas a las cuales se dificulta o es imposible recoger los residuos en la puerta, generalmente son usuarios cuya residencia se encuentra en

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

zonas peatonales, barrios de invasión en los cuales no existen vías internas o zonas cuyas vías de acceso son muy angostas y no permiten a un vehículo recolector realizar circular sin afectar el tránsito o simplemente no le permite realizar ninguna maniobra.

El procedimiento llevado a cabo para la determinación del sistema de recolección eficiente fue:

- Cálculo de la cantidad de residuos sólidos a recolectar por día de recolección y por zona
- Cálculo de equipos requeridos para la operación del sistema eficiente.
- Cálculo del personal de recolección requerido
- Estimación de la cantidad de equipos de reserva y otros.

Los escenarios fueron calculados a partir de la información cartográfica suministrada por el AMB, la información de usuarios suministrada por el acueducto metropolitano, las proyecciones de población y generación de residuos calculadas por el grupo PGIRS, y la capacidad de los vehículos utilizados actualmente en la prestación del servicio.

La evaluación técnica de los escenarios, fue realizada con base en la definición de las zonas de fácil y difícil acceso y el cálculo de las longitudes de recolección y transporte, realizado mediante la manipulación del software ARCVIEW. Adicionalmente, se utilizó la información sobre velocidades de operación y transporte utilizadas en el AMB.

➤ **Cantidad de residuos sólidos a recolectar en el servicio domiciliario**

Los residuos sólidos domiciliarios se han clasificado en biotransformables, reciclables e inertes. Para el sistema propuesto, el servicio de recolección selectiva de la empresa eficiente, se encargará de la recolección de los residuos inertes y biotransformables, con una frecuencia de tres veces por semana en la cual dos días se recolectarán los residuos biotransformables y un día los residuos inertes.

La cantidad de residuos a recolectar, se obtuvo de procesar los datos de la *proyección general de residuos*, los *porcentajes de participación* de los municipios en lo relacionado con la generación y la *cantidad de residuos reciclables* que se van a aprovechar, los cuales tendrán un sistema de recolección y transporte independiente.

Según lo anterior, los residuos a transportar dentro del servicio de recolección domiciliaria son:



 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 3. Cantidades mensuales de residuos sólidos a transportar en el AMB en el servicio de recolección y transporte domiciliario

Año	Residuos generados en el AMB (Ton / mes)	Materiales reciclables a aprovechar (Ton / mes)	Materiales biotransformables a aprovechar (Ton / mes)	Residuos a recolectar en el servicio domiciliario (Ton / mes)*
2004	16,881.47	372.00	0.00	16,509.47
2005	17,191.31	501.24	0.00	16,690.07
2006	17,508.46	675.37	0.00	16,833.09
2007	17,833.17	910.00	0.00	16,923.17
2008	18,165.63	1,023.06	647.71	17,142.57
2009	18,506.09	1,150.16	873.12	17,355.93
2010	18,854.74	1,293.06	1,176.96	17,561.69
2011	19,211.85	1,453.70	1,586.56	17,758.14
2012	19,577.64	1,634.31	2,138.69	17,943.33
2013	19,952.34	1,837.36	2,882.96	18,114.98
2014	20,336.22	2,065.63	3,886.25	18,270.59
2015	20,729.55	2,224.66	4,388.41	18,504.89
2016	21,132.63	2,395.94	4,955.46	18,736.69
2017	21,545.65	2,580.40	5,595.78	18,965.25
2018	21,968.98	2,779.07	6,318.84	19,189.92
2019	22,402.90	2,993.03	7,135.32	19,409.87



Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Residuos generados en el AMB – Residuos reciclables a aprovechar

Una vez identificada la cantidad de residuos a transportar en el AMB, se establecieron las cantidades a recolectar por municipio, con base en el cálculo de los porcentajes de participación en la generación actual y proyectada, de cada municipio respecto al AMB (Tabla 2). Los resultados de este cálculo son presentados en la tabla 3.

Tabla 4. Porcentajes de participación en la generación de residuos por municipio respecto al AMB

Año	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
2004	60.1%	22.2%	9.8%	7,88%
2005	59.6%	22.5%	10.0%	7,88%
2006	59.2%	22.8%	10.1%	7,89%
2007	58.7%	23.1%	10.2%	7,89%
2008	58.3%	23.5%	10.3%	7,90%
2009	57.8%	23.8%	10.5%	7,90%
2010	57.4%	24.1%	10.6%	7,90%
2011	56.9%	24.5%	10.7%	7,91%
2012	56.5%	24.8%	10.8%	7,91%

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

2013	56.0%	25.1%	11.0%	7,84%
2014	55.5%	25.5%	11.1%	7,91%
2015	55.1%	25.8%	11.2%	7,91%
2016	54.6%	26.2%	11.3%	7,90%
2017	54.1%	26.5%	11.5%	7,90%
2018	53.6%	26.9%	11.6%	7,90%
2019	53.2%	27.2%	11.7%	7,89%

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Tabla 5. Cantidades mensuales de residuos sólidos a transportar en el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios

Año	Residuos a transportar (Ton / mes)				
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta	AMB
2004	9921.57	3661.63	1625.94	1300.33	16509.47
2005	9955.30	3755.05	1664.09	1315.62	16690.07
2006	9964.79	3841.46	1699.00	1327.85	16833.09
2007	9941.51	3916.96	1728.91	1335.79	16923.17
2008	9992.42	4023.79	1772.53	1353.83	17142.57
2009	10037.51	4131.03	1816.13	1371.26	17355.93
2010	10075.93	4238.23	1859.53	1387.99	17561.69
2011	10106.84	4344.92	1902.53	1403.85	17758.14
2012	10129.23	4450.53	1944.89	1418.68	17943.33
2013	10142.02	4554.36	1986.28	1432.32	18114.98
2014	10144.01	4655.64	2026.40	1444.53	18270.59
2015	10187.57	4778.69	2075.80	1462.83	18504.89
2016	10227.30	4903.04	2125.57	1480.78	18736.69
2017	10262.83	5028.51	2175.61	1498.30	18965.25
2018	10293.86	5154.88	2225.82	1515.36	19189.92
2019	10320.02	5281.88	2276.10	1531.87	19409.87



Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Con base en los datos de la tabla 3, se calcularon los valores a recolectar por día de recolección, asumiendo una frecuencia de 3 veces por semana, y la división del Área Metropolitana en 2 zonas de operación (una zona atendida los días lunes, miércoles y viernes y la otra los días martes, jueves y sábado), de tal manera que se logre la utilización de los vehículos 6 veces por semana.

El cálculo fue realizado utilizando la fórmula:

$$RDR = (RMR / S) / (F * Z) \quad (1)$$

Donde,

	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

RDR = Residuos diarios a recolectar
RMR = Residuos mensuales a recolectar
S = Número de semanas del mes
F = Frecuencia de recolección
Z = Número de zonas

Los resultados de la aplicación de la fórmula se presentan en la tabla 4.

Tabla 6. Cantidades de residuos sólidos a transportar por día de recolección en el servicio de recolección de residuos sólidos domiciliarios



Año	Residuos a transportar (Ton / día)				
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta	AMB
2004	381.89	140.94	62.58	50.05	635.47
2005	383.19	144.54	64.05	50.64	642.42
2006	383.56	147.86	65.40	51.11	647.93
2007	382.66	150.77	66.55	51.42	651.39
2008	384.62	154.88	68.23	52.11	659.84
2009	386.36	159.01	69.91	52.78	668.05
2010	387.83	163.13	71.58	53.43	675.97
2011	389.02	167.24	73.23	54.04	683.53
2012	389.89	171.31	74.86	54.61	690.66
2013	390.38	175.30	76.45	55.13	697.27
2014	390.45	179.20	78.00	55.60	703.26
2015	392.13	183.94	79.90	56.31	712.27
2016	393.66	188.72	81.82	57.00	721.20
2017	395.03	193.55	83.74	57.67	729.99
2018	396.22	198.42	85.67	58.33	738.64
2019	397.23	203.31	87.61	58.96	747.11

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Una vez identificadas las cantidades de residuos a recolectar y transportar por día, se calculó la cantidad correspondiente a zonas de difícil y normal acceso. Para este cálculo, se determinó el porcentaje de participación de las zonas de normal y difícil acceso para cada municipio del AMB, mediante la utilización de un sistema de información geográfica, que ayudó a determinar, el número de barrios y la cantidad de usuarios en cada zona. Lo anterior permitió establecer un porcentaje de participación respecto al número de usuarios obteniendo como resultado la siguiente tabla:

Tabla 7. Porcentajes de participación de las zonas de difícil y normal acceso, en la generación de residuos sólidos domiciliarios

Municipio	Participación de las zonas de difícil acceso	Participación de las zonas de acceso normal
-----------	--	---

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Bucaramanga	4.60%	95.40%
Floridablanca	23.69%	76.31%
Girón	43.50%	56.50%
Piedecuesta	40.05%	59.95%
AMB	16.34%	83.66%

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Relacionando los porcentajes de la tabla 5, con los datos de recolección diaria por municipio, se obtuvieron las cantidades a recolectar en las zonas de difícil y normal acceso por cada municipio y total para el Área Metropolitana (ver tabla 6).





	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 8. Cantidades diarias de residuos sólidos a recolectar en las zonas de difícil y normal acceso

Año	Cantidad de residuos sólidos domiciliarios a recolectar (Ton / día)									
	Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Piedecuesta		AMB	
	Zona de normal acceso	Zona de difícil acceso	Zona de normal acceso	Zona de difícil acceso	Zona de normal acceso	Zona de difícil acceso	Zona de normal acceso	Zona de difícil acceso	Zona de normal acceso	Zona de difícil acceso
2004	364.32	17.57	107.55	33.39	35.36	27.22	30.00	20.05	531.63	103.84
2005	365.56	17.63	110.29	34.24	36.19	27.86	30.36	20.28	537.45	104.97
2006	365.91	17.65	112.83	35.03	36.95	28.45	30.64	20.47	542.05	105.87
2007	365.05	17.61	115.05	35.72	37.60	28.95	30.82	20.59	544.95	106.44
2008	366.92	17.70	118.19	36.69	38.55	29.68	31.24	20.87	552.02	107.82
2009	368.58	17.78	121.34	37.67	39.50	30.41	31.64	21.14	558.89	109.16
2010	369.99	17.84	124.49	38.65	40.44	31.14	32.03	21.40	565.51	110.46
2011	371.13	17.90	127.62	39.62	41.37	31.86	32.39	21.64	571.84	111.69
2012	371.95	17.94	130.72	40.58	42.30	32.56	32.74	21.87	577.80	112.86
2013	372.42	17.96	133.77	41.53	43.20	33.26	33.05	22.08	583.33	113.94
2014	372.49	17.96	136.75	42.45	44.07	33.93	33.33	22.27	588.34	114.91
2015	374.09	18.04	140.36	43.58	45.14	34.76	33.75	22.55	595.89	116.39
2016	375.55	18.11	144.01	44.71	46.23	35.59	34.17	22.83	603.35	117.85
2017	376.85	18.17	147.70	45.85	47.31	36.43	34.57	23.10	610.71	119.28
2018	377.99	18.23	151.41	47.01	48.41	37.27	34.97	23.36	617.95	120.70
2019	378.95	18.28	155.14	48.17	49.50	38.11	35.35	23.62	625.03	122.08

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

La tabla anterior resume el escenario sobre el cual se calculó la cantidad de vehículos requeridos según su capacidad, de acuerdo al número de viajes planteado para establecer los escenarios.

➤ Equipos de recolección requeridos en el sistema eficiente

Para estimar la cantidad de equipos requeridos ha sido necesario determinar los siguientes parámetros:

- Relación Toneladas a recolectar / Capacidad del vehículo vs. número de viajes
- Tiempos de operación estimados para cada escenario.

✓ Relación Toneladas a recolectar / Capacidad del vehículo vs. número de viajes

Para el cálculo del parque automotor ideal con un funcionamiento óptimo, se utilizaron los datos de cantidades de residuos a recolectar por día de recolección, según la accesibilidad de la zona sobre la que se prestará el servicio.

Como criterio de diseño y con base en las experiencias de los actuales operadores del servicio de recolección y transporte, se utilizaron equipos compactadores de dos capacidades: compactadores de 14 toneladas, para las zonas de acceso normal, y compactadores de 7 toneladas, para zonas de difícil acceso. Como criterio adicional, se empleó una subutilización del 15% de la capacidad del vehículo, con el fin de establecer un factor de seguridad que permita absorber las fluctuaciones en la generación de residuos en los distintos días de la semana y las que puedan presentarse en las diferentes épocas del año.

El cálculo del número de vehículos de recolección se efectuó, definiendo tres posibles escenarios, de acuerdo al número de viajes: el primero, con dos viajes diarios al sitio de disposición final; el segundo, con tres viajes; y el tercero con cuatro viajes diarios.

Como resultado, la fórmula aplicada para el cálculo de vehículos de acuerdo a los diferentes escenarios sería:

$$N^{\circ}.Viajes = RDR / (Fs * CV * N) \quad (2)$$

Donde:

RDR = Residuos diarios a recolectar (Ton / día)
CV = Capacidad del vehículo compactador (Ton)
Fs = Factor de seguridad (0,85)
N = Número de viajes diarios al sitio de disposición final

Los resultados de la aplicación de la fórmula se presentan en las tablas 7, 8 y 9.



 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 9. Vehículos requeridos para un escenario de dos viajes diarios

Año	Cantidad de vehículos requeridos para 2 viajes diarios									
	Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Piedecuesta		Total	
	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton
2004	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2005	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2006	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2007	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2008	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2009	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2010	16	2	5	3	2	3	2	2	25	10
2011	16	2	6	4	2	3	2	2	26	10
2012	16	2	6	4	2	3	2	2	26	11
2013	16	2	6	4	2	3	2	2	26	11
2014	16	2	6	4	2	3	2	2	26	11
2015	16	2	6	4	2	3	2	2	26	11
2016	16	2	6	4	2	3	2	2	26	11
2017	16	2	6	4	2	3	2	2	26	11
2018	16	2	7	4	2	3	2	2	27	11
2019	16	2	7	4	2	3	2	2	27	11

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Tabla 10. Vehículos requeridos para un escenario de tres viajes diarios



Año	Cantidad de vehículos requeridos para 3 viajes diarios									
	Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Piedecuesta		Total	
	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton
2004	10	1	3	2	1	2	1	1	15	6
2005	10	1	3	2	1	2	1	1	15	6
2006	10	1	3	2	1	2	1	1	15	6
2007	10	1	3	2	1	2	1	1	15	6
2008	10	1	3	2	1	2	1	1	15	6
2009	10	1	4	2	1	2	1	1	16	6
2010	10	1	4	2	1	2	1	1	16	6
2011	10	1	4	2	1	2	1	1	16	6
2012	10	1	4	2	1	2	1	1	16	6
2013	10	1	4	2	1	2	1	1	16	6
2014	11	1	4	3	1	2	1	1	17	7
2015	11	1	4	3	1	2	1	1	17	7
2016	11	1	4	3	1	2	1	1	17	7
2017	11	1	4	3	1	2	1	1	17	7
2018	11	1	4	3	2	2	1	1	18	7
2019	11	1	4	3	2	2	1	1	18	7

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Tabla 11. Vehículos requeridos para un escenario de cuatro viajes diarios

Año	Cantidad de vehículos requeridos si se realizan 4 viajes diarios									
	Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Piedecuesta		Total	
	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton	14 Ton	7 Ton
2004	8	1	3	2	1	1	1	1	13	5
2005	8	1	3	2	1	1	1	1	13	5
2006	8	1	3	2	1	1	1	1	13	5
2007	8	1	3	2	1	1	1	1	13	5
2008	8	1	3	2	1	1	1	1	13	5
2009	8	1	3	2	1	1	1	1	13	5
2010	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2011	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2012	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2013	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2014	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2015	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2016	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2017	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2018	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6
2019	8	1	3	2	1	2	1	1	13	6

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

✓ Tiempos de operación estimados para los diferentes escenarios

La relación entre las toneladas a recolectar y la capacidad de diseño de los vehículos compactadores, por sí sola, no permite obtener un criterio definitivo sobre la cantidad de equipos de recolección que se deban emplear en un sistema de aseo eficiente; además de esta relación es importante conocer los periodos de operación que se requerirán de acuerdo a las longitudes y cantidad de vehículos calculados, esto con el objeto de determinar si las jornadas laborales son o no, adecuadas para el sistema propuesto.

Los tiempos de operación fueron calculados determinando los tiempos productivos y de transporte, basados en las relaciones existentes entre las velocidades utilizadas para el diseño, y las longitudes que deberán recorrer los vehículos compactadores, tanto en la operación como en el transporte de los residuos hasta el sitio de disposición final.

Las velocidades de diseño utilizadas fueron: 5 kilómetros por hora para el vehículo en operación, 40 kilómetros por hora para el transporte de los residuos en zonas pavimentadas y 20 kilómetros por hora en zonas no pavimentadas.

Las longitudes de operación corresponden a las longitudes de las vías del municipio; las longitudes de transporte corresponden a las distancias calculadas desde el centroide de cada uno, hasta el sitio de disposición final. (ver tablas 10 y 12).

Tabla 12. Longitud total de vías por municipio

Municipio	Longitud total de vías del municipio (Km.)	
	Zona de acceso normal	Zona de difícil acceso
Bucaramanga	1062.9	33.8
Floridablanca	343.6	157.3
Girón	168.6	60.5
Piedecuesta	36.8	38.6
AMB	1611.9	290.1

Fuente: Grupo SIG PGIRS AMB

Las longitudes de operación, han sido modificadas, estimando un factor de crecimiento de vías, dependiendo de la expansión urbana de cada municipio, establecida en cada POT. Se determinó este factor de crecimiento y se aplicó a las vías del recorrido de recolección, la distancia del centroide de producción al sitio de deposición final (Para los cálculos de este proyecto se tomó como referencia El Carrasco) permanecen constantes.



 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 13. Incremento acumulado estimado en la longitud vías del municipio

INCREMENTO ACUMULADO DE LA LONGITUD DE RECORRIDO				
AÑO	BUCARAMANGA	FLORIDA	GIRON	PIEDECUESTA
2005	2,047%	2,098%	2,416%	0,000%
2006	3,106%	3,143%	3,669%	0,000%
2007	4,188%	4,184%	4,949%	0,000%
2008	5,295%	5,221%	6,257%	0,000%
2009	6,426%	6,253%	7,589%	0,000%
2010	7,581%	7,280%	8,947%	0,000%
2011	8,760%	8,302%	10,327%	0,000%
2012	9,964%	9,318%	11,729%	0,000%
2013	11,192%	10,328%	13,151%	0,000%
2014	0,000%	11,336%	14,590%	0,716%
2015	0,000%	12,341%	16,045%	0,778%
2016	0,000%	13,343%	17,514%	0,834%
2017	0,000%	14,342%	18,996%	0,887%
2018	0,000%	15,337%	20,491%	0,938%
2019	0,000%	16,327%	21,997%	0,987%

Fuente: Grupo PGIRS AMB



Tabla 14. Longitud de transporte desde cada municipio hasta los posibles sitios de disposición final

Municipio	Bucaramanga		Floridablanca		Girón		Piedecuesta	
Accesibilidad	Zona de fácil acceso	Zona de difícil acceso	Zona de fácil acceso	Zona de difícil acceso	Zona de fácil acceso	Zona de difícil acceso	Zona de fácil acceso	Zona de difícil acceso
Kilómetros de transporte hasta el Carrasco								
Tramo pavimentado	8.0	16.0	9.7	9.7	6.0	9.0	20.0	20.0
Kilómetros de transporte hasta Peñas								
Tramo pavimentado	13.3	21.3	15.0	15.0	1.0	2.0	25.3	25.3
Tramo sin pavimentar	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Kilómetros de transporte hasta Chocó								
Tramo pavimentado	13.3	21.3	15.0	15.0	1.0	2.0	25.3	25.3
Tramo sin pavimentar	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0	17.0
Kilómetros de transporte hasta Chocóita								
Tramo pavimentado	16.3	24.3	18.0	18.0	3.0	5.0	28.3	28.3
Tramo sin pavimentar	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Los tiempos productivos por vehículo (*anexo A*) han sido calculados mediante la siguiente ecuación:

$$T_P = ((LTV/Z) / V_{op}) / \text{No. de vehículos} \quad (3)$$

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Donde,

T_P = Tiempo productivo por vehículo (Horas)
 LTV = Longitud de vías del municipio en Km. (según el tipo de accesibilidad)
 Z = Número de zonas (2)
 V_{op} = Velocidad de operación (Km/hora)

Los tiempos de transporte (Anexo B) han sido calculados mediante la siguiente ecuación:

$$T_t = [(LDF_{VP} * (N * 2)) / V_{TVP}] + [(LDF_{VSP} * (N * 2)) / V_{TVSP}] \quad (4)$$

Donde,

T_t = Tiempo de transporte por vehículo (Horas)
 LDF_{VP} = Longitud del tramo pavimentado
 LDF_{VSP} = Longitud del tramo sin pavimentar
 N = Número de viajes
 2 = Factor que indica que la distancia será recorrida 2 veces (ida y vuelta)
 V_{TVP} = Velocidad de transporte en vías pavimentadas
 V_{TVSP} = Velocidad de transporte en vías no pavimentadas

Los tiempos totales de operación (Anexo C) fueron calculados de la siguiente manera:

$$T_O = T_P + T_t + (T_d * N) \quad (5)$$



Donde:

T_O = Tiempo total de operación
 T_P = Tiempo productivo
 T_t = Tiempo de transporte
 T_d = Tiempo de descargue de residuos (0,5 horas)
 N = Número de viajes al sitio de disposición final

El periodo total de operación debe coincidir con turnos laborales de 8 horas, de acuerdo con aspectos legales de manejo de personal. Con base en este criterio, el escenario ideal es aquel en el que el tiempo operativo se ajuste a uno o dos turnos de trabajos (8 ó 16 horas), de manera que se garantice un empleo óptimo tanto de equipos, como de personal de recolección.

➤ Selección del escenario más apropiado del sistema de recolección

Los criterios de selección del mejor escenario son aquellos que ofrezcan a la empresa prestadora del servicio los menores costos de inversión y tiempos de operación óptimos.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Los costos de inversión hacen referencia a la compra de vehículo y en cuanto a los tiempos de operación se busca trabajar en jornadas de 8 horas.

De acuerdo a los criterios de selección y los resultados obtenidos en cada uno de los escenarios presentados el escenario más adecuado es:

Tabla 15. Escenario óptimo para el modelo eficiente para el año 1 (2.005)

SISTEMA DEFINITIVO RESULTANTE DE LA EVALUACIÓN DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS				
Municipio	Tipo de Zona	No. de viajes diarios	No. de vehículos requeridos	Turnos laborales al día
Bucaramanga	Normal acceso	4	8	2
	Difícil acceso	4	1	1
Floridablanca	Normal acceso	4	3	2
	Difícil acceso	4	2	2
Girón	Normal acceso	2	2	1
	Difícil acceso	4	1	1
Piedecuesta	Normal acceso	4	1	2
	Difícil acceso	4	1	2
AMB	Normal acceso	14	14	-
	Difícil acceso	16	5	-
Total		30	19	-

Fuente: Grupo PGIRS AMB

➤ Conformación de las flotillas de recolección

Las flotillas de recolección estarán conformadas por un conductor y dos ayudantes de recolección por vehículo. Cuando la operación se realice en dos jornadas laborales, se emplearán dos flotillas por día para el vehículo correspondiente.

➤ Estimación de equipos de reserva

Según la normatividad nacional, para un sistema de recolección como el de los municipios del AMB, es obligatorio signar, una cantidad de equipos de reserva, para garantizar la normal operación del servicio.

En el caso de la empresa eficiente, se ha determinado incrementar en un 20% la cantidad de vehículos de recolección requeridos, según el escenario definitivo obtenido.

Además de los vehículos de reserva, se ha establecido la adquisición de 20% en equipos de caja abierta (Volquetas) de 6 toneladas de capacidad, con el objeto de manejar clandestinos y atender situaciones de emergencia. Con lo anterior se presenta a continuación la cantidad de vehículos requeridos año a año, para el modelo de la empresa eficiente.

Tabla 16. Escenario de vehículos requeridos año a año para el modelo de la empresa eficiente

VEHICULOS REQUERIDOS						
PERIODO	VEHICULOS DE 14 Ton	VEHICULOS DE 7 Ton	VEHICULOS DE CAJA ABIERTA	VEHICULOS DE RESRVA DE 14 Ton	VEHICULOS DE RESERVA DE 7 Ton	VEHICULOS DE RESERVA DE CAJA ABIERTA
AÑO 1	14	5	6	3	1	2
AÑO 2	14	5	6	3	1	2
AÑO 3	14	5	7	3	1	2
AÑO 4	14	5	7	3	1	2
AÑO 5	14	6	7	3	1	2
AÑO 6	14	6	7	3	1	2
AÑO 7	14	6	7	3	1	2
AÑO 8	14	6	7	3	2	2
AÑO 9	14	6	7	3	2	2
AÑO 10	14	6	7	3	2	2
AÑO 11	14	6	7	3	2	2
AÑO 12	14	6	7	3	2	2
AÑO 13	14	6	7	3	2	2
AÑO 14	15	6	7	3	2	2
AÑO 15	16	6	7	3	2	2

Fuente: Grupo PGIRS AMB

- **ANÁLISIS FINANCIERO**

- ✓ **Variables financieras**

- Inversiones
 - Costos y Gastos
 - Reconocimiento a la actividad de reciclaje

- **Calculo de inversiones en el componente de Recolección y Transporte**

Las inversiones requeridas en este componente, comprenden la adquisición de vehículos compactadores de 14ton y 25 ton, vehículos de caja abierta de 6 ton,(volquetas), la construcción de parqueaderos y áreas de lavado de vehículos, muebles y enseres y equipos de computo y comunicaciones.



 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 17 Inversiones en Recolección y Transporte

INVERSIONES EN RECOLECCION Y TRANSPORTE					
AÑO	CONSTRUCCIONES	MAQUINARIA VEHICULOS	EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACIONES	MUEBLES Y ENSERES	TOTAL INVERSIÓN
AÑO 0	105.000.000	8.091.000.000	91.175.000	2.280.000	8.289.455.000
AÑO 1	-	-	-	-	-
AÑO 2	-	170.932.500	-	-	170.932.500
AÑO 3	-	-	-	-	-
AÑO 4	-	-	-	-	-
AÑO 5	-	274.305.724	68.476.075	-	342.781.799
AÑO 6	-	-	-	-	-
AÑO 7	-	-	-	-	-
AÑO 8	-	13.021.089.959	-	-	13.021.089.959
AÑO 9	-	-	-	-	-
AÑO 10	-	-	83.311.616	3.711.783	87.023.399
AÑO 11	-	-	-	-	-
AÑO 12	-	-	-	-	-
AÑO 13	-	-	-	-	-
AÑO 14	-	666.575.132	-	-	666.575.132
AÑO 15	-	693.238.137	-	-	693.238.137



Fuente: Grupo PGIRS AMB

✓ Construcciones

La inversión requerida se refiere a la infraestructura necesaria para la adecuación de parqueaderos para los vehículos, y zonas de lavado que permitan recolección y tratamiento de lixiviados. Esta inversión asciende a \$105.000.000 en el año cero y se estima una vida útil de 20 años, lo cual no hace necesario realizar una nueva inversión durante el proyecto.

✓ Maquinaria y Vehículos

La inversión en maquinaria y vehículos comprende la adquisición de 5 vehículos compactadores de 14 toneladas, 14 compactadores de 25 toneladas, 6 vehículos de caja abierta de 6 ton de capacidad (volquetas), 2 motocicletas, 2 camionetas de estacas, y los vehículos de reserva que son 1 compactador de 14 toneladas, 3 compactadores de 25 toneladas y 2 vehículos de caja abierta, esta inversión asciende a \$8.091.000.000 en el año 0, la vida útil se estima en 5 años momento en el cual se realiza una repotencialización de los vehículos que permite 2 años mas de servicio, así, en el año 2012 se realizara la reposición de todos los vehículos, inversión que asciende a \$13.021.089.959, en este costo se tiene en cuenta el impacto de la inflación sobre el costo inicial. Por otra parte el crecimiento en la generación de residuos en el AMB obliga a incrementar el numero de vehículos, esto se presenta en el año 2006 donde se debe adquirir una volqueta, en el año 2009 cuando se debe adquirir un compactador adicional

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

de 14 toneladas, y en los años 2018 y 2019 un compactador de 25 toneladas en cada año.

✓ **Equipos de computo y telecomunicaciones**

Las inversiones requeridas en equipos de computo y telecomunicaciones están representadas en la adquisición de computadores, teléfonos, fax, impresoras, radioteléfonos para cada uno de los vehículos y una central de comunicaciones, estas inversiones ascienden a \$91.175.000 en el año cero, la vida útil se estima que es de cinco años, de acuerdo con esto, se debe realizar nuevamente la inversión en el año 2009 y en el año 2014, para la reposición de equipos se determino que la inversión en radioteléfonos y la central de comunicaciones es del 50% de la inicial. Los costos de las inversiones están indexados de acuerdo a la inflación estimada.

✓ **Muebles y Enseres**

Hace referencia a las inversiones representadas por escritorios, sillas, archivadores, entre otros; dicho valor asciende a \$2.280.000 para el inicio de operaciones (año cero). La vida útil para los muebles y enseres esta estimada en 10 años, como consecuencia se realizara una inversión similar en el año 2014, teniendo en cuenta el impacto de la inflación sobre el costo inicial.

• **Costos del componente de Recolección y Transporte**

➤ **Aspectos generales**

✓ **Zonas de normal acceso**

- Características: Las zonas de normal acceso son aquellas donde la recolección puerta a puerta se puede realizar sin ninguna dificultad, ya que las vías de acceso cumplen con características técnicas, como el hecho de estar pavimentada, ser lo suficientemente amplia para permitir el paso del vehículo recolector sin causar inconvenientes en el transito etc.
- Usuarios: Los usuarios que se ubican en las zonas de normal acceso se determinaron a partir de la información proporcionada por los operadores del servicio de aseo en los diferentes municipios. Los valores se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 18. Usuarios en las zonas de normal acceso

USUARIOS EN ZONAS DE NORMAL ACCESO	
MUNICIPIO	USUARIOS
BUCARAMANGA	104.542
FLORIDABLANCA	37.595
GIRON	11.187
PIEDRECUESTA	10.900
TOTAL AMB	164.224

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Longitud de vías: La longitud de las vías fue determinada por el grupo Sistema de Información Georeferenciada –SIG, sobre los planos de cada municipio. Las longitudes determinadas para las zonas de fácil acceso se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 19. Longitud de vías en zonas de normal acceso

KILOMETROS DE VIAS EN ZONAS DE NORMAL ACCESO	
MUNICIPIO	KILOMETROS DE VIAS
BUCARAMANGA	1.169
FLORIDABLANCA	378
GIRON	185
PIEDRECUESTA	75
TOTAL AMB	1.807

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

✓ Zonas de difícil acceso

- Características: Las zonas de difícil acceso son aquellas a las cuales se dificulta o es imposible recoger los residuos en la puerta, generalmente son usuarios cuya residencia se encuentra en zonas peatonales, barrios de invasión en los cuales no existen vías internas o zonas cuyas vías de acceso son muy angostas y no permiten a un vehículo recolector realizar circular sin afectar el tránsito o simplemente no le permite realizar ninguna maniobra. Los usuarios ubicados en estas zonas se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 20. Usuarios en zonas de difícil acceso

USUARIOS EN ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO	
MUNICIPIO	USUARIOS
BUCARAMANGA	5.042
FLORIDABLANCA	11.672
GIRON	8.613
PIEDRECUESTA	7.283
TOTAL AMB	32.609

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

- Usuarios: Los usuarios que se ubican en las zonas de fácil acceso se determinaron al igual que los usuarios de la zonas de acceso normal, a través de la información reportada por los operadores del servicio de aseo en el AMB. Los valores se relacionan en la siguiente tabla:

Tabla 21. Usuarios en zonas de difícil acceso

USUARIOS EN ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO	
MUNICIPIO	USUARIOS
BUCARAMANGA	5.042
FLORIDABLANCA	11.672
GIRON	8.613
PIEDRECUESTA	7.283
TOTAL AMB	32.609



Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

- Longitud de vías: La longitud de las vías fue determinada por el grupo Sistema de Información Georeferenciada –SIG, sobre los planos de cada municipio. Las longitudes determinadas para las zonas de fácil acceso se relacionan en la siguiente tabla.

Tabla 22. Longitud de vías en zonas de difícil acceso

KILOMETROS DE VIAS EN ZONAS DE DIFÍCIL ACCESO	
MUNICIPIO	KILOMETROS DE VIAS
BUCARAMANGA	37
FLORIDABLANCA	173
GIRON	67
PIEDRECUESTA	78
TOTAL AMB	355

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

➤ Cálculo de costos fijos de operación

✓ Nomina

Cada uno de los vehículos cuenta con una tripulación de dos ayudantes y un conductor por turno de trabajo en el caso de los vehículos compactadores, la tripulación para las volquetas esta conformada por u conductor y cuatro ayudantes. El costo por concepto salarios de cada uno de los operarios involucrados directamente con la operación es:

Tabla 23. Salarios del personal operativo

CARGO	SALARIO	PRESTACIONES	DOTACION	SUBSIDIO DE TRANSPORTE	COSTO TOTAL MENSUAL
CONDUCTOR	\$ 600.000	\$ 307.346	\$ 27.500	\$ 49.000	\$ 983.846
AYUDANTE	\$ 358.000	\$ 183.383	\$ 27.500	\$ 49.000	\$ 617.883

Fuente: Grupo PGIRS AMB



Para el calculo la nomina total se tienen en cuenta los salarios del personal que forma parte de la operación indirectamente, es decir, los supervisores, subgerente técnico operativo, auxiliar, técnicos de mantenimiento etc.

En la siguiente tabla se resumen los costos mensuales por concepto de salarios a los largo de los 15 años del proyecto. Se realiza un incremento año a año de acuerdo a la inflación asumida para la evaluación del proyecto. De igual manera se tiene en cuenta un incremento en la planta operativa (ayudantes y conductores) de acuerdo al incremento de vehículos.

Tabla 24. Nomina mensual

COSTO DE NOMINA RECOLECCION Y TRANSPORTE			
AÑO	COSTO DE NOMINA DIRECTA	COSTO DE NOMINA INDIRECTA	TOTAL
2005	96.786.759	11.840.468	108.627.227
2006	102.732.568	11.961.828	114.694.396
2007	112.150.096	12.679.538	124.829.633
2008	117.977.448	13.376.912	131.354.360
2009	127.059.699	14.045.758	141.105.457
2010	132.498.465	14.677.817	147.176.282
2011	137.550.474	15.264.930	152.815.404
2012	142.804.564	15.875.527	158.680.091
2013	148.268.818	16.510.548	164.779.366
2014	153.951.641	17.170.970	171.122.611
2015	159.861.778	17.857.809	177.719.586
2016	166.008.320	18.572.121	184.580.441
2017	172.400.723	19.315.006	191.715.729
2018	186.952.211	20.087.606	207.039.817
2019	203.234.754	20.891.110	224.125.864

Fuente: Grupo PGIRS AMB

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

✓ Seguros, impuesto y otros

El costo de seguros comprenden el seguro obligatorios y el seguros de full amparo, se determino factor del 10% anual sobre el costo de cada vehículo.

Para calcular el costo en el que se incurre por concepto de impuestos se determina un factor del 1% anual sobre el costo de cada vehículos.

Para el calculo de los costos se tiene en cuenta un factor de seguridad que se denomina **otros**, estos costos corresponden a posibles imprevistos en los cuales se tenga que incurrir y que no son propios de la operación, como partes, accidentes de transito, etc. Se determino un factor del 1% sobre los costos variables del componente.

En la siguiente tabla se resumen los costos mensuales año a año.

Tabla 25. Seguros, impuestos y otros



SEGUROS, IMPUESTOS Y OTROS				
ANO	SEGUROS	IMPUESTOS	OTROS	TOTAL
2005	56.875.000	5.687.500	1.232.540	63.795.040
2006	56.875.000	5.687.500	1.316.627	63.879.127
2007	58.125.000	5.812.500	1.399.900	65.337.400
2008	58.125.000	5.812.500	1.481.474	65.418.974
2009	59.833.333	5.983.333	1.591.395	67.408.062
2010	59.833.333	5.983.333	1.668.180	67.484.846
2011	59.833.333	5.983.333	1.740.361	67.557.027
2012	59.833.333	5.983.333	1.815.725	67.632.391
2013	59.833.333	5.983.333	1.894.412	67.711.079
2014	59.833.333	5.983.333	1.972.890	67.789.556
2015	59.833.333	5.983.333	2.054.348	67.871.015
2016	59.833.333	5.983.333	2.139.169	67.955.835
2017	59.833.333	5.983.333	2.227.492	68.044.158
2018	62.750.000	6.275.000	2.367.193	71.392.193
2019	65.666.667	6.566.667	2.505.806	74.739.140

Fuente: Grupo PGIRS AMB

➤ Cálculo de costos variables

Los costos variables se determinan de acuerdo a los kilómetros recorridos por cada uno de lo vehículos. El calculo de los kilómetros recorridos en el mes se determino teniendo una frecuencia de recolección de 3 veces por semana, el numero de viajes día por vehículo y la distancia al sitio de disposición final.

El costo variable por kilómetro que se asume para evaluación y calculo de los costos variables es de \$1.470 para el año 2005. Este costo corresponde al costo variable determinado por el ministerio de transporte para vehículos de tres ejes en carreteras onduladas (\$1.248), el cual es el mas alto. Para el caso de los vínculos recolectores el

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

costo se incremento un 10%, por tratarse de transito en la ciudad, donde el consumo de combustible es mayor, para un horizonte de 15 años este costo fue indexado con la inflación asumida en este proyecto. El costo variable incluye el consumo de combustible, mantenimiento, llantas, lubricantes, filtros e imprevistos.

De acuerdo con los kilómetros recorridos y al incremento anual de estos, se calcula el costo total para el componente de Recolección y Transporte, se tomara el 90% de este costo, pues el otro 10% se carga al componente de Barrido y Limpieza, el comportamiento de los costos variables a través de los 15 años es el presentado en la siguiente tabla.

Tabla 26. Costo variable por concepto de recolección y transporte

COSTO VARIABLE RECOLECCION Y TRANSPORTE			
AÑO	LONGITUD A RECORRER MES	COSTO VARIABLE POR KM	COSTO VARIABLE MENSUAL
2005	79.306,11	1.470	104.910.391,28
2006	79.588,03	1.565	112.126.749,55
2007	79.874,35	1.659	119.281.936,58
2008	80.165,01	1.751	126.300.379,71
2009	82.331,96	1.838	136.200.131,57
2010	82.631,13	1.921	142.846.329,60
2011	82.934,49	1.998	149.105.579,88
2012	83.241,98	2.078	155.644.744,33
2013	83.553,56	2.161	162.476.423,71
2014	83.687,10	2.247	169.245.555,04
2015	83.808,00	2.337	176.269.649,06
2016	83.929,01	2.430	183.585.129,01
2017	84.050,15	2.528	191.204.131,28
2018	86.188,97	2.629	203.912.481,29
2019	87.974,20	2.734	216.461.553,69

Fuente: Grupo PGIRS AMB

En el esquema planteado dentro del marco del PGIRS, se determino que la Recolección y el Transporte de residuos reciclables se llevara a cabo por Reciclar ESP en una ruta especial para esta actividad, dentro de la tarifa se reconocerá a esta empresa un costo de recolección y transporte equivalente a costo que le representa a una empresa eficiente realizar esta operación. De esta manera se presenta en la siguiente tabla el monto anual total que se reconocerá a Reciclar ESP según la proyecciones definidas en por el grupo técnico del PGIRS.

Tabla 27 Reconocimiento a la actividad de Reciclaje

COSTOS OPERATIVOS TOTALES DE	
AÑO	COSTO TOTAL
2005	\$ 238.373.965
2006	\$ 342.064.427
2007	\$ 488.554.774
2008	\$ 579.461.245
2009	\$ 684.025.620
2010	\$ 803.613.703
2011	\$ 939.592.079
2012	\$ 1.098.579.171
2013	\$ 1.284.468.251
2014	\$ 1.501.811.368
2015	\$ 1.682.133.434
2016	\$ 1.884.106.718
2017	\$ 2.110.330.878
2018	\$ 2.363.717.709
2019	\$ 2.647.528.624



En la siguiente tabla se resumen los costos operativos totales de recolección y transporte en un horizonte de 15 años.

Tabla 28. Costos operativos totales de Recolección y Transporte

COSTOS OPERATIVOS TOTALES DE RECOLECCION Y TRANSPORTE	
AÑO	COSTO TOTAL
2005	\$ 4.792.541.862
2006	\$ 5.097.991.897
2007	\$ 5.574.251.501
2008	\$ 6.115.220.208
2009	\$ 6.553.602.069
2010	\$ 6.928.703.588
2011	\$ 7.069.732.397
2012	\$ 5.701.371.026
2013	\$ 8.018.593.230
2014	\$ 8.413.582.768
2015	\$ 8.842.046.463
2016	\$ 9.735.261.085
2017	\$ 9.990.227.128
2018	\$ 10.708.280.282
2019	\$ 11.332.149.013

- INDICADORES RECOLECCION Y TRANSPORTE**

Para el componente de Recolección y Transporte se han definido indicadores que permiten garantizar la calidad, cobertura y eficiencia en la prestación del servicio de aseo domiciliario, a continuación se presentan estos indicadores:

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

1. Eficiencia de la Capacidad Instalada

Este indicador permite medir el grado de utilización que se tiene sobre la capacidad instalada de los vehículos recolectores.

$$ECI = RSR / CIM$$

Donde:

RSR: Residuos sólidos recolectados al mes (en toneladas)

CIM: Capacidad instalada (en toneladas) al mes

2. Rendimiento del personal de recolección

Permite conocer el rendimiento mensual de un operario de recolección respecto a la cantidad de toneladas mes que recolecta. En este índice se considera de manera implícita el método de recolección (vereda o esquina), tipo de almacenamiento de residuos, edad y contextura física del trabajador, tipo de vehículo, cantidad de viajes realizados, entre otros aspectos; dicho índice se define como:

$$Rendimiento\ personal\ (ton / operario - mes) = \frac{RSR}{ORT}$$

Donde:

RSR: cantidad de residuos sólidos recolectados al mes

ORT: Personal de recolección y transporte utilizado al mes

3. Eficiencia laboral



Este indicador permite conocer la relación entre el costo del personal que trabaja en la recolección y transporte de los residuos sólidos (CPRT) y la cantidad de residuos recolectados por dicho personal en el año. El costo incluye, el valor en pesos corrientes del total de pagos, durante el año de operación por salarios, prestaciones sociales, horas extras y demás conceptos; dicho índice se define como:

$$Eficiencia\ Laboral\ (\$/ ton) = \frac{CPRT}{RSR * 12}$$

Donde:

CPRT: Costo anual del personal de recolección y transporte

RSR: residuos sólidos recolectados mensualmente

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

4. Cobertura de Recolección con Respecto al Número de Usuarios (%):

Este indicador mide la relación entre los usuarios suscritos al ente prestador del servicio ó municipio y el número total de domicilios existentes en el municipio.

$$CRU(\%) = U / V * 100$$

Donde:

U: Número de usuarios del servicio en el sector

V: Número de domicilios totales en el sector

5. Continuidad en Recolección

La continuidad del componente de recolección en el servicio de aseo, debe medirse con respecto a las frecuencias establecidas para esta actividad y con el número de usuarios afectados.

$$Continuidad(\%) = \left[1 - \frac{\sum_{l=1}^n FR * SAR}{\sum_{L=1}^N PR * STR} \right] * 100$$

Donde:

FR: Numero de veces que se dejo de prestar el servicio de recolección

PR: Numero de veces que se debe prestar el servicio de recolección durante el año.

SAR: Numero de suscriptores del servicio de recolección afectados

STR: Numero total de suscriptores del servicio de recolección



6. Nivel de emisión de ruido de los vehículos recolectores.

$$NERV = \frac{\text{Decibeles emitidos por los vehículos de recolección}}{\text{Decibeles permitidos por la norma}}$$

7. Potencial de Reconocimiento en la Tarifa de Reciclaje

Calcula el monto que se puede y/o debe reconocer al usuario por realizar separación en la fuente. Esta dada por

$$PPRR = \left(\frac{CRT}{CT} * CST \right) * PPU * \left(\frac{\text{Toneladas Recicladas}}{\text{Total Toneladas}} \right)$$

 <p>ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p>PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p>UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p> 
<p>III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad</p>		

Donde:

CTR: Costo Anual de Recolección y Transporte

CST: Costo Estándar por Tonelada

CT: Costo Total Operativo Anual

PPU: Producción Mensual Promedio por Usuario

8. Reconocimiento de Recolección y Transporte de Reciclaje

Es el valor a reconocer a la empresa de Reciclaje por concepto de Recolección y Transporte.

$$RTYTR = \left(1 - \frac{CRT}{CT} * CST \right) * \text{Numero de toneladas Recicladas}$$

donde:

CTR: Costo Anual de Recolección y Transporte

CST: Costo Estándar por Tonelada

CT: Costo Total Operativo Anual

❖ COMPONENTE DE BARRIDO Y LIMPIEZA

• ANÁLISIS TÉCNICO-OPERACIONAL

✓ *Variables del componente de barrido y limpieza.*



Barrido manual

- Longitudes de Barrido.
- Expansión Urbana. (según POT de cada municipio)
- Turnos de Trabajo. (turnos de 8 horas)
- Frecuencia Semanal. (1, 2, 3, 6, 7, y 12, según zona)
- Factor de Herramientas. (4.5% del costo operativo total del componente)
- Personal.
- Horario de Operación.
- Cuadrillas de mantenimiento de zonas verdes (cuatro operarios por cuadrilla)

Barrido mecánico

➤ **Variables de diseño**

- Rendimiento de barrido mecánico = 8 Km. / hora
- Frecuencia de barrido = 3 veces semana
- Capacidad de almacenamiento de residuos = 8 Toneladas
- Horas diarias a trabajar = 7 (de 10 PM a 5 AM)

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

- Concentración de residuo = 0.03 Ton/Km
- Longitud recorrida x vehículo
- Personal Vinculado.

• Definición del sistema de barrido de calles y áreas públicas

En la definición y diseño de sistemas de barrido, es necesario proponer un uso racional de los recursos humano y mecánico disponible para realizar la actividad. Este uso racional implica considerar variables de diseño que permitan utilizar de la manera más óptima el equipo disponible.

El diseño del sistema de barrido comprende dos componentes: en primera instancia, el esquema operativo de barrido mecánico, el cual (teniendo en cuenta que la eficiencia de diseño de una barredora es de 8 Km/hora, lo que se resume en 64 Km/Jornada, reemplazando un promedio de 17 operarios de barrido manual), se constituye como un elemento que además de mejorar las condiciones de barrido reduce costos operacionales por concepto de personal. En segunda instancia se encuentra el diseño del esquema operativo de barrido manual.

Para el establecimiento del sistema de barrido propuesto para el sistema eficiente, ha sido necesario identificar las zonas aptas para realizar el barrido mecánico en condiciones normales, así como el establecimiento de las frecuencias de barrido, basadas en las frecuencias aplicadas en la actualidad, pero ajustadas con criterios tales como el tipo de zona.



La información empleada para el cálculo de los sistemas de barrido tanto manual como mecánico se compone de:

- Longitudes de vías (proporcionado por el grupo SIG del PGIRS AMB)
- Frecuencias de barrido (cuya base se sustenta en los actuales esquemas operativos de las empresas operadoras del servicio)
- Rendimientos operacionales de diseño (para el caso del barrido manual tomado del promedio del AMB; para el caso del barrido mecánico, tomado de los criterios de diseño establecidos por ACODAL)
- Vías aptas para ejecutar el barrido mecánico (determinadas a partir de visitas de campo y estudios realizados por la Empresa de Aseo de Bucaramanga)

❖ Cálculo de los equipos requeridos para barrido mecánico

➤ Identificación de zonas aptas para barrido mecánico

El principal criterio tenido en cuenta para establecer las zonas de barrido mecánico, fue el de considerar exclusivamente las avenidas y vías principales del AMB, que por su amplitud y estado permitieran el adecuado funcionamiento del equipo de barrido mecánico

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

de características similares al operado por la Empresa de Aseo de Bucaramanga. En este orden de ideas, se logró identificar el siguiente sistema vial:

Tabla 29. Vías con potencialidad del servicio de barrido mecánico

Zonas de barrido mecánico	Longitud (Km.)
Cra 21 desde la calle 9 hasta la calle 57	3.7
Cra 22 desde la calle 9 hasta la calle 57	3.7
Cra 33 desde la Quebrada seca hasta la CI 64	3.2
Cra 27 desde la Quebrada seca hasta la CI 61	3.9
Av. Santander desde la Cra 15 hasta la Cra 33	1.55
Av. Boulevard desde la Cra 15 hasta Q Seca	1.55
Av. Boulevard desde la Cra 15 Hasta la CI 14	1.22
Q Seca desde la Cra 10 hasta la Cra 33	2.81
CI 45 desde la Cra 33 hasta Punta estrella	7.8
CI 61 desde la Cr 27 hasta el CAI Ciudad Bolívar	6.4
CI 105 desde el puente Provenza hasta el barrio Mal Paso	7.13
Autopista desde la Pta del sol hasta Cañaveral	4
Puente la flora hasta Santa Mónica	7

Fuente: Grupo técnico PGIRS



Longitudes calculadas por el grupo SIG PGIRS AMB

➤ Kilómetros semanales a barrer

El cálculo inicia con la identificación del número de separadores por vía a barrer, este número de separadores ha sido identificado como factor de barrido y al multiplicarlo por la longitud de la vía, da como resultado el número de kilómetros a barrer por día. (Tabla 15).

Tabla 30. Kilómetros a barrer en el servicio de barrido mecánico

Zonas de barrido mecánico	Kilómetros diarios a barrer
Cra 21 desde la calle 9 hasta la calle 57	7.4
Cra 22 desde la calle 9 hasta la calle 57	7.4
Cra 33 desde la Quebrada seca hasta la CI 64	12.8
Cra 27 desde la Quebrada seca hasta la CI 61	15.6
Av. Santander desde la Cra 15 hasta la Cra 33	6.2
Av. Boulevard desde la Cra 15 hasta Q Seca	6.2
Av. Boulevard desde la Cra 15 Hasta la CI 14	4.88
Q Seca desde la Cra 10 hasta la Cra 33	11.24
CI 45 desde la Cra 33 hasta Punta estrella	31.2
CI 61 desde la Cr 27 hasta el CAI Ciudad Bolívar	25.6
CI 105 desde el puente Provenza hasta el barrio Mal Paso	28.52
Autopista desde la puerta del sol hasta Cañaveral	18
Puente la flora hasta Santa Mónica	28
Total	203.04

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Fuente: Grupo técnico PGIRS
Longitudes calculadas por el grupo SIG PGIRS AMB

➤ Equipos de barrido mecánico requeridos

Una vez calculados los kilómetros a barrer por día en una frecuencia de 3 barridos semanales, se calculó la cantidad de equipos requeridos para ejecutar esta labor utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{No. De equipos} = [(LDB/Z) / V_d] / H_T \quad (6)$$

Donde,

LDB = Longitud diaria a barrer para una frecuencia de 3 veces semanal (Km)

Z = Número de zonas

V_d = Velocidad de diseño (8 Km/hora)

H_T = Horas de trabajo

Reemplazando la fórmula anterior con o valores de diseño, se obtiene que para barrer las zonas seleccionadas se requieren 2 equipos de barrido mecánico con características similares al actualmente utilizado por la EMAB, los cuales barrerían diariamente en promedio 288 kilómetros.

➤ Numero de viajes diarios que el equipo realizaría al sitio de disposición final



Con una capacidad de almacenamiento de 8 toneladas, una densidad de residuo promedio para el AMB de 0.03 Toneladas por kilómetro barrido y 288 kilómetros de barrido al día, solo se necesitaría 1 viaje diario por vehículo al sitio de disposición final.

❖ Personal requerido para barrido manual

➤ Establecimiento de longitudes según frecuencias

El cálculo de las longitudes de barrido manual, parte de la identificación de los sectores que serán atendidos en una frecuencia determinada; Las frecuencias han sido determinadas con base en las frecuencias actualmente operadas por las empresas prestadoras del servicio, realizando algunos ajustes en los municipios de Floridablanca y Piedecuesta, en lo que respecta a zonas en donde la frecuencia de barrido es de 1 vez por semana, pero a considerar por el tipo de sector y el conocimiento subjetivo del flujo de personas, esta frecuencia debería ser de por lo menos 2 veces semanales.

Una vez identificados los sectores según frecuencias, los datos fueron introducidos a un sistema de información geográfico, el cual mediante su manipulación interna, permitió establecer las longitudes de barrido por sector, para cada municipio del AMB. Estas longitudes, al multiplicarlas por la frecuencia semanal y dividir las en el número de días de

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

trabajo de una semana, permitió establecer el número de kilómetros a barrer por día. Los resultados del proceso son presentados en las tablas 16, 17, 18 Y 19.

Tabla 31. Cálculo de las longitudes diarias a barrer en el municipio de Bucaramanga

Cálculo de longitudes diarias de operación para el municipio de Bucaramanga			
Frecuencia semanal	Longitud de barrido (Km.)	Longitud semanal (Km.)	Longitud diaria (Km.)
12	54.58	655	109.16
7	57.78	404.46	57.78
3	845.75	2537.25	422.88
1	23.93	23.93	3.99
Total	982.04	4111.82	675.67

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Datos de longitud de barrido suministrada por el grupo SIG PGIRS AMB

Tabla 32. Cálculo de las longitudes diarias a barrer en el municipio de Floridablanca

Cálculo de longitudes diarias de operación para el municipio de Floridablanca			
Frecuencia semanal	Longitud de barrido (Km.)	Longitud semanal (Km.)	Longitud diaria (Km.)
7	4.37	30.59	4.37
6	22.02	132.12	22.02
3	110.99	332.97	55.50
2	170.91	341.82	56.97
1	576.48	576.48	96.08
Total	884.77	1413.98	234.94

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Datos de longitud de barrido suministrada por el grupo SIG PGIRS AMB

Tabla 33. Cálculo de las longitudes diarias a barrer en el municipio de Girón



Cálculo de longitudes diarias de operación para el municipio de Girón			
Frecuencia semanal	Longitud de barrido (Km.)	Longitud semanal (Km.)	Longitud diaria (Km.)
7	20.56	143.92	20.56
6	11.92	71.52	11.92
3	173.48	520.44	86.74
2	89.67	179.34	29.89
Total	295.63	915.22	149.11

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Datos de longitud de barrido suministrada por el grupo SIG PGIRS AMB

Tabla 34. Cálculo de las longitudes diarias a barrer en el municipio de Piedecuesta

Cálculo de longitudes diarias de operación para el municipio de			
---	--	--	--

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Piedecuesta			
Frecuencia semanal	Longitud de barrido (Km.)	Longitud semanal (Km.)	Longitud diaria (Km.)
3	70.70	212.10	35.35
2	207.14	414.28	69.05
Total	277.84	626.38	104.40

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Datos de longitud de barrido suministrada por el grupo SIG PGIRS AMB

➤ Proyección de las longitudes de barrido

Dada la inevitable expansión en los municipios del AMB, es necesario estimar el crecimiento en las longitudes barrido, y así mismo, los requerimientos de personal de barrido para lograr un cubrimiento total de los diferentes sectores de los municipios. Proyectado esto en el corto, mediano y largo plazo.

El cálculo del personal requerido, parte con la identificación del número de vías proyectadas para los diferentes años del periodo del PGIRS. Estas vías se han estimado, mediante el cálculo de una relación longitud de barrido/área, (ver tabla 20).

Una vez establecida la relación, se tomaron como base los valores de expansión del territorio urbano de los municipios del AMB, contenidos en los respectivos Planes de Ordenamiento Territoriales (tabla 21).

Tabla 35. Datos necesarios para la proyección de las longitudes de barrido

	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
Area actual (Ha)	2426	1295	752	363
Longitud de barrido (m)	982.04	884.77	295.63	277.84
Longitud de barrido/área	0.40	0.68	0.39	0.77



Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Tabla 36. Areas de expansión urbana en el Área Metropolitana

	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
Area de expansión inmediata Ha	464	224	271	0
Area de expansión diferida Ha	0	192	168	243

Fuente: POTs de Bucaramanga, Girón, Piedecuesta y Floridablanca

De acuerdo con los Planes de Ordenamiento Territorial, las áreas de expansión se han clasificado en inmediatas y diferidas. Las áreas de expansión inmediatas, corresponden a las estimadas a un periodo de 9 años (mediano plazo), mientras las áreas de expansión diferidas, corresponden a las estimadas en un periodo superior a 9 años (que para el caso del PGIRS, se ha establecido en 15 años).

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Las longitudes de vías han sido calculadas para los periodos inmediato y diferido, multiplicando el factor de relación área/vía, por el área de expansión proyectada, y sumando el valor resultante a la longitud de barrido actual. La tabla 23 presenta las longitudes proyectadas.

Tabla 37. Longitud de barrido proyectada en el año 9 y año 15

	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
Longitud de barrido actual (m)	982.04	884.77	295.63	277.84
Longitud de barrido a 9 años (m)	1169.87	1037.81	402.17	277.84
Longitud de barrido a 15 años (m)	1169.87	1168.99	468.21	463.83

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB



El incremento anual de las longitudes de barrido año tras año, ha sido calculado mediante interpolación lineal, asumiendo esta tendencia de crecimiento, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 38. Longitudes de barrido proyectadas

No.	Año	Longitudes de barrido proyectadas			
		Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
0	2004	982.04	884.77	295.63	277.84
1	2005	1002.91	901.77	307.47	277.84
2	2006	1023.78	918.78	319.30	277.84
3	2007	1044.65	935.78	331.14	277.84
4	2008	1065.52	952.79	342.98	277.84
5	2009	1086.39	969.79	354.82	277.84
6	2010	1107.26	986.80	366.65	277.84
7	2011	1128.13	1003.80	378.49	277.84
8	2012	1149.00	1020.81	390.33	277.84
9	2013	1169.87	1037.81	402.17	277.84
10	2014	1169.87	1059.67	413.17	308.84
11	2015	1169.87	1081.54	424.18	339.84
12	2016	1169.87	1103.40	435.19	370.84
13	2017	1169.87	1125.26	446.20	401.83
14	2018	1169.87	1147.13	457.20	432.83
15	2019	1169.87	1168.99	468.21	463.83

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Como criterio de cálculo, se tomó el incremento en las longitudes de barrido, sólo para las frecuencias 1, 2 y 3 veces por semana, bajo la suposición de que el incremento en la expansión urbana se dé en un del sector residencial, y que los sectores comerciales e industriales del AMB permanecen constantes.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

El cálculo de las longitudes de barrido para las frecuencias 1, 2 y 3, se realizó restando a los valores de la proyección de las longitudes de barrido, las longitudes de barrido actuales, pertenecientes a las frecuencias 4, 6, 7 y 21 veces semanales. (tabla 24).

Tabla 39. Longitudes de barrido proyectadas para las frecuencias 1, 2 y 3



Año	Longitudes de barrido proyectadas para las frecuencias 1, 2 y 3 (Km)			
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
2004	869.68	858.38	263.15	277.84
2005	890.55	875.38	274.99	277.84
2006	911.42	892.39	286.82	277.84
2007	932.29	909.39	298.66	277.84
2008	953.16	926.40	310.50	277.84
2009	974.03	943.40	322.34	277.84
2010	994.90	960.41	334.17	277.84
2011	1015.77	977.41	346.01	277.84
2012	1036.64	994.42	357.85	277.84
2013	1057.51	1011.42	369.69	277.84
2014	1057.51	1033.28	380.69	308.84
2015	1057.51	1055.15	391.70	339.84
2016	1057.51	1077.01	402.71	370.84
2017	1057.51	1098.87	413.72	401.83
2018	1057.51	1120.74	424.72	432.83
2019	1057.51	1142.60	435.73	463.83

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Con base en lo anterior, se determinó el porcentaje de participación de las frecuencias de barrido 1, 2 y 3 respecto a la longitud de barrido recorrida diariamente en estas frecuencias. Los resultados se presentan en la Tabla 25.

Tabla 40. Participación de las frecuencias 1, 2 y 3 respecto a las longitudes de barrido de las mismas

Frecuencia	Participación de las frecuencias 1, 2 y 3 respecto a las longitudes de barrido cubiertas en estas frecuencias			
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
3 veces semanales	97%	13%	66%	25%
2 veces semanales	0%	20%	34%	75%
1 vez semanal	3%	67%	0%	0%

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

Una vez establecidas las longitudes de barrido y los porcentajes de participación de las frecuencias 1, 2 y 3, se calcularon las longitudes de barrido semanales y diarias (ver anexos J, K, L). Finalmente, se establecieron las longitudes diarias totales a barrer por año, mediante la sumatoria de las longitudes diarias por frecuencia y las longitudes de barrido de las frecuencias 4, 6, 7 y 21 veces por semana (ver tabla 26).

Tabla 41. Longitudes diarias de barrido proyectadas

Año	Longitudes de barrido diarias proyectadas			
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
2004	594	235	149	104
2005	604	239	154	104
2006	614	243	160	104
2007	625	247	165	104
2008	635	251	170	104
2009	645	256	175	104
2010	655	260	181	104
2011	666	264	186	104
2012	676	268	191	104
2013	686	272	196	104
2014	686	277	201	116
2015	686	283	206	128
2016	686	288	211	139
2017	686	293	216	151
2018	686	299	221	163
2019	686	304	226	174



Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB

➤ **Cantidad de personal requerido año a año para el sistema eficiente**

Con los datos de la tabla 28, y aplicando un rendimiento operacional de 3.8 kilómetros/día por operario, se calculó la cantidad de operarios por municipio requeridos para ejecutar el barrido manual de acuerdo con las proyecciones viales estimadas, derivadas de la información del los POTs municipales. Los resultados son presentados en la tabla 27.

Tabla 42. Operarios de barrido requeridos anualmente según la proyección

Año	Operarios de barrido proyectados			
	Bucaramanga	Floridablanca	Girón	Piedecuesta
2004	156	62	39	27
2005	159	63	41	27
2006	162	64	42	27
2007	164	65	43	27

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

2008	167	66	45	27
2009	170	67	46	27
2010	172	68	48	27
2011	175	69	49	27
2012	178	71	50	27
2013	181	72	52	27
2014	181	73	53	31
2015	181	74	54	34
2016	181	76	56	37
2017	181	77	57	40
2018	181	79	58	43
2019	181	80	59	46

Fuente: Grupo técnico PGIRS AMB



Analizando los resultados de la tabla anterior se puede decir lo siguiente:

- Bucaramanga experimenta un crecimiento anual entre el 1,5% y 1,3% en los requerimientos de personal de barrido, pasando de 178 operarios en el 2004 a 202 operarios en el año 2013, fecha en donde se supone, termina la etapa de expansión del territorio; A partir de este año, la cantidad de operarios se mantiene hasta el final del periodo de evaluación del PGIRS.
- Floridablanca presenta un incremento en los requerimientos de personal entre 1,7% a 1,5%, pasando de un requerimiento de 62 operarios a 72 operarios en el año 2013 (año en que culmina la etapa inmediata). En la etapa diferida, el incremento inicia con un valor del 1,9%, finalizando con un incremento anual del 1,7%, pasando de 73 a 80 operarios.
- En el caso de Girón, el personal requerido incrementa anualmente en un 2% durante los años 2004 a 2013 (etapa de expansión inmediata), posteriormente experimenta un incremento anual del 3% en los años restantes del periodo, iniciando en el 2004 con 39 operarios y finalizando en el 2019 con 59 operarios (20 operarios más que en el inicio de la proyección).
- El municipio de Piedecuesta, no experimenta ningún incremento en los requerimientos de personal durante los 9 primeros años, requiriendo 27 operarios hasta el 2013, año en que se presenta un incremento del 10% al 7% al final del periodo, aumentando el requerimiento de operarios a 46.

• **ANÁLISIS FINANCIERO**

✓ **Variables financieras**

- Inversiones
- Costos y Gastos

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

En las inversiones del componente de Barrido y Limpieza, se tendrán en cuenta la maquinaria y vehículos, equipos y herramientas, equipos de computo y comunicaciones y muebles y enseres.

Tabla 43. Inversiones requeridas en el componente de barrido y limpieza

INVERSIONES EN BARRIDO Y LIMPIEZA					
CONCEPTO	MAQUINARIA - VEHICULOS	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACIONES	MUEBLES Y ENSERES	TOTAL INVERSIÓN
AÑO 0	1.444.000.000	57.394.737	6.110.000	1.980.000	1.509.484.737
AÑO 1	-	-	-	-	-
AÑO 2	-	65.404.172	-	-	65.404.172
AÑO 3	-	-	-	-	-
AÑO 4	-	73.141.486	-	-	73.141.486
AÑO 5	-	-	8.175.649	-	8.175.649
AÑO 6	-	79.870.503	-	-	79.870.503
AÑO 7	2.089.848.873	-	-	-	2.089.848.873
AÑO 8	-	86.387.936	-	-	86.387.936
AÑO 9	-	-	-	-	-
AÑO 10	-	93.437.191	9.946.927	3.223.390	106.607.508
AÑO 11	-	-	-	-	-
AÑO 12	-	101.061.666	-	-	101.061.666
AÑO 13	-	-	-	-	-
AÑO 14	-	109.308.298	-	-	109.308.298
AÑO 15	-	-	-	-	-



Fuente: Grupo PGIRS AMB

✓ **Maquinaria y Vehículos**

Están representadas por la adquisición de 2 barredoras mecánicas y 8 motocicletas, se estima una vida útil de 7 años, es decir que en el año 2011 se realiza la reposición de los vehículos. La inversión inicial en el año 0 asciende al \$1.444.000.000, este costo indexado con la inflación estimada determina para la reposición de los equipos una inversión de \$2.089.848.873 en el año 2011. En este componente no se contemplo a inversión en vehículos de caja abierta, las funciones que hoy en día realizan estos vehículos serán llevadas a cabo por los relacionados en el componente de Recolección y Transporte.

✓ **Equipos y Herramientas**

La inversión en equipos y herramientas esta representada por la adquisición de góndolas, bicicletas y guadañadoras, se estima una vida útil de 2 años. La inversión varia año a año por el efecto de la inflación asumida para la evaluación de este proyecto. Las

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

herramientas necesarias para realizar el barrido y limpieza y el mantenimiento de zonas verdes como escobas, rastrillos, machetes etc. se contemplaron dentro de los costos del componente.

✓ **Equipos de computo y comunicaciones**

La inversión en equipos de computo y telecomunicaciones esta representada computadores, impresoras, teléfonos, fax, software, etc; dicha cuantía asciende a \$6.110.000 en el año cero. La vida útil esta estimada en 5 años, razón por la cual se estima la misma inversión en el año 2009 y en el año 2014, teniendo en cuenta el impacto de la inflación sobre el costo inicial.

✓ **Muebles y Enseres**

Hace referencia a los escritorios, sillas y archivadores necesarios para el personal de soporte del este componente. La inversión en el año cero asciende a \$1.980.000, su vida útil se estima en 10 años, al cabo de los cuales se realiza la reposición total, el costo de esta inversión esta afectado por la inflación asumida para la evaluación de este proyecto.

• **Costos del componente de Barrido y Limpieza**

Este componente esta dividido en 2, el barrido manual y el barrido mecánico, para los cálculos de costos se asume que las vías son barridas en forma manual por escobitas o en forma mecánica por barredoras, en ningún caso se lleva a cabo el mismo tipo de barrido en una misma vía.

➤ **Barrido manual**

El calculo de los costos de barrido manual parte de la determinación de zonas en cada uno de los municipios del Área Metropolitana de Bucaramanga, de acuerdo a la **frecuencia de barrido semanal que cada una de ellas requiere, esta depende de la** cantidad de residuos dispuestos en la vía publica, así, las zonas comerciales requieren una mayor frecuencia de barrido que una zona residencial.

Una vez se determinan las zonas según su frecuencia, se calcula la longitud de vías en cada una de ellas. El calculo de los escobitas requeridos se determina a partir del rendimiento diario de barrido, que en el AMB 3.8 kilómetros por día, según el diagnostico del PGIRS.

La longitud de barrido se incrementa año a año de acuerdo a las proyecciones de expansión registradas en los POT de cada uno de los municipios del área. Para efectos de cálculos se asume que el crecimiento de la longitud de barrido es proporcional a cada una de las zonas.

En la siguiente tabla se resumen lo anterior para el año 2005.



 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 44. Datos generales del componente de barrido y limpieza manual

ZONA	FRECUENCIA SEMANAL	LONGITUD DE BARRIDO (Km)	LONGITUD SEMANAL	No ESCOBITAS	PARTICIPACION
BUCARAMANGA	1	25	25	1	0,4%
BUCARAMANGA	3	866	2.598	113	38,8%
BUCARAMANGA	7	58	404	15	6,0%
BUCARAMANGA	12	55	655	28	9,8%
FLORIDABLANCA	1	588	588	25	8,8%
FLORIDABLANCA	2	174	349	15	5,2%
FLORIDABLANCA	3	113	340	14	5,1%
FLORIDABLANCA	6	22	132	5	2,0%
FLORIDABLANCA	7	4	31	1	0,5%
GIRON	2	94	187	8	2,8%
GIRON	3	181	544	23	8,1%
GIRON	6	12	72	3	1,1%
GIRON	7	21	144	6	2,2%
PIEDECUESTA	2	208	417	18	6,2%
PIEDECUESTA	3	69	208	9	3,1%
TOTAL	-	2.490	6.693	284	100,0%

Fuente: Grupo PGIRS AMB

Para el mantenimiento de zonas verdes se contará con 10 cuadrillas cada una de ellas compuesta por 4 personas, que prestarán el servicio permanente en toda el área metropolitana.

✓ **Calculo de costos fijos de operación**

- **Nomina**



La nomina operativa de este componente esta compuesta por escobitas, los cuales tienen el mismo salario, tanto los que barreiros como los de mantenimiento de zonas verdes.

Tabla 45. Nomina del componente de barrido manual

CARGO	SALARIO	PRESTACIONES	DOTACION	SUBSIDIO DE TRANSPORTE	COSTO TOTAL MENSUAL
ESCOBITAS	\$ 358.000	\$ 183.383	\$ 27.500	\$ 49.000	\$ 617.883

Fuente: Grupo PGIRS AMB

Para el calculo la nomina total se tienen en cuenta los salarios del personal que forma parte de la operación indirectamente, es decir, los supervisores, subgerente técnico operativo, auxiliar, técnicos de mantenimiento etc.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

En la siguiente tabla se resumen los costos mensual por concepto de nomina a los largo de los 15 años del proyecto. Se realiza un incremento de salarios año a año de acuerdo a la inflación asumida para la evaluación del proyecto. De igual manera se tiene en cuenta un incremento en la planta operativa (escobitas y conductores) de acuerdo al incremento de la longitud de barrido.

Tabla 46. Costo de nómina de barrido y limpieza



COSTO DE NOMINA BARRIDO Y LIMPIEZA			
AÑO	COSTO DE NOMINA DIRECTA	COSTO DE NOMINA INDIRECTA	TOTAL
2005	214.207.676	17.496.035	231.703.711
2006	232.851.249	18.961.044	251.812.292
2007	250.332.891	20.446.139	270.779.030
2008	269.379.658	21.937.218	291.316.876
2009	287.564.247	23.418.948	310.983.195
2010	305.432.447	24.874.988	330.307.435
2011	323.673.204	26.288.263	349.961.467
2012	341.950.050	27.774.799	369.724.849
2013	362.143.026	29.338.198	391.481.224
2014	383.483.829	31.034.831	414.518.660
2015	403.850.141	32.820.254	436.670.395
2016	427.418.604	34.698.855	462.117.459
2017	452.226.384	36.675.232	488.901.616
2018	478.334.916	38.754.201	517.089.117
2019	504.578.856	40.940.807	545.519.662

Fuente: Grupo PGIRS AMB

- Costo fijo de recolección y transporte

Para este componente se tiene en cuenta un 10% de los costos fijos de recolección y transporte. En la siguiente tabla se relacionan los costos mensuales a través de los 15 años del proyecto.

Tabla 47. Costos fijos de recolección y transporte para barrido y limpieza

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

COSTOS FIJOS DE R Y T PARA BARRIDO Y LIMPIEZA	
AÑO	COSTOS FIJOS
2005	17.509.422
2006	18.115.798
2007	19.663.116
2008	20.687.483
2009	22.326.191
2010	23.358.913
2011	24.365.147
2012	25.416.959
2013	26.516.590
2014	27.712.937
2015	28.964.439
2016	30.273.853
2017	31.644.038
2018	34.568.856
2019	27.232.277

Fuente: Grupo PGIRS AMB



✓ **Calculo de costos variables de operación**

Como costos variables para este componente se contemplan las herramientas y utensilios necesarios para llevar a cabo el barrido limpieza y mantenimiento de zonas verdes, y el 10% de los costos variables del componente de recolección y transporte.. Para efectos de cálculos se asume que estos costos de herramientas son un 4.5% de los costos totales del componente. De igual manera se tienen en cuenta los costos variables de motocicletas, que se estimo en \$250 por kilómetro recorrido. En la siguiente tabla se presentan los costos mensuales a través de los 15 años.

Tabla 48. Costos variables de barrido y limpieza

COSTOS VARIABLES				
AÑO	HERRAMIENTAS	RECOLECCION Y TRANSPORTE	MOTOCICLETAS	TOTAL
2005	12.982.896	11.656.710	1.673.167	26.312.773
2006	14.012.939	12.677.678	1.702.598	28.393.216
2007	15.077.293	13.719.819	1.732.030	30.529.142
2008	16.194.215	14.773.933	1.761.462	32.729.610
2009	17.316.618	16.198.154	1.790.893	35.305.666
2010	18.373.753	17.244.779	1.820.325	37.438.857
2011	19.447.241	18.315.838	1.849.757	39.612.835
2012	20.530.075	19.423.302	1.879.188	41.832.565
2013	21.716.805	20.593.402	1.908.620	44.218.828
2014	22.974.835	21.819.141	1.941.342	46.735.318
2015	24.194.799	23.107.721	1.974.064	49.276.585
2016	25.583.905	24.465.661	2.006.786	52.056.352
2017	27.045.629	25.896.502	2.039.509	54.981.640
2018	28.689.408	28.060.811	2.072.231	58.822.450
2019	29.841.068	30.258.086	2.104.953	62.204.107

Fuente: Grupo PGIRS AMB

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

➤ **Barrido Mecánico**

✓ **Calculo de costos fijos de operación**

- **Nomina**

La nomina esta compuesta por dos conductores son un salario de \$600.000 cada uno mas prestaciones sociales. La nomina indirecta esta relacionada en el barrido manual.

Tabla 49. Costos por nómina

CARGO	SALARIO	PRESTACIONES	DOTACION	SUBSIDIO DE TRANSPORTE	COSTO TOTAL MENSUAL
CONDUCTOR	\$ 600.000	\$ 307.346	\$ 27.500	\$ 49.000	\$ 983.846

Fuente: Grupo PGIRS AMB

- **Seguros, impuesto y otros**

El costo de seguros comprenden el seguro obligatorios y el seguros de full amparo, se determino factor del 10% anual sobre el costo de cada vehículo.

Para calcular el costo en el que se incurre por concepto de impuestos se determina un factor del 1% anual sobre el costo de cada vehículos.

Para el calculo de los costos se tiene en cuenta un factor de seguridad que se denomina otros, estos costos corresponden a imprevistos que ocurran y que no son propios de la operación, como partes, accidentes de transito, etc. Se determino un factor del 1% sobre los costos variables del componente.

En la siguiente tabla se resumen los costos mensuales año a año.

Tabla 50. Seguros, impuestos y otros

SEGUROS, IMPUESTOS Y OTROS				
AÑO	SEGUROS	IMPUESTOS	OTROS	TOTAL
2005	583.333	1.166.667	2.020	1.752.020
2006	583.333	1.166.667	2.152	1.752.152
2007	583.333	1.166.667	2.281	1.752.281
2008	583.333	1.166.667	2.406	1.752.406
2009	583.333	1.166.667	2.527	1.752.527
2010	583.333	1.166.667	2.640	1.752.640
2011	583.333	1.166.667	2.746	1.752.746
2012	583.333	1.166.667	2.856	1.752.856
2013	583.333	1.166.667	2.970	1.752.970
2014	583.333	1.166.667	3.089	1.753.089
2015	583.333	1.166.667	3.212	1.753.212
2016	583.333	1.166.667	3.341	1.753.341
2017	583.333	1.166.667	3.475	1.753.475
2018	583.333	1.166.667	3.614	1.753.614
2019	583.333	1.166.667	3.758	1.753.758

Fuente: Grupo PGIRS AMB

✓ **Calculo de costos variables**

Para el calculo de los costos variables se determinan las longitudes de vías a recorrer, y se estima un costo variable por kilómetro de \$1.373 pesos de 2004, y se incrementa de acuerdo a la inflación asumida para la evaluación de este proyecto.

Tabla 51. Costos variables

COSTOS VARIABLES	
AÑO	COSTOS
2005	3.857.451
2006	3.994.435
2007	4.129.101
2008	4.259.951
2009	4.385.449
2010	4.504.044
2011	4.614.206
2012	4.728.774
2013	4.847.925
2014	4.971.842
2015	5.100.716
2016	5.234.745
2017	5.374.134
2018	5.519.100
2019	5.669.864

Fuente: Grupo PGIRS AMB

En la siguiente tabla se resumen los costos operativos totales de barrido y limpieza en un horizonte de 15 años.

Tabla 52. Costos operativos totales de Barrido y Limpieza

COSTOS OPERATIVOS TOTALES DE BARRIDO Y LIMPIEZA	
AÑO	COSTOS TOTALES
2005	3.807.902.311
2006	4.114.919.425
2007	4.420.245.967
2008	4.738.967.672
2009	5.058.350.970
2010	5.359.196.096
2011	5.663.066.825
2012	5.970.136.990
2013	6.305.648.334
2014	6.660.845.853
2015	7.006.681.255
2016	7.398.441.733
2017	7.810.420.488
2018	8.271.925.207
2019	8.192.137.689

• INDICADORES COMPONENTE DE BARRIDO Y LIMPIEZA

Para el componente de Barrido y Limpieza se han definido indicadores que permiten garantizar la calidad, cobertura y eficiencia en la prestación del servicio de aseo domiciliario, a continuación se presentan estos indicadores:

1. Cobertura de Barrido y Limpieza de Vías

Mide la relación entre la longitud de vías barridas y la longitud total de vías en el área urbana.

$$\text{Cobertura Barrido Vías}(\%) = \frac{LB}{LTV} \times 100$$

Donde:



LB: Longitud de vías barridas del sector

LTV: Longitud total de vías del sector

2. Cobertura de Barrido y Limpieza en Áreas Públicas

Este indicador mide la relación entre el área urbana con servicio de barrido y el área urbana total.

$$\text{Cobertura Barrido Areas}(\%) = \frac{AUB}{AUT} \times 100$$

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Donde:

AUB: Área urbana con servicio de barrido

AUT: Area Urbana total

3. Rendimiento del barrido manual (calles)

Este índice permite conocer el rendimiento promedio diario de un trabajador en km lineales. Considera de manera implícita el tipo de servicio ejecutado (acera + cuneta), estado físico de la acera y la cuneta, edad y contextura física del trabajador, densidad poblacional, flujo peatonal, turno y frecuencia del servicio, tipo de escoba utilizado y presencia de vehículos estacionados.

$$\text{Rendimiento barrido manual (Km / operario - mes)} = \frac{LBMa}{OB}$$

Donde:

LBMa: Longitud (Km.) barrida manualmente al mes

OB: Número de operarios utilizados en el barrido manual al mes

4. Rendimiento del barrido mecánico

Este índice permite conocer el rendimiento promedio diario del vehículo (Barredora) en km lineales. Considera de manera implícita el turno y frecuencia del servicio y la presencia de vehículos estacionados en las vías.

$$\text{Rendimiento barrido mecánico (Km / hr - mes)} = \frac{LBMe}{HBMe}$$

Donde:



LBMe: Longitud (Km.) barrida mecánicamente al mes

OB: Número de horas empleadas en el barrido mecánico al mes

❖ COMPONENTE DE DISPOSICION FINAL

Este componente se desarrolla en su aspecto técnico en el proyecto Evaluación de Alternativas para Disposición Final, para el modelo de empresa eficiente se tomo como referencia la operación en el actual sitio de disposición final El Carrasco.

❖ Inversiones en disposición final

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Para este componente se tienen en cuenta las inversiones en terrenos, construcciones, maquinaria y vehículos, equipos de computo y comunicaciones y muebles y enseres.

Tabla 53. Inversiones requeridas en el componente de disposición final

INVERSIONES EN DISPOSICION FINAL						
CONCEPTO	TERRENOS	CONSTRUCCIONES	MAQUINARIA VEHICULOS	EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNICACIONES	MUEBLES Y ENSERES	TOTAL INVERSIÓN
AÑO 0	20.840.000	430.000.000	50.000.000	13.740.000	3.550.000	657.290.000
AÑO 1	-	-	-	-	-	-
AÑO 2	-	-	-	-	-	-
AÑO 3	-	-	-	-	-	-
AÑO 4	-	-	-	-	-	-
AÑO 5	-	-	-	18.385.174	-	18.385.174
AÑO 6	-	-	-	-	-	-
AÑO 7	-	-	72.711.088	-	-	72.711.088
AÑO 8	-	-	-	-	-	-
AÑO 9	-	-	-	-	-	-
AÑO 10	-	-	-	22.475.915	5.807.096	28.283.012
AÑO 11	-	-	-	-	-	-
AÑO 12	-	-	-	-	-	-
AÑO 13	-	-	-	-	-	-
AÑO 14	-	-	-	-	-	-
AÑO 15	-	-	-	-	-	-

Fuente: Grupo PGIRS AMB

✓ Terrenos

La inversión en terrenos para disposición final asciende a \$20.840.000, que corresponde al costo estipulado para el lote en el Carrasco.

✓ Maquinaria y vehículos

Están representadas por la adquisición de una camioneta de estacas cuyo costo asciende al \$50.000.000, se estima una vida útil de 7 años, al cabo de los cuales se realiza la reposición del vehículo en cuyo costo se contempla el efecto de la inflación asumida para la evaluación del proyecto.

✓ Equipos de computo y comunicaciones

Hace referencia a los computadores, teléfonos, fax, impresora y software para la operación de la bascula, la inversión inicial asciende a \$13.740.000, su vida útil se estima

que es de 5 años, al cabo de los cuales se realiza la reposición total de los equipos, el costo de esta afectado por la inflación asumida para la evaluación de este proyecto.,

✓ Muebles y Enseres

Hace referencia a los escritorios, sillas y archivadores necesarios para el personal de soporte del este componente. La inversión en el año cero asciende a \$3.550.000, su vida útil se estima en 10 años, al cabo de los cuales se realiza la reposición total, el costo de esta inversión esta afectado por la inflación asumida para la evaluación de este proyecto.

Costos disposición final

Los costos de disposición final se calculan con base a una tarifa estimada de \$13.000 por tonelada. Esta tarifa debe cubrir todos los costos de operación en el manejo del relleno sanitario.

El costo estimado se incrementa anualmente con la inflación. Para determinar el costo total se multiplica el costo estimado por el número de toneladas a disponer.

En la siguiente tabla se presentan los costos estimados durante los quince años del proyecto.

Tabla 54. Costos del componente de disposición final



COSTOS DE DISPOSICION FINAL	
AÑO	DISPOSICION FINAL
2005	3.063.838.727
2006	3.272.903.834
2007	3.456.881.341
2008	3.638.311.002
2009	3.727.111.168
2010	3.890.498.445
2011	4.021.156.096
2012	4.127.671.735
2013	4.196.918.965
2014	4.210.501.878
2015	4.169.276.409
2016	4.259.465.151
2017	4.330.099.881
2018	4.375.900.782
2019	4.390.535.918

Fuente: Grupo PGIRS AMB

• INDICADORES COMPONENTE DISPOSICION FINAL

1. Compactación

Mide el nivel compactación de los residuos sólidos en el sitio de disposición final

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

$$COMPAC = \frac{\text{Toneladas de Residuos en la Celda}}{\text{Metros cúbicos de la celda}}$$

2. Eficiencia en el Tratamiento de Lixiviados.

Determina nivel de eficiencia se esta alcanzando en el tratamiento de los lixiviados que generan los residuos que se encuentran en el sitio de disposición final

$$ETL = \frac{\text{Concentración de entrada de contaminantes al tratamiento}}{\text{Concentración de salida de contaminantes del tratamiento}}$$

3. Nivel de contaminación por emisión de gases en el SDF.

Determina el nivel de contaminación que se genera por la emisión de gases en el sitio de disposición final.

$$NCG = \frac{\text{Concentración de gases emitidos}}{\text{Concentración de gases permiscibles}}$$



❖ COMPONENTE ADMINISTRATIVO Y COMERCIAL

De acuerdo a la estructura organizacional planteada para una empresa eficiente, las inversiones estimadas para la sede administrativa, son las siguientes:

Tabla 55. Inversiones administrativas

INVERSIONES EN EL AREA ADMINISTRATIVA				
AÑO	CONSTRUCCIONES	EQUIPOS DE COMPUTO Y COMUNIC.	MUEBLES Y ENSERES	TOTAL INVERSIÓN
AÑO 0	-	68.945.000,00	46.900.000,00	115.845.000,00
AÑO 1	-	-	-	-
AÑO 2	-	-	-	-
AÑO 3	-	-	-	-
AÑO 4	-	-	-	-
AÑO 5	-	92.253.698,31	-	92.253.698,31
AÑO 6	-	-	-	-
AÑO 7	-	-	-	-
AÑO 8	-	-	-	-
AÑO 9	-	-	-	-
AÑO 10	-	112.240.729,80	76.352.023,03	188.592.752,83
AÑO 11	-	-	-	-
AÑO 12	-	-	-	-
AÑO 13	-	-	-	-
AÑO 14	-	-	-	-
AÑO 15	-	-	-	-

Fuente: Cálculos grupo técnico del PGIRS.

	<p align="center">PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p align="center">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p> 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

✓ **Construcciones**

No se estiman inversiones en construcciones en el área administrativa, las instalaciones en donde funcionarán serán arrendadas.

✓ **Equipos de cómputo y comunicación**

La inversión en equipos de computo y telecomunicaciones, comprende todo el soporte tecnológico necesario para garantizar una eficiencia y eficacia en las labores administrativas de la empresa, entre ellos se encuentran computadores, impresoras, teléfonos, fax, software, etc; dicha cuantía asciende a \$68.945.000 en el año cero. La vida útil está estimada en 5 años, razón por la cual se estima la misma inversión en el año 2009 y en el año 2014, teniendo en cuenta el impacto de la inflación sobre el costo inicial.

✓ **Muebles y enseres**

Hace referencia a las inversiones necesarias para adecuar las oficinas dispuestas en la sede administrativa, tales como: escritorios, sillas, archivadores, entre otros; dicho valor asciende a \$46.900.000 para el inicio de operaciones (año cero). La vida útil para los muebles y enseres está estimada en 10 años, como consecuencia se realizará una inversión similar en el año 2014, teniendo en cuenta el impacto de la inflación sobre el costo inicial.



✓ **Gastos de administración y ventas**

Los gastos de administración y ventas están compuestos por la nómina administrativa, servicios públicos, publicidad y mercadeo, papelería e insumos para oficina, arriendo, costos de facturación y otros gastos.

➤ **Nómina**

Para el establecimiento de los salarios de funcionarios del área administrativa y técnico operativa se definieron ocho niveles salariales, estos se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 56. Niveles salariales

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

AREA ADMINISTRATIVA		AREA TECNICO OPERATIVA	
CARGO	SALARIO	CARGO	SALARIO
GERENTE	\$ 5.500.000		
SUBGERENTE	\$ 4.000.000	SUBGERENTE	\$ 4.000.000
DIRECTORES	\$ 2.500.000		
PROFESIONALES	\$ 1.800.000	PROFESIONALES	\$ 1.800.000
TECNICOS	\$ 700.000	TECNICOS	\$ 700.000
		SUPERVISOR	\$ 700.000
		CONDUCTORES	\$ 600.000
AUXILIARES	\$ 358.000	AYUDANTES	\$ 358.000

Fuente: Grupo PGIRS AMB

Los salario base tienen asociado las prestaciones que por ley se deben pagar a los empleados. En la siguiente tabla se presentan los factores que se aplican al salario base para el calculo de las prestaciones legales que se tienen en cuenta.



Tabla 57. Prestaciones legales

PRESTACIONES LEGALES	% / Ingreso anual
CESANTIAS	8,33%
PRIMA	8,33%
INTERESES A LA CESANTIAS	0,083%
VACACIONES	4,17%
SALUD	8,00%
PENSION	10,88%
ARP	2,44%
PARAFISCALES	9,00%
TOTAL	51,2243%
DOTACION ANUAL	330.000
SUBSIDIO DE TRANSPORTE	49.000

Fuente: Grupo PGIRS AMB

Los gastos mensuales año a año por concepto de nomina administrativa se relacionan el la siguiente tabla. Los salarios se incrementan año a año con la inflación que se asume para la evaluación de este proyecto.

Tabla 58. Nómina administrativa

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

NOMINA ADMINISTRATIVA	
AÑO	AREA METROPOLITANA
2005	1.045.183.412,74
2006	1.113.120.334,57
2007	1.179.907.554,64
2008	1.244.802.470,14
2009	1.307.042.593,65
2010	1.365.859.510,37
2011	1.420.493.890,78
2012	1.477.313.646,41
2013	1.536.406.192,27
2014	1.597.862.439,96
2015	1.661.776.937,56
2016	1.728.248.015,06
2017	1.797.377.935,66
2018	1.869.273.053,09
2019	1.944.043.975,21

Fuente: Grupo PGIRS AMB



➤ Papelería e insumos para oficina

Los gastos por este concepto se calculan con base a un porcentaje sobre los costos operativos totales, para este proyecto se tomó un 0.5% de los costos operativos totales. En la siguiente tabla se resumen los costos anuales incrementados por la inflación.

Tabla 59. Gastos de papelería e insumos

GASTOS DE PAPELERIA E INSUMOS PARA OFICINA	
AÑO	AREA METROPOLITANA
2005	58.491.254,84
2006	62.609.955,74
2007	67.448.626,80
2008	72.664.772,47
2009	76.907.712,99
2010	81.113.940,24
2011	84.000.604,17
2012	79.235.959,44
2013	92.855.465,76
2014	96.684.302,13
2015	100.360.056,26
2016	107.246.676,89
2017	110.945.808,01
2018	117.084.284,70
2019	119.818.937,91

Fuente: Grupo PGIRS

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

➤ Publicidad y mercadeo

Los gastos contemplados en este concepto obedecen a la campaña de educación y plan de medios estructurado para dentro del marco del Plan de Gestión de Residuos Sólidos en el AMB. La siguiente tabla se presentan los costos anuales.

Tabla 60. Gastos por publicidad y mercadeo

GASTOS DE PUBLICIDAD Y MERCADEO	
AÑO	AREA METROPOLITANA
2005	449.400.000,00
2006	502.541.550,00
2007	585.842.655,00
2008	680.507.580,51
2009	678.404.888,55
2010	673.975.854,66
2011	666.033.566,58
2012	657.889.924,72
2013	649.602.024,06
2014	641.234.269,17
2015	634.560.198,21
2016	626.326.226,73
2017	651.379.275,80
2018	677.434.446,84
2019	704.531.824,71

Fuente: Grupo PGIRS AMB

➤ Facturación

Los costos por concepto de facturación son se estipularon como el 5% de los ingresos generados a través del cobro de tarifa a los usuarios del servicio de aseo. Para el caso del AMB, es el porcentaje que cobra el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga por el servicio de facturación.

Se tienen en cuenta las proyecciones de ingresos en los quince años para el calculo de este costo. En la siguiente tabla se resumen los costos anuales ocasionados por este concepto.

Tabla 61. Gastos por facturación



GASTOS DE FACTURACION	
AÑO	AREA METROPOLITANA
2005	1.085.296.497,21
2006	1.181.305.612,19
2007	1.279.713.076,73
2008	1.379.213.781,16
2009	1.474.838.613,13
2010	1.576.394.299,52
2011	1.666.080.586,93
2012	1.773.824.152,94
2013	1.873.743.897,89
2014	1.979.366.584,20
2015	2.106.708.641,20
2016	2.226.004.107,55
2017	2.352.153.457,08
2018	2.504.190.753,81
2019	2.646.753.940,80

Fuente: Grupo PGIRS AMB

➤ **Servicios públicos**

Para el calculo de los costos por este concepto se asume un porcentaje sobre los costos operativos totales que equivale al 0.5%. estos costos se incrementan año a año con la inflación. En la siguiente tabla se resumen los costos anuales causados por este concepto.

Tabla 62. Gastos por servicios públicos

 AREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		



GASTOS SERVICIOS PUBLICOS	
AÑO	AREA METROPOLITANA
2005	58.491.254,84
2006	62.609.955,74
2007	67.448.626,80
2008	72.664.772,47
2009	76.907.712,99
2010	81.113.940,24
2011	84.000.604,17
2012	79.235.959,44
2013	92.855.465,76
2014	96.684.302,13
2015	100.360.056,26
2016	107.246.676,89
2017	110.945.808,01
2018	117.084.284,70
2019	119.818.937,91

Fuente: Grupo PGIRS AMB

➤ Otros gastos

En este concepto se toma el impuesto de industria y comercio que equivale al 0.2% de los ingresos totales, el impuesto predial que equivale al 6.5% de avalúo catastral de los terrenos, como se cuenta con el avalúo catastral se define que este es equivalente al 50% del valor comercial de los terrenos, y otros gastos administrativos, esto se refieren a los imprevistos que acontecen en el día a día de la operación de una empresa, estos gastos son equivalentes al 2% de los costos operativos totales.

Tabla 63. Otros gastos

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

OTROS GASTOS				
AÑO	IMPUESTOS DE INDUSTRIA Y COMERCIO	IMPUESTO PREDIAL	OTROS GASTOS ADMINISTRATIVOS	TOTAL
2005	43.678.179,15	903.066,67	\$ 233.965.019	281.993.635,88
2006	47.471.653,06	857.913,33	\$ 250.439.823	301.205.967,24
2007	51.326.649,58	812.760,00	\$ 269.794.507	323.393.782,23
2008	55.168.551,25	767.606,67	\$ 290.659.090	346.477.792,92
2009	58.993.544,53	722.453,33	\$ 307.630.852	366.136.632,72
2010	63.055.771,98	677.300,00	\$ 324.455.761	385.701.530,35
2011	66.643.223,48	632.146,67	\$ 336.002.417	399.506.875,42
2012	70.952.966,12	586.993,33	\$ 316.943.838	382.022.576,10
2013	74.949.755,92	541.840,00	\$ 371.421.863	439.885.130,91
2014	79.174.663,37	496.686,67	\$ 386.737.209	457.487.801,62
2015	84.268.345,65	451.533,33	\$ 401.440.225	474.750.991,93
2016	89.040.164,30	406.380,00	\$ 428.986.708	505.180.758,86
2017	94.086.138,28	422.635,20	\$ 443.783.232	523.244.219,94
2018	100.167.630,15	439.540,61	\$ 468.337.139	551.747.824,82
2019	105.870.157,63	457.122,23	\$ 479.275.752	566.461.385,25

Fuente: Grupo PGIRS AMB

• INDICADORES COMPONENTE ADMINISTRATIVO Y COMERCIAL

Los indicadores de aceptación de los servicios prestados por parte del público se miden a través de encuestas en determinados periodos de tiempo y en zonas donde se presta el servicio.



1. Frecuencia de reclamos (%) - FRU

La frecuencia de reclamos esta dada por el numero de usuarios que llaman mensualmente a realizar un reclamo sobre el numero total de usuario atendidos. Es importante diferenciar entre un reclamo, peticiones y quejas. Un reclamo o una queja se puede asociar a la insatisfacción del usuario por la manera en que se le esta prestando el servicio, una petición se asocia al la solicitud del servicio, generalmente son servicios especiales, como recolección de escombros, estos últimos no se tienen en cuenta como reclamos.

$$\frac{N.^{\circ} \text{ total mensual de reclamos } * 100}{N.^{\circ} \text{ de usuarios}}$$

2. Porcentaje de usuarios insatisfechos (%) – PUI

Para determinar el numero de usuarios insatisfechos es necesario diseñar e implementar una encuesta que permita medir el nivel de satisfacción del usuario con el servicio prestado. Esta encuesta se debe aplicar a una muestra representativa de la población, para que su nivel de confiabilidad sea lo suficientemente alto (superior al 95%) para

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

asegurar la efectividad de la medición de este indicador. De igual manera se debe establecer la periodicidad en la que se debe realizar la encuesta.

$$\frac{N.^{\circ} \text{ total de usuarios encuestados satisfechos} * 100}{N.^{\circ} \text{ total de usuarios encuestados}}$$

❖ COMPONENTE FINANCIERO

Evaluación financiera de la empresa eficiente

La presente evaluación financiera es una herramienta para conocer la viabilidad del proyecto que la formulación del estudio de prefactibilidad que se ha venido realizando; dicha evaluación, estará orientada a identificar los flujos de fondos que genera el proyecto, a partir de los ingresos, costos y gastos que surgen de los aspectos técnicos, operativos, administrativos, económicos y ambientales del servicio a prestar, para los cuales se tomaron como base los precios del año 2004, y se indexaron con los Índices de Precios al Consumidor estimados por el grupo técnico del PGRIS, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 64. Inflación estimada

INFLACIONES ESTIMADAS														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
7,0%	6,5%	6,0%	5,5%	5,0%	4,5%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%



Fuente: Grupo PGIRS AMB

Una vez conocido el flujo de fondos generado se aplicaran criterios de evaluación (VPN, TIR y TVR) que van a determinar si el proyecto tiene la potencialidad de hacer crecer el valor de la inversión realizada.

➤ Criterios de inversión

Para la evaluación financiera de las alternativas propuestas, respecto a la prestación del servicio de aseo en el ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA, se tuvo como herramienta de análisis, los siguientes criterios de inversión:

- **Valor Presente Neto – VPN:** Se define como el valor que resulta de restar al valor presente de los futuros flujos de caja de un proyecto, el valor de la inversión inicial y demás erogaciones que se tengan en la ejecución del proyecto.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

- **Tasa interna de retorno –TIR:** Es la tasa de interés que iguala en el tiempo los ingresos y los egresos de un proyecto. También se puede decir que es la rentabilidad que gana los fondos que permanecen en un proyecto.
- **Tasa verdadera de rentabilidad- TVR:** Es la misma TIR, asumiendo una tasa diferente para la reinversión de las utilidades generadas por el proyecto.

Para determinar la viabilidad financiera del proyecto, de acuerdo a los indicadores de inversión señalados, se emplearán los criterios de decisión expuestos en el apartado.

➤ **Criterio de decisión**

✓ **Criterio de decisión para el VPN**

Para determinar el Valor Presente Neto – VPN es necesario definir una tasa de oportunidad – To o Costo de Capital. De acuerdo a esta tasa de oportunidad, el valor presente de los flujos de caja del proyecto descontada la inversión inicial debe obedecer a la siguiente regla de decisión: El proyecto es conveniente desde el punto de vista financiero si el Valor Presente Neto – VPN es positivo.

Para la evaluación financiera de la empresa eficiente, el Valor Presente Neto es positivo (\$34.014.495.883), debido a que el valor presente de sus flujos futuros de fondos, alcanza para cubrir la inversión inicial requerida, y por lo tanto no agrega ni destruye valor, al mostrar una tasa interna de retorno (TIR-48.2%), comparado con el costo de capital (0.09%). A continuación, se presentan los datos que evidencian la situación mencionada anteriormente.



✓ **Criterio de decisión para la TIR**

La TIR se define como la rentabilidad que ganan los fondos que permanecen invertidos en el proyecto, para lo cual se mantiene una regla de decisión: El proyecto es conveniente si la TIR es superior al Costo de Oportunidad (To).

Para el flujo de caja obtenido en los quince años de proyección, la TIR, da como resultado un 48.2%, aunque esta no se puede tomar como indicador financiero de análisis debido a que no todos los flujos de caja libre para la proyección son positivos; por lo tanto, se debe evaluar el proyecto con base en la Tasa interna de Retorno modificada o la TVR, explicada a continuación.

✓ **Criterio de decisión para la TVR.**

Definida la tasa de reinversión de excedentes, la cual esta dada por el 10% (Te), se determina la conveniencia del proyecto de acuerdo al indicador TVR, para el cual se sigue los mismos criterios señalados para el indicador TIR, solo que en este caso no se compara con el costo de capital, sino con la tasa de reinversion, obedeciendo a la regla

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

de decisión, para este indicador, la cual dice que el proyecto es conveniente si la TVR es superior a la Tasa de Reinversión de Excedentes (Te).

Tomando la TVR dada por el proyecto, representada con un 21.5% y retomando la regla de decisión mencionada anteriormente, se puede decir, que el proyecto, es económicamente viable, ya que el TVR es superior a la tasa de reinversión de excedentes (10%).

➤ Resumen de costos y gastos por componente

En la siguiente tabla se resumen los costos y gastos anuales en cada uno de los componentes proyectados en los quince años en los que se evalúa este proyecto.

Tabla 65. Resumen de costos y gastos

RESUMEN DE COSTOS Y GASTOS						
AÑO	ADMINISTRACION Y VENTAS	RECOLECCION Y TRANSPORTE ORDINARIOS	RECOLECCION Y TRANSPORTE RECICLABLES	BARRIDO Y LIMPIEZA	DISPOSICION FINAL	TOTAL
2005	3.035.414.700	3.292.027.845	238.373.965	3.554.951.012	3.063.838.727	13.184.606.249
2006	3.284.954.016	3.411.748.313	342.064.427	3.845.526.292	3.272.903.834	14.157.196.882
2007	3.570.451.106	3.634.982.757	488.554.774	4.134.689.246	3.456.881.341	15.285.559.225
2008	3.868.694.315	4.005.255.724	579.461.245	4.437.705.331	3.638.311.002	16.529.427.618
2009	4.057.667.246	4.262.548.048	684.025.620	4.742.025.513	3.727.111.168	17.473.377.595
2010	4.246.675.898	4.415.981.602	803.613.703	5.028.635.993	3.890.498.445	18.385.405.641
2011	4.407.517.620	4.352.667.703	939.592.079	5.319.284.318	4.021.156.096	19.040.217.815
2012	4.542.959.005	4.502.327.850	1.098.579.171	5.612.603.182	4.127.671.735	19.884.140.944
2013	4.782.830.854	4.685.779.699	1.284.468.251	5.933.813.175	4.196.918.965	20.883.810.943
2014	4.972.312.741	4.816.545.202	1.501.811.368	6.274.137.287	4.210.501.878	21.775.308.476
2015	5.187.760.931	4.980.877.784	1.682.133.434	6.604.504.346	4.169.276.409	22.624.552.903
2016	5.415.253.051	5.584.957.711	1.884.106.718	6.980.177.748	4.259.465.151	24.123.960.380
2017	5.666.912.071	5.576.939.038	2.110.330.878	7.375.425.943	4.330.099.881	25.059.707.811
2018	5.964.061.386	5.949.487.072	2.363.717.709	7.819.530.881	4.375.900.782	26.472.697.829
2019	6.235.022.672	6.094.231.724	2.647.528.624	8.132.198.015	4.390.535.918	27.499.516.952

Fuente: Grupo PGIRS AMB



5.1. INDICADORES FINANCIEROS

Para el cálculo de los indicadores básicos financieros, es necesario analizar el estado de resultados, producto de los cálculos de proyección, con el cual se obtendrán los indicadores mencionados.

RESUMEN DEL FLUJO DE EGRESOS TOTALES DEL PROYECTO

La siguiente tabla resume las salidas que debe tener en cuenta el proyecto en los quince años de horizonte propuestos para este estudio:

Tabla 66. Resumen de egresos

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

RESUMEN DE FLUJO DE EGRESOS DEL PROYECTO			
AÑO	COSTOS TOTALES	GSTOS DE ADMINISTRACION Y VENTAS	COSTOS Y GASTOS TOTALES
2005	10.149.191.549	3.035.414.700	13.184.606.249
2006	10.872.242.866	3.284.954.016	14.157.196.882
2007	11.715.108.119	3.570.451.106	15.285.559.225
2008	12.660.733.303	3.868.694.315	16.529.427.618
2009	13.415.710.349	4.057.667.246	17.473.377.595
2010	14.138.729.743	4.246.675.898	18.385.405.641
2011	14.632.700.196	4.407.517.620	19.040.217.815
2012	15.341.181.939	4.542.959.005	19.884.140.944
2013	16.100.980.089	4.782.830.854	20.883.810.943
2014	16.802.995.735	4.972.312.741	21.775.308.476
2015	17.436.791.972	5.187.760.931	22.624.552.903
2016	18.708.707.329	5.415.253.051	24.123.960.380
2017	19.392.795.740	5.666.912.071	25.059.707.811
2018	20.508.636.443	5.964.061.386	26.472.697.829
2019	21.264.494.280	6.235.022.672	27.499.516.952

Fuente: Cálculos grupo técnico del PGIRS.

CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo es un requerimiento de efectivo que la empresa debe poseer para no entrar en problemas de liquidez y por consiguiente de prestación del servicio e incumplimiento de obligaciones, de modo que es una inversión que debe realizarse para que el proyecto pueda desarrollarse de acuerdo a lo planeado.

De acuerdo a los parámetros establecidos, 45 días de provisión de efectivo, 45 días de cuentas por cobrar, y una política de compras que considera que el 100% estas se realizaran a crédito para pagar en 60 días, se determinó el monto de inversión en capital de trabajo para cada año del horizonte de evaluación, el cual corresponde a valores estimados.

En la siguiente tabla se muestran los valores de Capital de Trabajo estimado para cada año de evaluación del proyecto:



	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Tabla 67. Capital de trabajo

CAPITAL DE TRABAJO					
AÑO	PROVISION DE EFECTIVO	CUENTAS POR COBRAR	CUENTAS POR PAGAR	CAPITAL DE TRABAJO	INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO
2004					\$ 963.228.335
2005	\$ 1.444.842.502	\$ 1.444.842.502	\$ 1.926.456.669	\$ 963.228.335	\$ 64.831.384
2006	\$ 1.542.089.578	\$ 1.542.089.578	\$ 2.056.119.437	\$ 1.028.059.719	\$ 78.597.880
2007	\$ 1.659.986.398	\$ 1.659.986.398	\$ 2.213.315.198	\$ 1.106.657.599	\$ 83.230.312
2008	\$ 1.784.831.866	\$ 1.784.831.866	\$ 2.379.775.821	\$ 1.189.887.911	\$ 73.680.351
2009	\$ 1.895.352.393	\$ 1.895.352.393	\$ 2.527.136.523	\$ 1.263.568.262	\$ 66.917.804
2010	\$ 1.995.729.098	\$ 1.995.729.098	\$ 2.660.972.131	\$ 1.330.486.066	\$ 45.671.188
2011	\$ 2.064.235.881	\$ 2.064.235.881	\$ 2.752.314.508	\$ 1.376.157.254	\$ -80.664.724
2012	\$ 1.943.238.796	\$ 1.943.238.796	\$ 2.590.985.061	\$ 1.295.492.530	\$ 222.774.193
2013	\$ 2.277.400.085	\$ 2.277.400.085	\$ 3.036.533.447	\$ 1.518.266.723	\$ 66.833.064
2014	\$ 2.377.649.681	\$ 2.377.649.681	\$ 3.170.199.575	\$ 1.585.099.788	\$ 71.778.830
2015	\$ 2.485.317.926	\$ 2.485.317.926	\$ 3.313.757.235	\$ 1.656.878.618	\$ 110.620.303
2016	\$ 2.651.248.381	\$ 2.651.248.381	\$ 3.534.997.842	\$ 1.767.498.921	\$ 59.649.732
2017	\$ 2.740.722.980	\$ 2.740.722.980	\$ 3.654.297.306	\$ 1.827.148.653	\$ 99.259.431
2018	\$ 2.889.612.126	\$ 2.889.612.126	\$ 3.852.816.168	\$ 1.926.408.084	\$ 58.215.613
2019	\$ 2.976.935.546	\$ 2.976.935.546	\$ 3.969.247.395	\$ 1.984.623.697	\$ -



Fuente: Cálculos grupo técnico del PGIRS.

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO:

Un estado de resultados del proyecto es el que a continuación se presenta:

Tabla 68. Estado de resultados

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Ventas	\$ -	\$ 21.839.089.574	\$ 23.735.826.531	\$ 25.663.324.789
-Costos del Servicio	\$ -	\$ 10.149.191.549	\$ 10.835.917.762	\$ 11.665.979.379
-Depreciaciones y Amortizaciones	\$ -	\$ 1.570.086.523	\$ 1.672.142.148	\$ 1.798.354.741
-Gastos Administración y Ventas	\$ -	\$ 3.356.356.214	\$ 3.628.507.732	\$ 3.940.950.346
Utilidad Operativa	\$ -	\$ 6.763.455.288	\$ 7.599.258.889	\$ 8.258.040.323
-Gasto Financiero (Intereses)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de Impuestos	\$ -	\$ 6.763.455.288	\$ 7.599.258.889	\$ 8.258.040.323
-Impuestos	\$ -	\$ 2.603.930.286	\$ 2.925.714.672	\$ 3.179.345.524
Utilidad Neta	\$ -	\$ 4.159.525.002	\$ 4.673.544.217	\$ 5.078.694.799
Utilidad Neta	\$ -	\$ 4.159.525.002	\$ 4.673.544.217	\$ 5.078.694.799

	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO				
	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
Ventas	\$ 27.584.275.623	\$ 29.496.772.263	\$ 31.527.885.990	\$ 33.321.611.739
-Costos del Servicio	\$ 12.579.705.328	\$ 13.381.286.387	\$ 14.076.043.659	\$ 14.547.248.313
-Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 1.897.264.251	\$ 1.992.127.464	\$ 2.111.536.805	\$ 2.195.998.277
-Gastos Administración y Ventas	\$ 4.268.439.235	\$ 4.480.876.734	\$ 4.693.211.208	\$ 4.869.566.507
Utilidad Operativa	\$ 8.838.866.808	\$ 9.642.481.678	\$ 10.647.094.318	\$ 11.708.798.642
-Gasto Financiero (Intereses)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de Impuestos	\$ 8.838.866.808	\$ 9.642.481.678	\$ 10.647.094.318	\$ 11.708.798.642
-Impuestos	\$ 3.402.963.721	\$ 3.712.355.446	\$ 4.099.131.313	\$ 4.507.887.477
Utilidad Neta	\$ 5.435.903.087	\$ 5.930.126.232	\$ 6.547.963.006	\$ 7.200.911.165
Utilidad Neta	\$ 5.435.903.087	\$ 5.930.126.232	\$ 6.547.963.006	\$ 7.200.911.165



ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO				
	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10	AÑO 11
Ventas	\$ 35.476.483.059	\$ 37.474.877.958	\$ 39.587.331.684	\$ 42.134.172.824
-Costos del Servicio	\$ 15.226.095.093	\$ 15.980.443.544	\$ 16.728.959.988	\$ 17.490.038.772
-Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 535.730.694	\$ 2.491.801.591	\$ 2.556.420.761	\$ 2.668.651.074
-Gastos Administración y Ventas	\$ 4.974.742.073	\$ 5.294.585.890	\$ 5.505.225.924	\$ 5.740.841.172
Utilidad Operativa	\$ 14.739.915.200	\$ 13.708.046.933	\$ 14.796.725.011	\$ 16.234.641.806
-Gasto Financiero (Intereses)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de Impuestos	\$ 14.739.915.200	\$ 13.708.046.933	\$ 14.796.725.011	\$ 16.234.641.806
-Impuestos	\$ 5.674.867.352	\$ 5.277.598.069	\$ 5.696.739.129	\$ 6.250.337.095
Utilidad Neta	\$ 9.065.047.848	\$ 8.430.448.864	\$ 9.099.985.882	\$ 9.984.304.710
Utilidad Neta	\$ 9.065.047.848	\$ 8.430.448.864	\$ 9.099.985.882	\$ 9.984.304.710

ESTADO DE RESULTADOS PROYECTADO				
	AÑO 12	AÑO 13	AÑO 14	AÑO 15
Ventas	\$ 44.520.082.151	\$ 47.043.069.142	\$ 50.083.815.076	\$ 52.935.078.816
-Costos del Servicio	\$ 18.729.173.086	\$ 19.397.782.919	\$ 20.492.138.304	\$ 21.407.851.212
-Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 2.775.397.117	\$ 2.832.525.693	\$ 2.945.826.721	\$ 2.738.403.774
-Gastos Administración y Ventas	\$ 6.007.690.051	\$ 6.279.502.374	\$ 6.611.359.406	\$ 6.896.520.544
Utilidad Operativa	\$ 17.007.821.896	\$ 18.533.258.155	\$ 20.034.490.645	\$ 21.892.303.287
-Gasto Financiero (Intereses)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Utilidad antes de Impuestos	\$ 17.007.821.896	\$ 18.533.258.155	\$ 20.034.490.645	\$ 21.892.303.287
-Impuestos	\$ 6.548.011.430	\$ 7.135.304.390	\$ 7.713.278.898	\$ 8.428.536.765
Utilidad Neta	\$ 10.459.810.466	\$ 11.397.953.766	\$ 12.321.211.747	\$ 13.463.766.521
Utilidad Neta	\$ 10.459.810.466	\$ 11.397.953.766	\$ 12.321.211.747	\$ 13.463.766.521

Fuente: Cálculos grupo técnico del PGIRS.

En la tabla anterior se aprecia que, el proyecto presenta utilidad antes de impuestos positiva durante todo el horizonte de proyección, equivalente a \$6.763.445.288 para el año uno, y de \$21.892.303.287 para el año quince.

De igual manera, al descontar el pago de impuestos sobre la utilidad obtenida por la empresa, se presentan utilidades netas positivas, con valores de \$4.159.525.002 para el año uno y \$13.463.766.521, para el ultimo año de proyección.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Con base en la información anterior, puede calcularse el movimiento de efectivo de la operación, el cual se presenta a continuación.

Tabla 69. Movimiento de efectivo

PERIODO	UTILIDAD NETA	DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES	MOVIMIENTO DE EFECTIVO
AÑO 1	\$ 4.159.525.002	\$ 1.570.086.523	\$ 5.729.611.525
AÑO 2	\$ 4.673.544.217	\$ 1.672.142.148	\$ 6.345.686.364
AÑO 3	\$ 5.078.694.799	\$ 1.798.354.741	\$ 6.877.049.539
AÑO 4	\$ 5.435.903.087	\$ 1.897.264.251	\$ 7.333.167.338
AÑO 5	\$ 5.930.126.232	\$ 1.992.127.464	\$ 7.922.253.696
AÑO 6	\$ 6.547.963.006	\$ 2.111.536.805	\$ 8.659.499.810
AÑO 7	\$ 7.200.911.165	\$ 2.195.998.277	\$ 9.396.909.442
AÑO 8	\$ 9.065.047.848	\$ 535.730.694	\$ 9.600.778.541
AÑO 9	\$ 8.430.448.864	\$ 2.491.801.591	\$ 10.922.250.455
AÑO 10	\$ 9.099.985.882	\$ 2.556.420.761	\$ 11.656.406.643
AÑO 11	\$ 9.984.304.710	\$ 2.668.651.074	\$ 12.652.955.785
AÑO 12	\$ 10.459.810.466	\$ 2.775.397.117	\$ 13.235.207.584
AÑO 13	\$ 11.397.953.766	\$ 2.832.525.693	\$ 14.230.479.459
AÑO 14	\$ 12.321.211.747	\$ 2.945.826.721	\$ 15.267.038.468
AÑO 15	\$ 13.463.766.521	\$ 2.738.403.774	\$ 16.202.170.295

Fuente: Cálculos grupo técnico del PGIRS.



Este movimiento de efectivo es el resultado de sumarle a la utilidad neta, las partidas o rubros que no representaron movimiento de efectivo. Para este caso, son las ocasionadas por las depreciaciones y amortizaciones de créditos.

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO.

A partir de la inversión inicial del proyecto, de la inversión en capital de trabajo, del movimiento efectivo de operación, de la venta de propiedad planta y equipo y de la liquidación del capital de trabajo se puede obtener el flujo de caja del proyecto que se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 70. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO				
	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
Movimiento Efectivo Operación	\$ -	\$ 5.729.611.525	\$ 6.345.686.364	\$ 6.877.049.539
-Inversión Propiedad, Preoperativos	\$ 10.432.914.737	\$ -	\$ 236.336.672	\$ -
-Inversión Capital de Trabajo	\$ 963.228.335	\$ 64.831.384	\$ 78.597.880	\$ 83.230.312
+Movimiento Efectivo Operación	\$ -	\$ 5.729.611.525	\$ 6.345.686.364	\$ 6.877.049.539
+Desembolso Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-Amortización Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Venta Propiedad, Planta y Equipos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Liquidación Capital Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja del Proyecto	\$ -11.396.143.072	\$ 5.664.780.141	\$ 6.030.751.812	\$ 6.793.819.228

	<p align="center">PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA</p>	<p align="center">UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER</p> 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO				
	ANO 4	ANO 5	ANO 6	ANO 7
Movimiento Efectivo Operación	\$ 7.333.167.338	\$ 7.922.253.696	\$ 8.659.499.810	\$ 9.396.909.442
-Inversión Propiedad, Preoperativos	\$ 73.141.486	\$ 461.596.320	\$ 80.254.495	\$ 2.172.607.311
-Inversión Capital de Trabajo	\$ 73.680.351	\$ 66.917.804	\$ 45.671.188	\$ -80.664.724
+Movimiento Efectivo Operación	\$ 7.333.167.338	\$ 7.922.253.696	\$ 8.659.499.810	\$ 9.396.909.442
+Desembolso Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-Amortización Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Venta Propiedad, Planta y Equipos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Liquidación Capital Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja del Proyecto	\$ 7.186.345.501	\$ 7.393.739.572	\$ 8.533.574.126	\$ 7.304.966.854

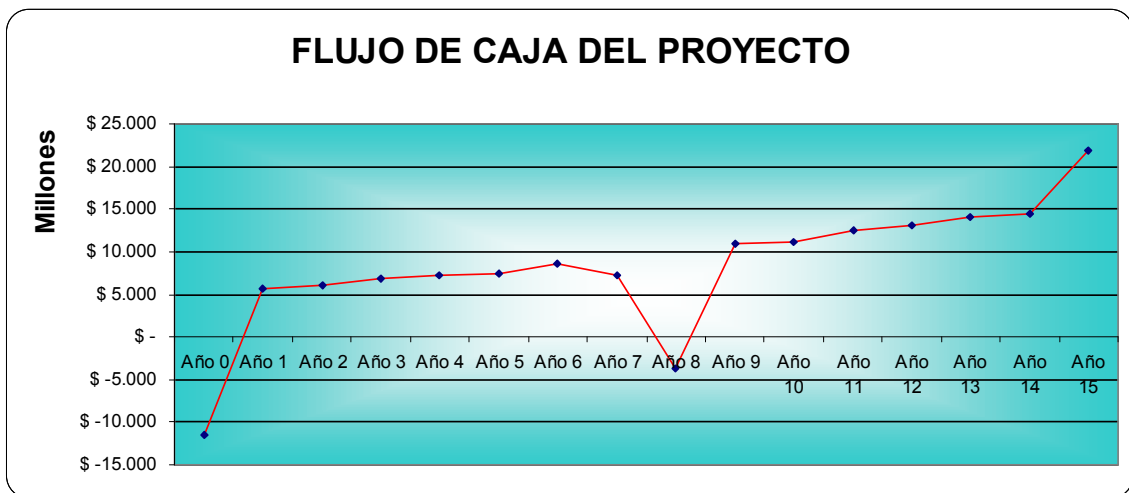
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO				
	AÑO 8	AÑO 9	AÑO10	AÑO11
Movimiento Efectivo Operación	\$ 9.600.778.541	\$ 10.922.250.455	\$ 11.656.406.643	\$ 12.652.955.785
-Inversión Propiedad, Preoperativos	\$ 13.170.494.616	\$ -	\$ 412.344.285	\$ -
-Inversión Capital de Trabajo	\$ 222.774.193	\$ 66.833.064	\$ 71.778.830	\$ 110.620.303
+Movimiento Efectivo Operación	\$ 9.600.778.541	\$ 10.922.250.455	\$ 11.656.406.643	\$ 12.652.955.785
+Desembolso Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-Amortización Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Venta Propiedad, Planta y Equipos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Liquidación Capital Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Flujo de Caja del Proyecto	\$ -3.792.490.267	\$ 10.855.417.390	\$ 11.172.283.528	\$ 12.542.335.481

FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO				
	AÑO12	AÑO13	AÑO14	AÑO15
Movimiento Efectivo Operación	\$ 13.235.207.584	\$ 14.230.479.459	\$ 15.267.038.468	\$ 16.202.170.295
-Inversión Propiedad, Preoperativos	\$ 101.547.539	\$ -	\$ 779.613.639	\$ 696.571.013
-Inversión Capital de Trabajo	\$ 59.649.732	\$ 99.259.431	\$ -	\$ -
+Movimiento Efectivo Operación	\$ 13.235.207.584	\$ 14.230.479.459	\$ 15.267.038.468	\$ 16.202.170.295
+Desembolso Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
-Amortización Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+Venta Propiedad, Planta y Equipos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 4.409.084.247
+Liquidación Capital Trabajo	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.984.623.697
Flujo de Caja del Proyecto	\$ 13.074.010.312	\$ 14.131.220.027	\$ 14.487.424.829	\$ 21.899.307.227

Fuente: Grupo PGIRS AMB

El proyecto presenta flujos POSITIVOS durante el horizonte de proyección, a excepción del año ocho, ocasionado principalmente por una importante inversión en recolección y transporte, en ese año se realiza la reposición de los vehículos. La siguiente grafica permite apreciar mas fácilmente, el comportamiento del flujo de caja para el proyecto.

Grafica 1. Flujo de caja



Fuente: Grupo PGIRS AMB

- VPN PARA EL PROYECTO.**



Para el cálculo del Valor Presente Neto se tuvo en cuenta un Costo de Capital del 9%, siendo este el limite inferior autorizado por la CRA. El cual debe estar entre un 9% y un 14%.

Teniendo en cuenta el costo de capital y las condiciones específicas del proyecto, se hizo el cálculo del índice financiero, obteniendo como resultado lo siguiente:

ÍNDICE FINANCIERO	
VPN (\$ MILLONES)	\$55.522.807.518

- TIR PARA EL PROYECTO.**

La tasa interna de retorno-TIR del proyecto, no se puede tener en cuenta como indicador financiero para este proyecto, debido a que durante el horizonte de proyección, se presentó un flujo de fondos negativo; por lo tanto, se tomara como tasa de evaluación la TVR, explicada a continuación.

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

- **TVR PARA EL PROYECTO.**

La tasa verdadera de rentabilidad – TVR del proyecto, estimando una tasa para la reinversión para las utilidades igual al (10%), es la siguiente:

ÍNDICE FINANCIERO	
TVR	22.2%

- **INDICADORES DE GESTION FINANCIERA**

- 1. Indicador de Liquidez**

El indicador de liquidez mide la capacidad del ente económico o ente prestador, para atender las obligaciones de corto plazo con sus proveedores y acreedores; éste índice se calcula a partir de la división entre los activos corrientes y los pasivos corrientes; permite medir el mayor o menor riesgo de iliquidez o capacidad de pago a corto plazo de la empresa. El valor resultante, debe interpretarse como la cantidad en pesos del activo corriente que se tiene, para atender cada peso que se deba en el corto plazo, además, tiene la característica de ser una medida estática de la empresa.

$$Liquidez = \frac{ActivosCorrientes - Carteravencidaaamasdel20dias}{PasivosCorrientes}$$

- 2. Coeficiente Operacional**



Mide la relación de los costos y gastos totales versus los ingresos operacionales. El valor resultante en el índice, permite observar que porcentaje de los ingresos operacionales corresponden a los gastos y costos totales de la empresa.

$$CoeficienteOperación(\%) = \frac{Gastos\ y\ Costos\ Totales}{Ingresos\ operacionales} \times 100$$

- 3. Margen de Utilidad Operacional**

El margen de utilidad operacional mide el porcentaje que representa las utilidades dentro de los ingresos derivados de la prestación del servicio.

$$Márgen\ Operacional(\%) = \frac{UtilidadesOperacionales}{Ingresos\ Operacionales} \times 100$$

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

4. Razón de Endeudamiento

Se calcula a partir de la división entre el total de los pasivos y el total de los activos; dicho índice, mide en que grado y de que forma participan los acreedores dentro del financiamiento de la empresa. , establece el riesgo que corren tales acreedores, el riesgo de los propietarios y la conveniencia o no de mantener un determinado nivel de endeudamiento.

$$\text{Razón de Endeudamiento}(\%) = \frac{\text{Activo Total}}{\text{Pasivo Total}}$$

5. Eficiencia del Recaudo

Hace referencia al valor porcentual alcanzado por la empresa, en lo que respecta a los ingresos recaudados frente al total facturado en el periodo.

$$\text{Eficiencia del Recaudo } (\%): \frac{\text{Total Recaudado} * 100}{\text{Total Facturado}}$$

6. Rentabilidad de Activos - RA.

Mide la tasa de interés que producen los activos de la empresa durante un periodo de tiempo determinado.

$$\text{RA} = \frac{\text{Utilidad Operacional}}{\text{Activos}}$$

7. Nivel de Endeudamiento.

Con este indicador se mide en que grado y de que forma participan los acreedores dentro del financiamiento de la empresa, establece el riesgo que corren tales acreedores y el riesgo de los propietarios.

$$NE = \frac{\text{Pasivo Total}}{\text{Activo Total}} * 100$$

8. Cobertura de Intereses

$$\text{CobInt} = \frac{\text{EBITDA}}{\text{Intereses Financieros}}$$

9. Maduración de Cartera.

Se trata de establecer una tabla donde se indica el porcentaje de cartera que existe en las diferentes etapas y de igual manera calcular que porcentaje de esta se puede recuperar.

EDAD	% DE CARTERA	% DE RECUPERACION
1 A 60 DIAS		
61 A 90 DIAS		
91 A 120 DIAS		
121 A 180 DIAS		
MAS DE 180		

10. Costo de Inversión

Es el costo que se reconoce vía tarifa a la inversión realizada en la empresa.
Se define como:

$$COI = \frac{VPI}{VPT}$$

Donde:

VPI: Valor de las inversiones a pesos del 2004 con el costo de capital (9%-14% para el caso de empresas prestadoras de servicio público de aseo).

VPT: Valor presente de las toneladas totales generadas en el tiempo del proyecto traídas con el costo de capital.

11. Costo de Barrido, Recolección y Transporte

Son los costos en los que se incurren para la prestación eficiente y de calidad en los componentes de Recolección y Transporte y Barrido y Limpieza.

$$CBRT = \frac{\text{CostoTotaldeRecoleccionyTransporte} + \text{CostoTotaldeBarridoyLimpieza}}{\text{TotaldeResiduosSolidosRecolectado}}$$



donde:

12. Costo de Disposición Final

Son los costos en los cuales se incurren en la operación del sitio de disposición final

$$CDT = \frac{\text{CostototaldeDisposicionFinal}}{\text{ResiduosSolidoDispuestos}}$$

13. Costo Estándar por Tonelada

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

Es el costo promedio en el cual se incurre por recolectar, transportar y disponer una tonelada de residuos sólidos domiciliarios, dentro de los parámetros de calidad y eficiencia. Esta dado por:

$$CST = CDT + CBRT$$

14. Costo Estándar por Usuario

Es el costo promedio que un usuario debe asumir vía tarifa por la prestación del servicio de aseo. Esta dado por:

$$CSU = CST * PPU$$

15. Cuenta Media por usuario mes

$$CuM = \frac{\text{Ingresos Operacionales}}{\text{Numero de Usuarios}} * \frac{1}{12} \text{ meses}$$



16. Costo Medio por Usuario Mes

$$CMu = \frac{CT}{\text{Usuarios}}$$

➤ INDICADORES DE CALIDAD

1. Indicador de reconocimiento y ejecución de descuentos

Es el valor binario (0 ó 1) que refleja el incumplimiento o cumplimiento en la realización de los descuentos en la factura, a los cuales tiene derecho el usuario afectado por las fallas en la continuidad y calidad en la prestación del servicio.



 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

RESUMEN DE INDICADORES

Una vez determinados los indicadores en cada uno de los componentes del servicio público de aseo domiciliario y desarrollado el modelo de empresa eficiente, se calcularon los indicadores con base a esta y se establecieron los valores que garantizaran la prestación del servicio con estándares de calidad, cobertura y eficiencia.

En la tabla que se presenta a continuación se muestran cada uno de los indicadores con el parámetro de medición que, a criterio de grupo técnico del PGIRS, se consideran que son los niveles a los que debe llegar una empresa prestadora del servicio público de aseo en el Área Metropolitana de Bucaramanga. Los valores expresados en pesos se deben indexar cada año, a partir del 2005.

No.	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA	PARAMETRO
1	Eficiencia en la Capacidad Instalada	%	MINIMO 85%
2	Cobertura de Recolección con Respecto al Numero de Usuarios	%	100%
3	Cobertura de Barrido con Respecto al Área Urbana	%	100%
4	Cobertura de barrido y limpieza de vías	%	100%
5	Rendimiento del barrido manual	Kilómetros diarios	3,8
6	Rendimiento del barrido mecánico	Kilómetros recorridos	7,25
7	Continuidad de Recolección y transporte	%	FrR>95%
8	Continuidad de barrido y limpieza de áreas públicas	%	FrRByL>95%
9	Frecuencia de reclamos	%	Corto Plazo: 180 mes Mediano Plazo: 150 Largo Plazo: 100

	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

10	Porcentaje de usuarios insatisfechos	%	%UI < 1%
11	Liquidez	%	L > 1,1
12	Coeficiente operacional	%	Corto Plazo: 85% Mediano Plazo: 75% Largo Plazo: 65%
13	Margen de utilidad operacional	%	Corto Plazo: 7% Mediano Plazo: 14% Largo Plazo: 28%
14	Razón de endeudamiento	%	Inferior 85%
15	Eficiencia de recaudo	%	Ef Rec > 95%
16	Rentabilidad de Activos	%	Rent Act > TMRR
17	Nivel de Endeudamiento		40%
18	Cobertura de Intereses		Cob Int > 2,5
19	Costo anual de barrido recolección y transporte	\$/Ton	\$ 72,88
20	Costo anual de disposición final	\$/Ton	\$ 22,05
21	Costo estándar por tonelada	\$/Ton	94,923
22	Costo estándar por usuario	\$/Ton	\$ 8,258
23	Cuenta media	\$	\$ 8,768
24	Costo medio	\$	\$ 6.256
25	Compactación	Toneladas	0,8 < COMPAC < 1
26	Eficiencia en el tratamiento de lixiviados en el SDF	%	ETL <= 15%
27	Nivel de contaminación por emisión de gases	%	NEGdf <= 1

III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad

	en el SDF		
28	Nivel de emisión de gases de los vehículos recolectores	%	NEGryt <= 1
29	Nivel de emisión de ruido de los vehículos recolectores	%	NER <= 1



El Sistema de Indicadores Propuesto, debe ser la guía exigible a los operadores del servicio, y debe servir como parámetro para que se establezcan planes de mejoramiento al interior de estas. Así mismo, el Comité Interinstitucional creado en el marco del PGIRS, debe calificar y evaluar los resultados periódicos que presente cada empresa y hacer cumplir el reglamento de calidad penalidad establecido por el PGIRS para el AMB. Tanto la conformación del Comité, como el Reglamento de Calidad Penalidad, están desarrollados en proyectos del PGIRS.

4.1.2.5 INDICADORES DEL PROYECTO

- Indicadores Adoptados / Indicadores propuestos
- Indicadores Ajustados / Indicadores propuestos

4.1.2.6 CRONOGRAMA

	AÑO 1											
ACTIVIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
PRUEBAS DE CAMPO												
REALIZAR CALCULOS												
INCLUIR MARGENES DE TOLERANCIA												
ADOPCION DEL MODELO DEFINITIVO												

 ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER 
III Informe Proyectos Seleccionados a nivel de Prefactibilidad		

En el cronograma que se plantean pruebas de campo, estas están orientadas a determinar los valores particulares de los indicadores que se puedan presentar en el Área Metropolitana de Bucaramanga, entre ellos se pueden nombrar:

- Estudio de Macro rutas y Micro rutas.
- Estudio de tiempos y movimientos para determinar y validar los modelos operativos propuestos.
- Estudios para determinar las frecuencias de barrido ideales.
- Estudio de costos variables.