

**UNIVERSIDAD MILITAR  
NUEVA GRANADA**



**ANÁLISIS DE PREINVERSIÓN E INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE  
GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL NUEVO  
SUBA IV ETAPA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ**

**Mayra Yuliana Díaz Avendaño  
Álvaro León Dimas**

**Ensayo**

**Edgar Alexander Ospina Granados  
Ingeniero Ambiental y Sanitario, Candidato Ms.C, Docente Especialización Planeación  
Ambiental. Universidad Militar Nueva Granada.**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESPECIALIZACION EN GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTA  
2012**

# ANÁLISIS DE PREINVERSIÓN E INVERSIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CONJUNTO RESIDENCIAL NUEVO SUBA IV ETAPA DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ

PREINVESTMENT ANALYSIS AND INVESTMENT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE PLAN INTEGRATED SOLID WASTE MANAGEMENT IN HOUSING UNIT "NUEVO SUBA IV ETAPA" OF THE CITY OF BOGOTA

Mayra Yuliana, Díaz Avendaño  
Ingeniera Catastral y Geodesta, Profesional gestión inmobiliaria, Gestión Integral de Proyectos Ltda., Bogotá D.C., Colombia  
mayradiazavendano@gmail.com

Álvaro, León Dimas  
Ingeniero Civil, Profesional de programación y control, Itansuca S.A., Bogotá D.C., Colombia  
alvaroetsa@yahoo.com

Tutor: Edgar Alexander, Ospina Granados  
Ingeniero Ambiental y Sanitario, Candidato Ms.C, Docente Especialización Planeación Ambiental. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá D.C., Colombia  
edgar.ospina@unimilitar.edu.co

**Resumen:** El artículo muestra el desarrollo de las fases de preinversión e inversión para la implementación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) en el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa. Se realizó el diagnóstico de la situación actual de manejo de residuos en el Conjunto y la caracterización de los residuos sólidos producidos, obteniendo como resultado que el conjunto genera semanalmente 2.240 kg de residuos y el 40% de éstos son potencialmente reciclables. Se elaboraron los estudios financiero, económico- social y ambiental, con el fin de estimar y comparar los costos y beneficios del proyecto, los cuales arrojaron que resulta ser viable y conveniente su ejecución. Finalmente se hizo un modelo de gestión de proyecto que permitirá a los interesados llevar a cabo la ejecución del plan en el tiempo, costo y calidad propuesto.

**Palabras clave:** Residuos sólidos, Conjunto Residencial, plan de gestión integral de residuos sólidos, impactos, costos, beneficios, valor presente neto, residuo aprovechable.

**Abstract:** The article shows the development of preinvestment stages and investment to implementation of the plan integrated solid waste management (PGIRS) in housing unit "Nuevo Suba IV Etapa". Diagnosis was made of the current situation of waste management in the housing unit and characterization of solid waste produced, the result being that the set generates 2.240 kg of waste weekly and 40% of these are potentially recyclable. Studies were conducted financial, economic, social and environmental, in order to estimate and compare the costs and benefits of the project, which showed that proves to be feasible and desirable implementation. Finally there was a project management model that will allow stakeholders to carry out the execution of the plan at the time, cost and quality proposed.

**Keywords:** Solid waste, residential, housing unit, plan integrated solid waste management, costs, benefits, net present value, usable waste.

## INTRODUCCIÓN

La gestión integral de residuos sólidos es una disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transporte y evacuación de los residuos producidos por el hombre a diario, de manera que se cumpla con los principios de conservación del medio ambiente, y la salud pública; de forma económicamente eficiente, en donde una comunidad organizada pueda establecer prácticas de separación en la fuente como una alternativa viable para el aprovechamiento de los residuos generados [1].

En la última década, la ciudad de Bogotá ha incorporado nueva legislación, programas y planes de manejo y control ambiental, tendientes a reglamentar los programas de manejo de residuos

sólidos [2], en especial para aquellas agrupaciones sociales organizadas tales como centros comerciales, centros educativos, conjuntos residenciales y agrupaciones formales que están en capacidad de formular y emprender planes de gestión de residuos sólidos domésticos, de manera tal que generen además de beneficios implícitos del adecuado manejo de los residuos, beneficios en la reducción de tarifa del servicio de aseo y la generación de ingresos producto de la comercialización de residuos aprovechables en el mercado local cumpliendo con los parámetros establecidos en el Título F del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS [3].

El Conjunto Residencial Nueva Suba IV Etapa, se encuentra localizado en la ciudad de Bogotá, localidad de Suba, en el barrio Suba Pinar. Consta de dieciséis (16) torres de 5 pisos cada una con una configuración de 2 apartamentos por piso, fue construido como una solución de vivienda multifamiliar para los miembros de las fuerzas militares en servicio activo y en uso de buen retiro, fue construido y entregado al servicio en el año 1994 [4]. En su diseño se contempló un shut único de basuras a las afueras del Conjunto, en donde se realiza el almacenamiento temporal de los residuos hasta su recolección por parte de la empresa prestadora del servicio de aseo. Como se evidenció en la encuesta realizada a los habitantes del conjunto, en la actualidad no se realiza alguna actividad de separación de residuos o un programa de reutilización o reciclaje organizado.

Uno de los objetivos del proyecto es la realización de un diagnóstico del estado actual del manejo de los residuos sólidos en el Conjunto, como una unidad habitacional, que permita proponer una solución técnica que brinde al Conjunto la posibilidad de adoptar un plan de manejo de residuos sólidos que integre el cumplimiento de las responsabilidades sociales y legales del conjunto frente al manejo de los residuos producidos, la necesidad de contar con la participación activa de los habitantes del conjunto como principales actores del recibo y aplicación de la capacitación de separación y aprovechamiento de residuos, como un mecanismo probado para la obtención de beneficios tales como la reducción de tarifa del servicio de aseo.

Igualmente, mediante la elaboración de los estudios financiero, económico – social y ambiental, se busca identificar y cuantificar los costos y demás beneficios generados con el proyecto, con el fin de determinar la rentabilidad de la inversión y mostrar las ventajas de que el Conjunto Residencial asigne recursos privados a la realización del PGIRS. Finalmente en la fase de inversión se describe a través de la metodología PMI la gestión que el proyecto debe realizar para la adecuada implementación de la solución propuesta, así como el control y seguimiento de cada uno de los procesos establecidos para aseguramiento del cumplimiento de la calidad y oportunidad de la solución ofrecida.

## 1. METODOLOGÍA

El desarrollo de la temática de la definición del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa se dividió en tres actividades principales: diagnóstico de la situación actual, estudios de fase de preinversión y fase de inversión. En las dos primeras actividades se utilizó la metodología para la elaboración del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [5]. Para la fase de inversión se siguió la metodología del Project Management Institute (PMI) desarrollando cada una de las 9 áreas de conocimiento contempladas en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos [6].

### **Diagnóstico de la situación actual**

Para la elaboración de este diagnóstico, se compiló información técnica, operativa y administrativa, asociada con la generación y manejo de los residuos sólidos producidos dentro del Conjunto Residencial. Por medio de una encuesta realizada a una fracción representativa de habitantes del conjunto adicionalmente se recopiló información a través de la consulta realizada a la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP [7] y a Limpieza Metropolitana S.A. E.S.P, empresa prestadora del servicio de aseo en la localidad [8], acerca de la prestación del servicio de aseo y de la gestión de residuos sólidos, y de experiencias y programas relacionados con la prestación del servicio que hayan demostrado su viabilidad y sostenibilidad.

Mediante el diagnóstico se establecieron las condiciones actuales de la prestación del servicio de aseo, así como las características físicas, socioeconómicas, institucionales y ambientales existentes en el Conjunto Residencial en relación con la generación y manejo de los residuos. Los resultados de este diagnóstico son la definición de una línea base asociada a un conjunto de indicadores que describen el estado actual de la prestación del servicio.

### **Estudios de la Fase de Preinversión**

El estudio financiero incluyó una evaluación de ingresos y egresos proyectados para la ejecución, con el objeto de medir la eficiencia del capital privado que se debe aportar para financiar el proyecto. Para los egresos se determinaron los costos de inversión, mantenimiento y administración necesarios para poner en marcha el proyecto; para los ingresos se calcularon las entradas de dinero por comercialización de productos aprovechados [9].

El estudio económico- social se desarrolló con el objetivo de medir el aporte neto del proyecto al bienestar de la comunidad del Conjunto Residencial. Se identificaron los impactos socioeconómicos que se generaran con la implementación del proyecto, es decir todos aquellos efectos directos o indirectos sobre elementos que aportan o inciden sobre el bienestar, determinando los beneficiarios y perjudicados [10].

En el estudio ambiental se determinaron los impactos ambientales generados en las diferentes etapas del proyecto, esto es, identificación de los impactos más significativos, identificación de impactos inevitables, irreversibles e identificación de impactos acumulativos por la ejecución de otros proyectos [11].

### **Fase de Inversión**

En esta fase se desarrollaron las 9 áreas de estudio en la gestión de proyectos reconocidas por el PMI, y que son propiamente las que contienen las técnicas para poder realizar los proyectos [6]. Estas áreas mencionadas en el PMBOK son:

- **Gestión de la Integración del Proyecto:** Incluye la identificación y definición de los órganos que realizarán el estudio y la aprobación de las inversiones y modificaciones en la infraestructura física del Conjunto requeridos para la implementación del PGIRS.
- **Gestión del Alcance del Proyecto:** Contiene todos los procesos que se deben realizar para asegurar el cumplimiento de los objetivos establecidos en el PGIRS.
- **Gestión del Tiempo del Proyecto:** Se tienen en cuenta todos los procesos requeridos para administrar y controlar la ejecución del PGIRS dentro de los plazos establecidos.
- **Gestión de los Costos del Proyecto:** Incluye la estimación y presupuesto de los costos en que debe incurrir el Conjunto Residencial para llevar a cabo el proyecto y los beneficios que se obtienen de la implementación del programa en la reducción en la tarifa del servicio de aseo.
- **Gestión de la Calidad del Proyecto:** Reúne las actividades que debe realizar el Conjunto para que el proyecto cumpla con las expectativas con las cuales fue diseñado, en este aparte se determinan responsabilidades, objetivos y políticas de calidad que se deben seguir.
- **Gestión de las Comunicaciones del Proyecto:** Establece la formalidad que se debe tener en el manejo de las comunicaciones internas y externas, seguimiento y control en la implementación del PGIRS, con el fin de que la información del proyecto tenga trazabilidad, sea adecuada, oportuna y entregada a quien corresponda.
- **Gestión de los Riesgos del Proyecto:** Contiene la identificación de los principales riesgos del proyecto y el análisis del riesgo financiero mediante el software Risk Simulator 2011.
- **Gestión de las Adquisiciones del Proyecto:** Muestra los procedimientos requeridos para la correcta adquisición de bienes y servicios necesarios para la puesta en marcha del PGIRS.

## **2. ANÁLISIS Y RESULTADOS**

### **2.1. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

El Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos debe desarrollarse a partir de un diagnóstico integral inicial, de la evaluación de la situación actual para encontrar las debilidades y fortalezas, de la identificación de posibles escenarios futuros, del diseño y puesta en marcha de actividades organizadas en un plan de acción para el corto, mediano y largo plazo y de la aplicación de un sistema de medición de resultados o programa de seguimiento y monitoreo [12].

Por esta razón, como primera parte del proyecto, se muestran los resultados obtenidos en el diagnóstico de la situación actual en el contexto de residuos sólidos, inicialmente se hace una presentación de la normatividad actual por la cual debe regirse el PGIRS que se propone en el Conjunto Residencial, luego se evidencian algunos antecedentes de otros planes implementados por entidades de servicios públicos y en otros Conjuntos Residenciales de la ciudad. Por último, se describe como es el manejo actual de los residuos sólidos en el Conjunto y se hace una caracterización de los residuos generados [1].

#### **2.1.1 Contexto legal**

Para el manejo de los residuos sólidos en Colombia, se ha establecido una normatividad de tipo jurídico, administrativo, técnico y ambiental, con el fin de crear una política que facilite realizar la gestión integral de residuos sólidos. Es así como a partir del año 1974 con el Decreto Ley 2811 llamado Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, se inicia a diseñar esta política estableciendo el adecuado manejo de almacenamiento, recolección y disposición de los residuos [13]. Posterior a este llegó la Ley 142 de 1994 estableciendo el régimen de los servicios públicos domiciliarios [14] y el Decreto 605 de 1996, el cual reglamentó la Ley 142 de 1994, en relación con la prestación del servicio público domiciliario de aseo y definió las responsabilidades en el manejo de los residuos y establece las normas sobre características y calidad del servicio de aseo [15].

En el año de 1998, la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico emite dos resoluciones, la 69 CRA de 1998 [16] y la 133 CRA de 2000 [17], en las que se establece la metodología para el cálculo de tarifas del servicio de aseo y la metodología que deben aplicar las entidades tarifarias locales y las entidades prestadoras de servicios públicos para determinar el costo del componente y el servicio de tratamiento y disposición final de residuos sólidos. Luego del año 2000 aparecen nuevos decretos como el 1713 de 2002 [12], que asignó a los municipios y departamentos la responsabilidad en el manejo de los residuos sólidos y la obligación de formular e implementar Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos PGIRS; con el Decreto 312 de 2006 [2] se adopta el Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos de Bogotá en el que se definen las políticas, estrategias, programas y proyectos de corto, mediano y largo plazo y orientan el ordenamiento de sus equipamientos e infraestructuras en relación con el manejo de desechos de la ciudad.

Con relación a la metodología para la formulación e implementación de los PGIRS, el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial ha expedido normas como la Resolución MAVDT 1045 de 2003 [18] en la cual se adoptó una metodología y se establecieron los plazos para los municipios para formulación e implementación de los PGIRS y la Guía práctica de formulación de Proyectos de GIRS [5] que tuvo como finalidad complementar y profundizar en los aspectos más relevantes a tener en cuenta en la formulación de proyectos de Gestión Integral de Residuos Sólidos, tanto para la fase de preinversión, como para la fase de inversión.

#### **2.1.3 Antecedentes de PGIRS aplicados en otros Conjuntos Residenciales de la ciudad**

Desde el año 2006, la Unidad Ejecutiva de Servicios Públicos se transformó en Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos, encargada de garantizar la planeación, prestación, coordinación, supervisión y control de los servicios de recolección, transporte, disposición final, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos de la ciudad de Bogotá. Para cumplir con este objetivo, la UAESP adoptó dentro de su portafolio de servicios la unidad de negocio de Manejo

Integral de Residuos Sólidos. Esta Unidad de negocio comprende los servicios de recolección, barrido y limpieza, servicio de aseo hospitalario, reciclaje, disposición final, biogás y servicio de escombros. Particularmente, el servicio público de aseo consiste en la recolección domiciliar de residuos principalmente sólidos a residencias y empresas, recolección de desechos patógenos a establecimientos de salud e incluye las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de mismos en el lugar de destino (botadero a cielo abierto, enterramiento, incineración, relleno sanitario, escombrera) [7].

En cuanto al reciclaje, la UAESP ejecuta el Programa Distrital de Reciclaje – PDR, el cual se encuentra enmarcado dentro del Plan Maestro para el Manejo Integral de Residuos Sólidos de Bogotá, el cual busca dentro de sus objetivos principales lograr que en el distrito se separe, clasifique, aliste y comercialicen los residuos aprovechables que se generen y que la ciudadanía asuma este compromiso. Desde el año 2009 se emprenden actividades de implementación de programas de reciclaje en colegios (100 por año), 20 universidades, 50 centros comerciales y Conjuntos Residenciales (39.000 unidades habitacionales) articuladas necesariamente con los otros tres componentes del PDR: Ruta de Recolección Selectiva (RRS), Centro de Reciclaje La Alquería y, fundamentalmente, inclusión social de la población recicladora de oficio en situación de vulnerabilidad [7].

Además de la UAESP, las empresas prestadoras del servicio de aseo en la ciudad también desarrollan programas de reciclaje, como es el caso de Ciudad Limpia Bogotá S.A. E.S.P. que ha capacitado residentes y administradores de 62 Conjuntos Residenciales, de los cuales 10 están implementando actualmente proyectos de reciclaje: Bloque LC Célula L Timiza, Alamedas de Timiza I, Alamedas de Timiza II, Balcones de Techo, Contra Almirante Victoria, Rincón de los Ángeles IV, Villa Galante y Alejandra IV y VI. En estos Conjuntos Residenciales se han obtenido resultados satisfactorios en la separación selectiva y uso de la ruta recolectora que lleva los residuos separados hacia el centro de reciclaje distrital de la Alquería, como también una disminución en la cantidad de residuos ordinarios producidos que han derivado en una reducción de la tarifa de aseo [8].

Particularmente en la localidad de Suba, zona donde se localiza el Conjunto Residencial objeto de este proyecto, el servicio de aseo es prestado por Limpieza Metropolitana LIME S.A. E.S.P., quien también ejecuta programas de reciclaje en Conjuntos Residenciales, un ejemplo de esto es el del “Conjunto Residencial Portal de la 183”, localizado en la Calle 182 No. 35A – 54. El proyecto generó un Modelo de Gestión Institucional de Residuos Sólidos aplicando programas a corto plazo (1-2 años). Se propusieron medidas viables a nivel técnico, operativo, socioeconómico y ecológico a través de diseños simples, y mediante la aplicación de normas y procedimientos que buscan la consecución de las metas propuestas [19].

#### **2.1.4. Manejo actual de residuos sólidos en el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa**

El Conjunto Residencial Nuevo Suba Etapa IV cuenta con un total de ciento sesenta (160) apartamentos, diez (10) por cada torre y dos (2) por cada piso. El servicio de aseo es prestado por la empresa LIME S.A. E.S.P. y se encuentra registrado en tarifa Multiusuario, es decir toda la copropiedad se rige por un solo contrato de servicios de aseo, cada apartamento paga una tarifa de \$8.240 que incluye la recolección y transporte de basura, barrido de calles cercanas y la poda de árboles. La frecuencia de recolección es tres días a la semana: martes, jueves y domingo [8].

El Conjunto tiene una zona de segregación (shut) que se encuentra ubicada al costado derecho del Conjunto, junto a la entrada principal y cuenta con tres ventanas internas, es decir, desde el Conjunto y una entrada externa para facilitar el trabajo de la recolección de basura por parte de la empresa prestadora del servicio de aseo. Esta zona cuenta con 15 canecas redondas con capacidad de 150 kg cada una, todas de color azul. No se han establecido horarios para depositar los residuos en el shut, además se evidencia que no existe señalización sobre uso y manipulación de las canecas.



**Figura 1.** Vista exterior del shut de basuras  
Fuente: Los Autores, 2011.



**Figura 2.** Vista interior del shut de basuras  
Fuente: Los Autores, 2011.

### 2.1.5. Caracterización de Residuos Sólidos

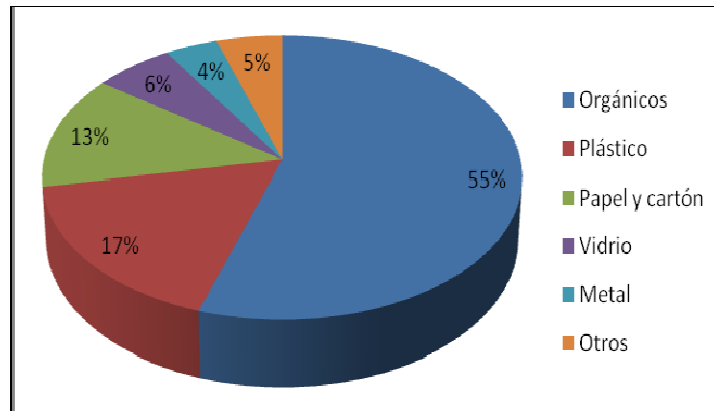
Para la caracterización de los residuos sólidos se utilizó el método de cuarteo directo [1], para lo cual se extrajeron 15 bolsas de basura, que fueron pesadas previamente; se esparció y se mezcló el contenido de las bolsas sobre el piso, se realizaron 4 secciones homogéneas y sobre una de las 4 secciones se procedió a realizar la separación en 6 categorías: orgánicos, plástico, papel y cartón, vidrio, metal y otros; los resultados de la caracterización se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 1.** Residuos generados por el Conjunto Residencial en kg

Material	Peso (kg)	Volumen (m <sup>3</sup> )	% Participación
Orgánicos	19,98	-	55%
Plástico	6,18	0,25	17%
Papel-Cartón	4,72	0,12	13%
Vidrio	2,18	0,01	6%
Metales	1,45	-	4%
Otros	1,82	-	5%
Total	36,34	-	100%

*Fuente:* Los Autores, 2011.

Se realizó un seguimiento durante dos (2) semanas no consecutivas de la cantidad de residuos generados por el conjunto, depositados en canecas, cada una de las canecas fue pesada, el promedio aritmético de los residuos generados nos permite establecer una estimación total de 2.240 kg semanales, es decir 14 kg por apartamento. En el proceso de caracterización de estos residuos, se encontró que el 40% son material potencialmente reciclable, el 55% corresponde a residuos orgánicos y hay un 5% de residuos que aún no se identifica la línea de reciclaje a la que pertenece. A continuación se muestra la distribución de los residuos encontrada:



**Figura 3.** Fracciones porcentuales promedio de los residuos sólidos generados  
Fuente: Los Autores, 2011.

Los volúmenes de materiales caracterizados como aprovechables sirven de base para los estimados que se utilizan para los estudios de la fase de pre inversión.

## 2.2. ESTUDIOS FASE PREINVERSIÓN

### 2.2.1. Estudio financiero

Para la realización del proyecto se definió un horizonte de tiempo de 5 años, en los cuales se llevará a cabo las fases de preinversión, inversión y operación. Los precios utilizados son del año 2011. Para la evaluación financiera del proyecto se tuvieron en cuenta los siguientes costos e ingresos:

2.2.1.1. **COSTOS:** Hace referencia a los costos de inversiones fijas que debe incurrir el Conjunto para la implementación del PGIRS. Principalmente estos son:

- Adecuación física del shut: Comprende las actividades de cambio de piso, ampliación de la puerta, iluminación y ventilación.
- Contenedores: Corresponde a la adquisición de cuatro (4) elementos que se van a ubicar en el shut de basuras que se van a usar para separar los residuos aprovechables, uno (1) para plástico, uno (1) para papel y cartón, uno (1) para vidrio y uno (1) para metal y los tres (3) puntos ecológicos a ubicar en las áreas comunes, dos (2) en las plazoletas con las que cuenta el conjunto y uno (1) en la entrada peatonal al mismo.
- Señalización: Consistente en avisos tamaño pliego y señales informativas que permitan identificar los puntos ecológicos y la manera adecuada de hacer la separación de residuos en los contenedores de acuerdo a la Guía Técnica Colombiana GTC 24 [20].
- Mantenimiento: Costo de las intervenciones que se deben realizar para que la infraestructura de la ventilación, iluminación y área física del shut de basuras se mantenga en óptimas condiciones.

2.2.1.2. **GASTOS:** Corresponde a las salidas de dinero en los que se deben incurrir para realizar el programa de capacitación a los residentes del Conjunto y a los gastos de comercialización de los residuos aprovechables.

2.2.1.3. **INGRESOS:** Representa las cantidades de dinero que recibirá el Conjunto por la comercialización de los residuos aprovechables.

Con base en la caracterización de residuos, se realizó una proyección de la distribución de los residuos aprovechables, en la cual se evidencia que el material que más se genera es plástico y es el que presenta mayor aumento. La generación de papel y cartón también aumenta pero en



menor proporción que el plástico. La cantidad de los residuos de vidrio y metal se mantiene constante en todos los años debido a que se encontró que son los que menos se generan en el Conjunto.

**Tabla 2.** Porcentaje de distribución de residuos aprovechables

RESIDUO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Plástico	17%	21%	24%	28%	31%
Papel y cartón	13%	15%	17%	19%	21%
Vidrio	6%	6%	6%	6%	6%
Metal	4%	4%	4%	4%	4%
<b>TOTAL</b>	<b>40%</b>	<b>46%</b>	<b>51%</b>	<b>57%</b>	<b>62%</b>

*Fuente:* Los Autores, 2011.

Se observa entonces, que de acuerdo a las proyecciones se estima que para el 5 año de operación del proyecto haya aumentado el porcentaje de residuos aprovechables en el Conjunto Residencial en un 22%.

Para el cálculo del precio de venta, se realizaron consultas telefónicas con empresas de comercialización como AGASA, Administración y Gestión Ambiental S.A. ESP, Alienergy S.A., Arco Inversiones Ltda., Asociación Nacional de Recicladores y negocios que se dedican a la compra de residuos aprovechables, [21] para el primer año se estimó un promedio y para los siguientes años se proyectó con un incremento del precio en un 3% que corresponde a la tasa de inflación estimada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística [22].

**Tabla 3.** Precio de venta en \$ COP por kg de residuo aprovechable

RESIDUO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Plástico	250	258	265	273	281
Papel y cartón	400	412	424	437	450
Vidrio	370	381	393	404	416
Metal	700	721	743	765	788

*Fuente:* Los Autores, 2011.

Con base en las anteriores proyecciones, se estimaron los ingresos por ventas de residuos aprovechables para cada uno de los años del proyecto de la siguiente manera:

**Tabla 4.** Ingresos anuales en \$COP por venta de residuos aprovechables

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Plástico	4.569.600	5.675.712	6.844.078	8.077.438	9.378.640
Papel y cartón	5.591.040	6.644.736	7.756.622	8.929.241	10.165.235
Vidrio	2.386.944	2.458.552	2.532.309	2.608.278	2.686.527
Metal	3.010.560	3.100.877	3.193.903	3.289.720	3.388.412
<b>INGRESOS POR VENTA RESIDUOS</b>	<b>15.558.144</b>	<b>17.879.877</b>	<b>20.326.912</b>	<b>22.904.677</b>	<b>25.618.814</b>

*Fuente:* Los Autores, 2011.

Con la información anterior de costos, gastos e ingresos, se obtuvo el siguiente flujo de caja [9] para los 5 años de horizonte del proyecto:

**Tabla 5. Flujo de caja financiero**

CONCEPTO	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>INGRESOS</b>	-	15.558.144	17.879.877	20.326.912	22.904.677	25.618.814
Comercialización residuos aprovechables	-	15.558.144	17.879.877	20.326.912	22.904.677	25.618.814
<b>COSTOS</b>	<b>12.800.000</b>	<b>500.000</b>	<b>515.000</b>	<b>530.450</b>	<b>546.364</b>	<b>562.754</b>
Adecuación del shut	10.000.000	-	-	-	-	-
Contenedores y puntos ecológicos	2.500.000	-	-	-	-	-
Señalización	300.000	-	-	-	-	-
Mantenimiento	-	500.000	515.000	530.450	546.364	562.754
<b>UTILIDAD BRUTA</b>	<b>(12.800.000)</b>	<b>15.058.144</b>	<b>17.364.877</b>	<b>19.796.462</b>	<b>22.358.313</b>	<b>25.056.059</b>
<b>GASTOS</b>	<b>3.000.000</b>	<b>1.555.814</b>	<b>1.787.988</b>	<b>2.032.691</b>	<b>2.290.468</b>	<b>2.561.881</b>
Programa de capacitación	3.000.000	-	-	-	-	-
Gastos de comercialización	-	1.555.814	1.787.988	2.032.691	2.290.468	2.561.881
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>	<b>(15.800.000)</b>	<b>13.502.330</b>	<b>15.576.889</b>	<b>17.763.771</b>	<b>20.067.846</b>	<b>22.494.178</b>
IMPUESTO DE RENTA	-	4.455.769	5.140.374	5.862.044	6.622.389	7.423.079
<b>UTILIDAD NETA</b>	<b>(15.800.000)</b>	<b>9.046.561</b>	<b>10.436.516</b>	<b>11.901.726</b>	<b>13.445.457</b>	<b>15.071.099</b>
<b>FLUJO DE CAJA LIBRE A VALOR PRESENTE</b>	<b>(15.800.000)</b>	<b>8.077.286</b>	<b>8.319.927</b>	<b>8.471.414</b>	<b>8.544.831</b>	<b>8.551.746</b>
<b>VPN</b>	<b>\$ 26.165.204</b>					

*Fuente:* Los Autores, 2011.

El Valor Presente Neto VPN obtenido para el proyecto es de **\$ 26.165.204**, lo que significa que el proyecto es viable financieramente ya que las utilidades que genera en los años de horizonte son superiores a la inversión inicial que se debe realizar para implementar el proyecto y a los costos de mantenimiento que se deben destinar en el periodo de operación.

### 2.2.2. Estudio económico – social

El estudio económico – social busca identificar el aporte o incidencia de un proyecto sobre los elementos que componen la función de bienestar de la sociedad en su Conjunto a través de un análisis de eficiencia; la evaluación social aborda los cambios positivos (Beneficios) o negativos (Costos) que afectan los grupos específicos que integra la sociedad, teniendo juicios de valor diferentes a la eficacia y más orientados hacia la equidad [10].

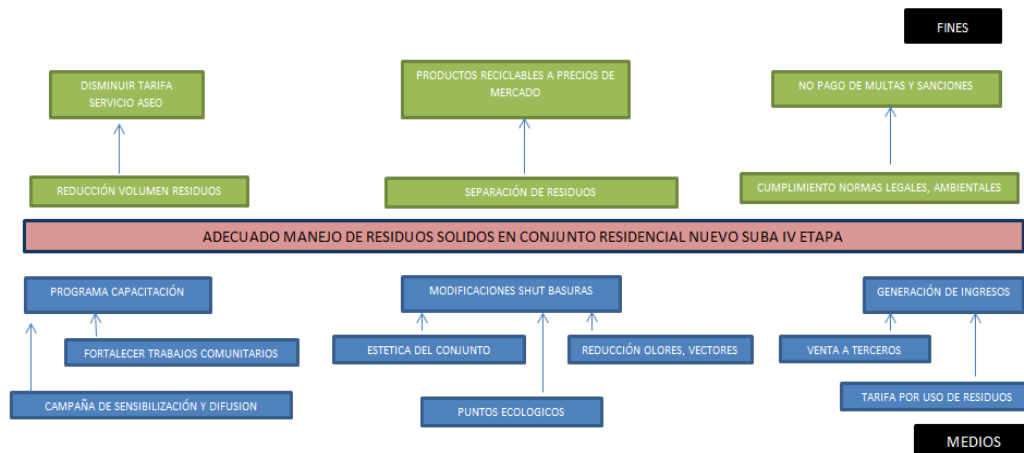
El programa de gestión integral de residuos sólidos, generará una serie de beneficios para la comunidad que se han identificado como: reducción de tarifa de servicio de aseo al momento de ser implementado el plan y avalado por la empresa prestadora de servicio de aseo, quien a través del cálculo del costo de tonelada de residuo tratada, podrá observar la reducción en los volúmenes de materiales producidos. Adicionalmente se observa que se presentan beneficios como reducción de olores, y vectores alrededor del cuarto de basuras, estos últimos beneficios son difíciles de estimar por métodos convencionales por lo que se estima que se puede utilizar mediante la realización de encuestas y tabulación de los datos obtenidos a los habitantes del Conjunto, y tabulación de los datos obtenidos para calcular la Disponibilidad a Pagar DAP [10] por la reducción de estos factores.

Los beneficios sociales que se observan al implementar un programa de reciclaje en un Conjunto Residencial no son exclusivos de los habitantes del Conjunto, sino que se extienden a nivel local, puesto que el programa busca la reducción de los daños ambientales producidos por la inadecuada disposición de residuos, permite a la población del Conjunto recibir capacitación

integral que le permita reducir la cantidad de residuos sólidos desde la fuente para minimizar los volúmenes que llegan a disposición final, reutilizar los residuos que se generan y que pueden ser reutilizados y hace posible que se recicle aquellos residuos que son aprovechables y que bien manejados son productos que tienen valor comercial y un mercado establecido.

Otro beneficio económico y social implícito en la aplicación de planes de gestión integral de residuos es la preservación de salud producto de un manejo adecuado del shut de basuras como foco de iniciación, proliferación, de vectores como roedores e insectos propios de estos ambientes, lo que derivaría en el mejoramiento de la estética del Conjunto Residencial, al contar con un shut de basuras estructurado para la separación de los productos reciclables, residuos especiales, residuos peligrosos y residuos para disposición por parte de las empresa de servicios públicos Lime S.A. con adecuada señalización, iluminación y ventilación [3].

Es necesario que los costos de inversión producto de la implementación del plan de gestión integral en el Conjunto Residencial sea una decisión concertada por la comunidad, en donde la Junta de Administración y el Administrador del Conjunto, basados en este documento puedan socializar a los habitantes los beneficios obtenidos, se verán reflejados en todos los habitantes del Conjunto no solo por los resultados económicos observados, sino por la generación de una conciencia colectiva que permiten reducir los impactos sociales, legales y ambientales frente al problema de disposición de residuos. Como una problemática que impactará a las generaciones futuras por igual.



**Figura 4.** Árbol de medios - propósito – fines. Adaptado de Osorio (2010)  
Fuente: Los Autores, 2011.

### 2.2.3. Estudio ambiental

Con la implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos se generará un impacto ambiental, el cual será la diferencia entre la situación del medio ambiente futuro modificado por el proyecto, y la situación tal como habría seguido sin la actuación del mismo, es decir la alteración neta (positiva o negativa en la calidad de vida del ser humano) [11].

Se realizó la evaluación cualitativa del plan de gestión de residuos sólidos desde la fase de planeación, hasta la fase de construcción y operación, partiendo de una matriz de identificación de impactos, estos impactos fueron calificados siguiendo la metodología para la evaluación cualitativa del impacto ambiental desarrollada por los autores [11]. El resultado es la matriz de valoración relativa y absoluta que permite establecer cuales impactos presentan mayor significancia y a cuales deben desarrollarse planes de mitigación, control y seguimiento, las actividades que tienen un mayor impacto ambiental en la implementación del plan son:

Modificaciones civiles a realizarse en Shut de basuras actual, para ajustarse a las necesidades del plan de gestión. Estos impactos pueden ser mitigados por mejores prácticas de construcción y son puntuales una vez se terminen las adecuaciones.

Seguidamente se encuentra los impactos negativos de la disposición de residuos no reciclables, entendiéndose por impactos negativos el uso del suelo en rellenos sanitarios, producción de material particulado y afectación del paisaje por su inadecuada disposición fuera de los lugares establecidos o por la acción de agentes externos tales como recicladores, perros, gatos y roedores. El impacto ambiental positivo que se encontró está representado en el aumento de la conciencia ambiental producto de la capacitación que ofrecer el plan integral, que le permitirá a la comunidad adquirir un conocimiento gradual de las mejores prácticas para reciclar, recuperar y reutilizar los residuos domésticos.

**Tabla 6. Matriz de valoración relativa absoluta**

INDICADOR	ELEMENTO	COMPONENTE	UIP	FASE PLANIFICACIÓN		FASE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN					TOTAL	
				CAPACITACIÓN	DISÑO PLAN GESTIÓN INTEGRAL	MODIFICACIÓN SHUT	SEPARACIÓN RESIDUOS RECICLABLES	DISPOSICIÓN RESIDUOS NO RECICLABLES	ALMACENAMIENTO Y VENTA	MANTENIMIENTO	ABSOLUTO	RELATIVO
ABIOTICO	SUELO	USO SUELO	120		-21	-32	-34	-41	-27	-23	-178	-21,36
	AGUA	SUPERFICIAL	100		-18	-23	-29			-23	-93	-9,3
		SUBTERRANEA	120								0	0
	AIRE	MAT PARTICULADO	120			-31			-29	-21	-23	-104
RUIDO		100			-31						-31	-3,1
BIÓTICO	FLORA	VEGETACIÓN	80								0	0
	FAUNA	TERRESTRE	80								0	0
SOCIO ECONOMICO	CULTURAL	PAISAJE	100		-25		-35	-26	-21		-107	-10,7
	ECONOMICO	EMPLEO	80				26				26	2,08
	INSTITUCIONAL	EDUCACIÓN	100	41			30				71	7,1
TOTAL		ABSOLUTO		41	-64	-117	-42	-96	-69	-69		
		RELATIVO		4,1	-6,82	-12,96	-5,4	-11	-7,86	-7,82		

*Fuente:* Los Autores, 2011. Adaptado de Conesa Fernández-Vitora, Vicente (1997)

### 2.3. FASE DE INVERSIÓN

Para la realización de esta fase del proyecto, se estableció como guía metodológica PMI sobre la versión 4 en español del PMBOK [6], en la cual se establece nueve áreas de conocimiento a tener en cuenta para la realización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa, las áreas de conocimiento que se van a contemplar son: Gestión de integración, alcance, tiempo, costos, calidad, recursos, adquisiciones y riesgos. De cada una de ellas se hará un desarrollo de acuerdo a cada uno de los procesos, actividades y entregables que se requieren para la gestión del proyecto por parte de los interesados.

#### 2.3.1. Gestión de Integración

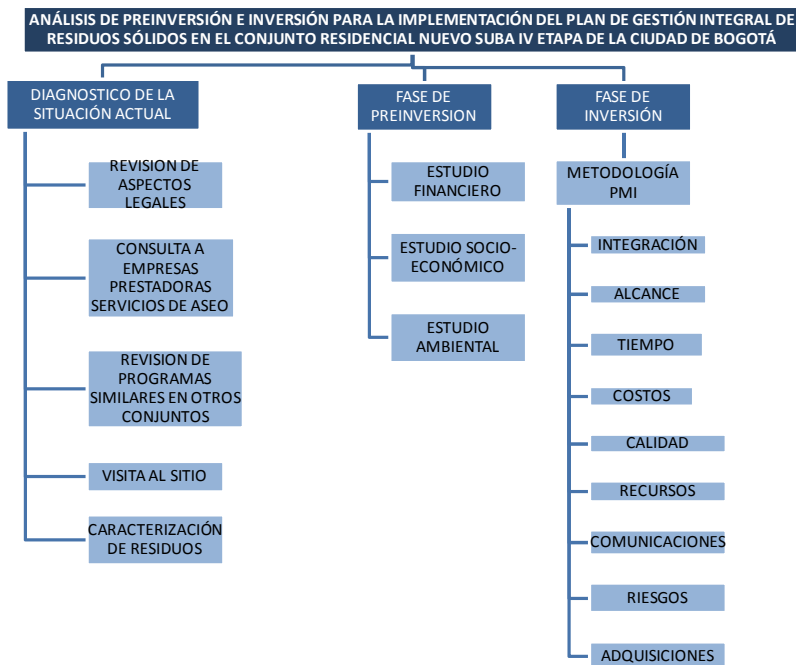
En este aparte, se busca la unificación y adecuada articulación de los diferentes procesos y actividades que están a cargo de la dirección del Conjunto Residencial representado por La Junta de Administración, para lograr la gestión exitosa del propósito del programa de gestión integral de residuos sólidos y el cumplimiento de la interacción de los interesados en el programa a fin de conseguir los resultados esperados. Dicha integración debe estar en cabeza de una persona o grupo de personas que sean las que se encarguen de la dirección del proyecto y el cumplimiento de los objetivos propuestos para el beneficio de la comunidad en general.

Como primera medida se van a nombrar los interesados participantes en este proceso a fin de determinar sus responsabilidades, campo de acción y responsabilidad en la toma de decisiones y cambios que se presenten en el proyecto. Los interesados que van a realizar la dirección del plan de gestión son: Junta de Administración del Conjunto como ente que es reconocido por los copropietarios como organismo de Dirección, Control y Vigilancia del Conjunto y el Administrador del Conjunto, como responsable legalmente habilitado en los estatutos para la ejecución de las versiones aprobadas por la Junta de Administración y que a su vez será el Gerente, encargado de controlar la adecuada gestión de los procesos necesarios para el funcionamiento del PGIRS.

Una vez el proyecto sea presentado y aprobado por unanimidad en la Asamblea General de Copropietarios, es deber de la Junta de Administración realizar la modificación a los estatutos de Copropiedad del Conjunto a fin de establecer en el mismo los derechos y deberes de los propietarios frente a el plan de gestión integral y reglamentar el acceso a los beneficios de tipo económico que pueda generar el programa como la manera más eficaz de lograr la activa participación de los habitantes del Conjunto. El Administrador por mandato de los estatutos del Conjunto, será el encargado de ejecutar el plan de inversiones, asegurar que las compras se realicen de acuerdo a lo proyectado en el plan, será el encargado de realizar las convocatorias a los propietarios y realizar el contrato con terceros para adecuación del piso, ventilación, iluminación y puerta de acceso del shut de basuras.

### 2.3.2. Gestión del Alcance

El alcance del proyecto está enmarcado en la realización de un plan de pre inversión e inversión para la implementación del PGIRS para el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa, que le permita a la junta de administración presentar y lograr la aprobación del proyecto, por parte de los propietarios del Conjunto y que a su vez los habitantes sean los principales gestores que dinamicen el programa y participen activamente en las jornadas de capacitación, aplicación de la separación en la fuente y veeduría de durante el ciclo del proyecto.



**Figura 5.** Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) Plan de Gestión Integral Residuos Sólidos  
Fuente: Los Autores, 2011.

La necesidad que se crea para el Conjunto Residencial es la implementación de PGIRS, como instrumento que le permita cumplir con las obligaciones legales que fueron expuestas en los antecedentes legales y que pueden a futuro acarrear sanciones y multas administrativas. Y como objetivo secundario se expone lograr los beneficios de ley que tienen los Conjuntos que tienen un PGIRS en la reducción de las tarifas de servicio de aseo domiciliario por parte de la empresa prestadora de servicios públicos Limpieza Metropolitana LIME [12].

Como objetivo social –ambiental se debe contemplar la contribución significativa en la reducción de los residuos domiciliarios que van a depositarse en rellenos sanitarios y el aprovechamiento de los residuos sólidos reciclables papel, plástico vidrio y metales en la reducción de la demanda de materiales vírgenes y uso de energía para el procesamiento de nuevos materiales, y un adecuado manejo de residuos no reciclables y de aquellos residuos considerados como peligrosos o con riesgo biológico, mejorando la calidad de vida de la población del Conjunto y un legado para nuevas generaciones.

**Tabla 7.** Cuadro de entrada y salida de la EDT

<b>ENTRADA</b>	<b>PROCESO</b>	<b>ENTREGABLE</b>
Aspectos legales	Revisión de leyes, normas, decretos y documentos legales de orden nacional, regional y local que establezcan requisitos para un PGIRS	Identificación de obligaciones y responsabilidades ; derechos y deberes; sanciones
Consulta a ESP Lime S.A.	Obtención de información tarifaria, requisitos para beneficios tarifa, asesoría en capacitaciones	Documento de procedimiento para obtención de reducción de tarifa Capacitaciones y material didáctico ofrecido por las ESP para este tipo de programas.
Revisión PGIRS en otros Conjuntos	Experiencias obtenidas en aplicación de planes de gestión de residuos similares	Matriz de datos recogidos en los Conjuntos visitados.
Visita al Sitio	Diagnóstico de las condiciones físicas del , sondeo de opinión de residentes, administrador	Registro fotográfico Planos arquitectónicos del Conjunto Residencial Verificación de tarifa,
Caracterización Residuos	Estimación volúmenes producidos de distintos tipos de residuos, proyecciones	Cuadro estimación de volúmenes de residuos sólidos domiciliarios por tipo y participación.
Estudio Socio Económico	Identificación- cuantificación y valoración de impactos positivos y negativos	Identificación impactos ; matriz Costo Beneficio
Estudio Financiero	Flujo de caja para determinar la inversión , costos y gastos y la viabilidad del programa	Flujo de ingresos-egresos ; Indicadores de Decisión
Estudio Ambiental	Determinación cualitativa de impactos ambientales del PGIRS	Matriz Cualitativa de valoración de Impactos

*Fuente:* Los Autores, 2011.

Es responsabilidad de la junta de administración y administrador del Conjunto establecer los controles necesarios para la implementación del programa, así como asegurar la participación activa de toda la población objetivo, para ello en el PDT del proyecto se han establecido hitos de cumplimiento de cada uno de las macro actividades que concluyen a la finalización del alcance del proyecto, por ejemplo, la gestión de compra de contenedores y puntos de reciclaje en áreas comunes, será un hito intermedio para el cumplimiento del plan de gestión.

### **2.3.3. Gestión del Tiempo**

Para este caso se realizaron dos cronogramas para el seguimiento de los entregables de la fase de preinversión e inversión del proyecto en donde a través de un esquema se incluye la información de tareas, fechas de inicio, fin, responsable y recursos básicos necesarios para el cumplimiento de la planificación realizada. El ajuste de este cronograma es responsabilidad de la junta de administración, basados en los informes de cumplimiento que debe generar el administrador del Conjunto o su delegado a fin de administrar los cambios en las actividades que no se han cumplido y que puedan afectar el desarrollo de las actividades sucesoras, dicha relación entre las actividades y su distribución en el tiempo se desarrollaron en el programa detallado de trabajo realizado en la herramienta de Microsoft Office Project 2007.

En el cronograma propuesto se establecieron relaciones lógicas de las actividades que a su vez presenta el programa Office Project 2007, las utilizadas son las relaciones fin comienzo FC; Comienzo-Comienzo CC; Fin-Fin F-F; Comienzo-Fin CF, adicionalmente el programa permite establecer entre las actividades holguras en la realización de las mismas a fin de realizar un adecuado seguimiento, es potestad del administrador del Conjunto realizar el seguimiento semanal o quincenal del programa y de generar los informes de cumplimiento a la junta de administración.

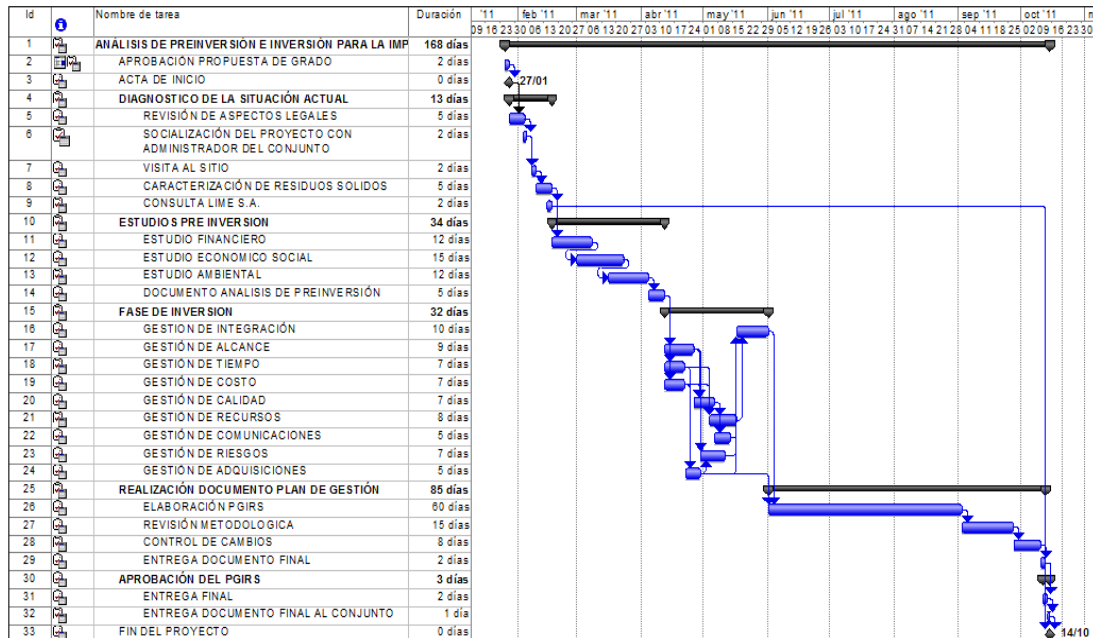


Figura 6. Cronograma inicial del proyecto  
Fuente: Los Autores, 2011.

### 2.3.4. Gestión de los Costos

Como se mencionó en el estudio financiero presentado en el numeral 2.2.1. de este trabajo, los costos que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de los primeros cinco años del proyecto se dividieron en costos de inversión, donde se tuvieron en cuenta: adecuación del shut a mejores condiciones de iluminación, reparación de piso y pintura de paredes, mejoramiento de la ventilación existente y adecuación de la puerta de acceso existente para que por ella puedan circular los contenedores que se tienen previstos para el manejo del material reciclable antes de su entrega; señalización de tipo informativa al interior del shut que refuercen la ubicación y tipo de residuos a disponer en cada contenedor adquirido. Igualmente se estimaron los costos de mantenimiento de los elementos al interior del shut de basuras, los gastos que se incurren en la compra de material didáctico, y en refrigerios ofrecidos durante el desarrollo de las capacitaciones para los residentes del Conjunto que están a cargo de la empresa de servicio Lime y los gastos de comercialización e intermediación de los residuos aprovechables ya que el plan estima que los residuos serán entregados a un tercero quien se encargará del transporte desde el sitio de entrega y realizará la comercialización de los mismos a las empresas interesadas en los mismos.

### 2.3.5. Gestión de Calidad

Por ser este un proyecto de gestión típicamente comunitaria, no se ha establecido un plan de calidad que deba seguirse durante la ejecución del proyecto, sin embargo durante las capacitaciones si se ha de seguir las especificaciones que las empresas prestadoras del servicio tienen dispuestas para la adecuada separación y preparación de productos reciclados a fin de que estos puedan ser comercializados sin tener castigos de las empresas que compran estos productos por el no cumplimiento de los protocolos básicos [3]. Adicionalmente se establecerá en el plan de adquisiciones, de especificaciones técnicas y las características mínimas de calidad y respaldo que deben cumplir los contenedores y puntos ecológicos a comprar a fin de que estas inversiones puedan mantenerse de manera operativa durante el horizonte de ejecución del plan.

Con respecto a las adecuaciones en el shut de basuras actual, se debe tener en cuenta el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS 2000 Literal F.3.6.1.2. [3]; y el Decreto 605/96, Capítulo II, Artículo 18 [15], ahora Decreto 1713/02, Capítulo II, Artículo 19 [15], donde se hace referencia a las mejores prácticas para la ejecución de sistemas de almacenamiento colectivo de basuras en toda edificación para vivienda, comercio, multifamiliar,

conjuntos residenciales, centros comerciales, restaurantes, hoteles, plazas de mercado, con respecto al área destinada al almacenamiento de residuos sólidos.

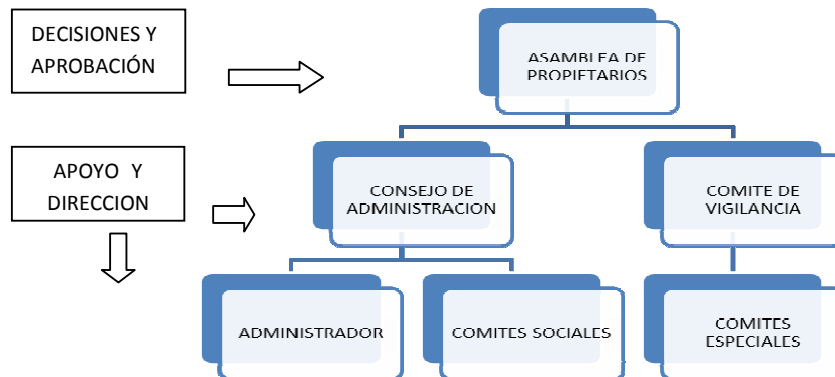
### 2.3.6. Gestión de Recursos Humanos

El proyecto es de autogestión, lo que indica que la dirección estará a cargo de la junta de administración del Conjunto, el gestor principal será el administrador del Conjunto y deberá contar con la activa participación de la totalidad de los residentes del Conjunto a fin de obtener los resultados esperados. No se contempla la generación de nuevos puestos de trabajo, el mantenimiento de las instalaciones estará a cargo de personal que el Conjunto tiene contratado para tal fin.

### 2.3.7. Gestión de Comunicaciones

El administrador deberá establecer un proceso de manejo de comunicaciones referentes al PIGRS mediante el establecimiento de plan de comunicaciones que como mínimo cuente con un número consecutivo y código de referencia único para el plan, establezca cuadro de control de correspondencia enviada y recibida con su respectivo back up de aseguramiento de información; adicionalmente debe establecer expedientes debidamente identificados con los diferentes procesos de adquisición de bienes y servicios, contratos de prestación de servicios, cotizaciones. De igual forma debe establecer el mecanismo de información pública a los residentes del conjunto acerca de los resultados de la implementación del programa.

A continuación se establece un esquema de los interesados con los niveles de jerarquía y su función dentro de la organización:



**Figura 7.** Organigrama de manejo de comunicaciones en el Conjunto Residencial  
Fuente: Los Autores, 2011.

### 2.3.8. Gestión de Riesgos

La identificación de los riesgos incluye determinar los riesgos que pueden afectar el proyecto y documentar sus características. Identificar los Riesgos es un proceso iterativo debido a que se pueden descubrir nuevos riesgos o pueden evolucionar conforme el proyecto avanza a lo largo de su ciclo de vida [6]. En la siguiente tabla se muestran los principales riesgos identificados en las fases de preinversión e inversión del proyecto:

**Tabla 8.** Identificación de riesgos

TIPO DE RIESGO		ID	RIESGO
TÉCNICOS	REQUERIMIENTO	1.1	El sitio de almacenamiento de residuos sólidos no cumple con los requisitos de ventilación e iluminación adecuados.
	REQUERIMIENTO	1.2	El diseño del sitio no cubre la capacidad suficiente para almacenar los residuos generados.
	REQUERIMIENTO	1.3	Los contenedores del sitio de almacenamiento y los puntos ecológicos no cubren la capacidad suficiente para almacenar los residuos generados.



TIPO DE RIESGO		ID	RIESGO
TÉCNICOS	CALIDAD	1.4	El sitio de almacenamiento de residuos permite el acceso y proliferación de insectos y roedores.
	CALIDAD	1.5	El lugar de almacenamiento de residuos no permite el fácil acceso y recolección de los residuos por los vehículos recolectores.
	CALIDAD	1.6	La capacitación dada a los residentes es ineficiente y mal diseñada, lo que conduce a que no se estén clasificando bien los residuos sólidos.
EXTERNOS	NORMATIVO	2.1	No se logra reducir la tarifa de servicio de aseo para el conjunto residencial.
	NORMATIVO	2.2	Se expiden nuevas normas que cambian las disposiciones de los PGIRS, modificando los requerimientos en conjuntos residenciales.
	NORMATIVO	2.3	La tasa de impuestos aumenta, generando menores utilidades para el proyecto.
	MERCADO	2.4	Los residuos separados no se puedan comercializar.
	CLIENTES	2.5	No se logran realizar los contratos con las personas a las cuales se les venderán los residuos seleccionados.
	CLIMA	2.6	Se presenta cualquier evento fortuito producto de la naturaleza como inundaciones, terremotos, generando daños en la infraestructura del conjunto.
ORGANIZACIONALES	RECURSOS	3.1	La junta de copropietarios no aprueba las inversiones necesarias para ejecutar el PGIRS.
	PRIORIZACION	3.2	Se presentan demoras en la toma de decisiones por parte de la junta de copropietarios del conjunto.
	ORGANIZACIONAL	3.3	Se presenta una resistencia al cambio por parte de los residentes del conjunto.
DE LA GERENCIA DEL PROYECTO	ESTIMACIÓN	4.1	Los flujos del proyecto no se ejecutan en términos de magnitud y tiempo.
	ESTIMACIÓN	4.2	Los costos son superiores a lo esperado y/o aparecen nuevos costos.
	ESTIMACIÓN	4.3	La rentabilidad del proyecto no es la esperada.
	ESTIMACIÓN	4.4	El proyecto no tiene el número de beneficiarios esperados.
	ESTIMACIÓN	4.5	El volumen de residuos reciclados es inferior al proyectado.
	PLANEACIÓN	4.6	Se presentan retrasos en el cronograma debido a dificultades de gerencia.
	PLANEACIÓN	4.7	La planeación no es la adecuada, lo que genera retrasos en la ejecución del proyecto.

Fuente: Los Autores, 2011.

Luego de realizar la identificación y análisis cualitativo de cada uno de los riesgos en las fases de preinversión, inversión e implementación del PGIRS en el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa, la matriz de probabilidad - impacto que resultó del análisis cualitativo es la siguiente:

**Tabla 9.** Matriz probabilidad - impacto de los principales riesgos identificados

	ALTA PROBABILIDAD	BAJA PROBABILIDAD
<b>ALTO IMPACTO</b>	1.6 2.3 3.1 4.1 - 4.2 - 4.3 - 4.5	1.2 - 1.3 2.1 - 2.2 - 2.4 - 2.5 - 2.6 3.3 4.6 - 4.7
<b>BAJO IMPACTO</b>	3.2	1.1 - 1.4 - 1.5 4.4

Fuente: Los Autores, 2011.

Los números que aparecen en la matriz corresponde al identificador ID que se le asignó a cada riesgo y que se encuentran relacionados en la tabla de identificación de riesgos.

Se realizó la cuantificación de los principales riesgos identificados en la matriz probabilidad – impacto. De acuerdo al análisis cualitativos a los 7 riesgos identificados como altos, se les asignó una probabilidad ALTA que puede oscilar entre el 25% al 50%. Para los riesgos más probables se determinó una probabilidad de máximo el 30%. A continuación se presenta la evaluación cuantitativa de estos riesgos:

**Tabla 10.** Evaluación cuantitativa de los riesgos de mayor probabilidad e impacto

ID	RIESGO	PROBABILIDAD DEL RIESGO	CANTIDAD DE JUEGO	ESTADO DE EVENTO DEL RIESGO
1.6	La capacitación dada a los residentes es ineficiente y mal diseñada, lo que conduce a que no se estén clasificando bien los residuos sólidos.	25%	3.300.000	825.000
2.3	La tasa de impuestos aumenta, generando menores utilidades para el proyecto.	25%	44.101.359	11.025.340
3.1	La junta de copropietarios no aprueba las inversiones necesarias para ejecutar el PGIRS.	30%	15.800.000	4.740.000
4.1	Los flujos del proyecto no se ejecutan en términos de magnitud y tiempo.	25%	44.101.359	11.025.340
4.2	Los costos son superiores a lo esperado y/o aparecen nuevos costos.	30%	15.454.568	4.636.370
4.3	La rentabilidad del proyecto no es la esperada.	25%	44.101.359	11.025.340
4.5	El volumen de residuos reciclados es inferior al proyectado.	30%	102.288.423	30.686.527

*Fuente:* Los Autores, 2011.

El riesgo en un proyecto se define como la variabilidad de los flujos de caja reales respecto a los estimados, mientras más grande sea esta variabilidad, mayor es el riesgo del proyecto. De esta forma, el riesgo se manifiesta en la variabilidad de los rendimientos del proyecto, puesto que se calculan sobre la proyección de los flujos de caja [9]. Para incluir el efecto del factor riesgo en la evaluación de proyectos se han desarrollado varios métodos o enfoques, uno de estos es mediante la utilización de software de simulación, pronóstico y optimización.

Como resultado de la anterior identificación, se obtuvo que los riesgos de mayor importancia resultan ser los asociados con la estimación del flujo de caja financiero del proyecto, por esta razón se decidió hacer un análisis utilizando el software Risk Simulator 2011 [23] y su herramienta de simulación “Análisis de Tornado”, la cual captura los impactos estáticos de cada variable en el resultado de un modelo. Se simuló el flujo financiero del proyecto usando como supuestos de entrada las siguientes variables:

- Costos de adecuación del shut, contenedores y puntos ecológicos, señalización, mantenimiento: Variables que se comportan como una distribución triangular.
- Gastos del programa de capacitación: Se comporta igualmente como una distribución triangular.
- Tasa de inflación de precios: Se comporta como una distribución normal.
- Tasas de crecimiento de la cantidad de residuos de plástico y papel-cartón en la totalidad de residuos generados en el Conjunto: Estas variables se comportan como una distribución uniforme.

El pronóstico de salida se realizó sobre el Valor Presente Neto (VPN). Los resultados arrojados fueron los siguientes:

**Tabla 11. Resultado análisis tornado**

Celda Precedente	Valor Base: 26.165.203			Cambio de Ingreso		
	Resultado Inferior	Resultado Superior	Rango de Efectividad	Ingreso Inferior	Ingreso Superior	Valor Caso Base
N3: Tasa impuestos	28.232.147	24.098.261	4.133.886	30%	36%	33%
J8: Precio de venta por kg Plástico	24.521.856	27.808.552	3.286.697	360	440	400
J7: Precio de venta por kg Papel y cartón	24.722.154	27.608.254	2.886.099	225	275	250
J14: Participación Papel y cartón en total de residuos generados	24.883.336	27.447.072	2.563.736	12%	14%	13%
J13: Participación Plástico en total de residuos generados	25.117.523	27.212.884	2.095.361	15%	19%	17%
B5: Adecuación del shut	27.165.204	25.165.204	2.000.000	9.000.000	11.000.000	10.000.000
J10: Precio de venta por kg Metal	25.474.967	26.855.441	1.380.473	630	770	700
J9: Precio de venta por kg Vidrio	25.617.945	26.712.463	1.094.518	333	407	370
Q13: Tasa de Crecimiento plástico	25.769.835	26.560.573	790.738	3,2%	3,9%	3,5%
Q14: Tasa de Crecimiento papel	25.803.724	26.526.684	722.961	1,8%	2,2%	2,0%
B11: Programa de capacitación	26.465.204	25.865.204	600.000	2.700.000	3.300.000	3.000.000
B6: Contenedores y puntos ecológicos	26.415.204	25.915.204	500.000	2.250.000	2.750.000	2.500.000
N2: Tasa Inflación precios	25.918.051	26.413.806	495.755	3%	3%	3%

*Fuente:* Los Autores, 2011, obtenido por el software Risk Simulator

De acuerdo a los resultados del análisis Tornado obtenido se identifica las variables que generan mayor incertidumbre. Se puede apreciar que las variables que tienen mayor impacto sobre las utilidades y que más explican la variación del VPN son: la tasa de impuesto de renta, los precios de venta por kg de cada uno de los residuos aprovechables (plástico, papel y cartón, vidrio, metal) los porcentajes de participación para el primer año de los residuos plástico y papel – cartón en la totalidad de los residuos generados, el costo de inversión de adecuación del shut, las tasas de variación de la generación de residuos sólidos de plástico y papel – cartón, el gasto en los programas de capacitación, el costo de inversión de los contenedores y puntos ecológicos, y la tasa de inflación de los precios.

### 2.3.9. Gestión de Adquisiciones

Para la implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos en el Conjunto Residencial se debe planificar la compra de los siguientes elementos:

**Tabla 12. Adquisiciones**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	REFERENCIA
4	Contenedor plástico	Estra roller 346 litros o superior [24]
3	Puntos ecológicos compuestos por 3 papeleras de vaivén con recipientes para separación de vidrio, plástico y papel	Estra tipo swing de 53 litros o superior [24]
4	Señales informativas de 0,30 cm * 0,70 cm , letra arial con altura de 0,15 cm para instalación en shut de basura	N/A
3	Carteles informativos tamaño pliego	N/A

*Fuente:* Los Autores, 2011.

El administrador del Conjunto deberá realizar tres cotizaciones en puntos de distribución comercial en Bogotá con precios unitarios y especificaciones técnicas de los productos por escrito. Dichas cotizaciones serán presentadas a la junta de administración quien autorizará la compra de los productos y la realización de los medios de señalización y publicidad. El administrador velará por

el mantenimiento de los contenedores y puntos ecológicos y mensualmente evaluará su estado y reparaciones a que haya lugar por su uso; las compras realizadas durante el horizonte de ejecución del proyecto deben ser cuantificadas en los libros de contabilidad del Conjunto y debe dejarse evidencia escrita de facturas de venta y pagos realizados por estos conceptos.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Actualmente el Conjunto Residencial Nuevo Suba IV Etapa no cuenta con un plan de manejo integral de residuos sólidos. El Conjunto en general semanalmente produce 2.240 kg aprox. de residuos, el 40% son material potencialmente reciclable el cual está formado principalmente por plástico, papel y cartón. Estos materiales tienen mercado, y son fuente de ingresos para una comunidad organizada y enfocada en obtener beneficios y reducir costos fijos del funcionamiento del Conjunto.
- Con la implementación del PGIRS se busca que dentro del Conjunto Residencial, se adopten prácticas de separación encaminadas a la posterior recuperación, aprovechamiento y recuperación de reciclables, de tal forma que se genere un valor agregado desde el punto de vista ambiental, social y económico, minimizando el impacto ambiental que ocasiona el inadecuado manejo de residuos sólidos y generar un beneficio económico para la copropiedad con la venta de estos productos aprovechables.
- El esquema de aprovechamiento de residuos sólidos es una fuente de recursos económicos que pueden cubrir los costos que genera la implementación, en el horizonte de análisis del proyecto van a generar ingresos adicionales que deben ser revertidos en beneficios adicionales a la comunidad. De acuerdo al flujo de caja proyectado, la inversión inicial que asciende a los \$15.800.000 será recuperada en el segundo año; en los 5 años de ejecución se generarán utilidades alrededor de los \$59.000.000.
- Como resultado de la evaluación ambiental se evidenció que con la implementación del PGIRS, los elementos ambientales más impactados positivamente resultan ser el suelo, el agua y el aire. Por otra parte, las actividades más agresivas que le causan mayores daños al medio son la de modificación del shut de basuras, ya que durante su adecuación requiere uso de recursos como agua, energía y producirá material particulado en el ambiente.
- Dentro de la gestión del proyecto, uno de los puntos especiales en los que se deberá concentrar atención es la mitigación de los riesgos identificados y valorados con mayor impacto y mayor probabilidad, para cada uno de estos se deben presentar y llevar a cabo las acciones de respuesta que permitan reducir las amenazas que se ocasionen durante la ejecución del proyecto, las cuales están encaminadas principalmente a: garantizar la capacitación integral de los residentes del conjunto en el manejo de residuos sólidos; realizar una planificación financiera con el fin de procurar los recursos financieros en el momento adecuado; y realizar un control de las fuentes y usos previstos en el plan.
- En la ejecución del proyecto se requiere un adecuado y sincronizado trabajo en equipo de los residentes del conjunto y decidida planeación, dirección, seguimiento y control de la administración del Conjunto y la empresa prestadora del servicio de aseo a fin de obtener un modelo a replicar en el mediano plazo a los conjuntos residenciales aledaños.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] TCHOBANOGLIOUS, George; THEISEN, Hilary y VIGIL, Samuel (1996). Gestión integral de residuos sólidos. Volumen I. Madrid: McGraw Hill / Interamericana de España S.A., 607 p. ISBN 84-481-1778-6

[2] Bogotá. Decreto 312 de 2006, de 15 de agosto. *Registro Distrital 3596*, 18 de agosto de 2006.

[3] Ministerio de Desarrollo Económico. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS (2000). Colombia.

- [4] Escritura Pública 3149 del 05-12-2006 Notaría 58 Bogotá
- [5] Ministerio del Medio Ambiente (2002). Guía práctica de formulación de Proyectos de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente. ISBN 958-9487-40-8
- [6] Project Management Institute, Inc. (2008). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK®). Cuarta edición. Newtown Square, Pennsylvania. ISBN: 978-1-933890-72-2
- [7] Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos. Programa Distrital de Reciclaje. Página consultada el 25 de enero de 2011. En: <http://www.uaesp.gov.co>.
- [8] Lime S.A. E.S.P. Reciclaje. Página consultada el 25 de enero de 2011. En: <http://www.lime.com.co>
- [9] Chain, Nassir y Sappag Chain, Reinaldo (1991). Preparación y evaluación de proyectos. México D.F.: McGraw Hill/ Interamericana de México S.A., 390 p. ISBN 968-422-045-6
- [10] Osorio Mendoza, Julio Cesar (2010). Evaluación económica y social. Notas de Clase. Bogotá. Universidad Militar Nueva Granada.
- [11] Conesa Fernández-Vitora, Vicente (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid. S.A. Mundi – prensa libros, 1 V., ISBN 9788484763840.
- [12] Colombia. Decreto 1713 de 2002, del 06 de agosto. *Diario oficial*, 07 de agosto de 2002.
- [13] Colombia. Decreto Ley 2811 de 1974, del 18 de diciembre. *Diario oficial*, 18 de diciembre de 1974.
- [14] Colombia. Ley 142 de 1994, del 11 de julio. *Diario oficial*, 11 de julio de 1994
- [15] Colombia. Decreto 605 de 1996, del 27 de marzo. *Diario oficial*, 28 de marzo de 1996.
- [16] Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Resolución 069 de 1998.
- [17] Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico. Resolución 133 de 2000.
- [18] Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial (2003). Resolución 1045. Colombia.
- [19] Melo Escobar, Diego Alfonso y De Castro Arce, Ernesto (2010). Gestión de residuos sólidos domiciliarios en unidades Residenciales. Caso de estudio: Conjunto Residencial "Portal de la 183". En: Gestión Integral en Ingeniería Neogranadina. Vol.2 No.1
- [20] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC (1998). Norma Técnica Colombiana GTC 24. Gestión Ambiental. Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente.
- [21] Empresas de desechos en Bogotá. Página consultada el 28 de enero de 2011. En: <http://www.desechos.net/>
- [22] Departamento Administrativo Nacional de Estadística, DANE. Página consultada el 26 de octubre de 2011. En: [http://www.dane.gov.co/#twoj\\_fragment1-4](http://www.dane.gov.co/#twoj_fragment1-4)
- [23] Real Options Valuation, Software. Página consultada el 03 de octubre de 2011. En: <http://www.realoptionsvaluation.com/>
- [24] Estra. Catálogo de soluciones para reciclar. Página consultada el 03 de octubre de 2011. En: <http://www.estra.com/catalogo/>