

DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL
COLEGIO SAN PEDRO CLAVER

SANDRA ROCÍO PATIÑO VILLAMIZAR

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA

2017

DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL
COLEGIO SAN PEDRO CLAVER

SANDRA ROCÍO PATIÑO VILLAMIZAR

Trabajo de aplicación para optar al título de
Magister en Ingeniería Ambiental

Director:

M.Sc. Crisóstomo Barajas

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICO QUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA

2017

DEDICATORIA

Dios tu amor y tu bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda, cuando caigo y me pones a prueba, aprendo de mis errores y me doy cuenta que los pones en frente mío para que crezca como ser humano.

Te agradezco por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplo de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico este trabajo, porque han fomentado en mí, el deseo de superación y de triunfo en la vida. Les estoy infinitamente agradecida por su orientación, enseñanza y apoyo constante desde siempre y así haber hecho posible la culminación de esta etapa profesional. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Ofrezco mis más sinceros agradecimientos al Colegio San Pedro Claver por toda la colaboración y apoyo para la realización de este trabajo. A los profesores Humberto Escalante y Crisóstomo Barajas por su orientación paciente y oportuna para la elaboración del documento.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

CONTENIDO

pag

INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	19
2.1.OBJETIVO GENERAL	19
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. METODOLOGÍA	20
3.1.FASE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	20
3.2.FASE 2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	20
3.2.1.MÉTODO CONESA SIMPLIFICADO PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES	20
3.2.2.Huella Ecológica	23
3.3.FASE 3. PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: PGIRS	25
4.ESTADO DEL ARTE	28
4.1.EVALUACIÓN AMBIENTAL	28
4.2.PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS)	29
5.RESULTADOS	32
5.1.DIAGNÓSTICO AMBIENTAL CSPC SEDE BACHILLERATO	32
5.1.1.Metología Cualitativa:	33
5.1.2.Metodología Cuantitativa: Huella ecológica	36
5.2.PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS CSPC SEDE BACHILLERATO	46
5.2.1.Organización para la formulación de los PGIRS	47
5.2.2.Construcción de la línea base	47
5.2.3.Objetivos y metas	50
5.2.4. Programas y proyectos para la implementación del PGIRS	53
5.2.5. Cronograma	66
6.CONCLUSIONES	68

7.RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA	70
ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

pag

TABLA 1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN CSPC	21
TABLA 2. RANGOS PARA EL CÁLCULO DE LA IMPORTANCIA AMBIENTAL (MÉTODO CONESA).....	23
TABLA 3. ECUACIONES CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS CSPC.....	26
TABLA 4. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO (PRIMER SEMESTRE 2015).....	33
TABLA 5. ACCIONES IMPACTANTES Y FACTORES IMPACTADOS POR LAS ACTIVIDADES DEL CSPC SEDE BACHILLERATO	33
TABLA 6. MATRIZ DE IMPACTOS DEL CSPC SEDE BACHILLERATO	34
TABLA 7. MATRIZ DE IMPORTANCIA DEL CSPC SEDE BACHILLERATO	35
TABLA 8. COMPONENTES Y SUBCOMPONENTES DE LA HUELLA ECOLÓGICA (EF)	36
TABLA 9. COMPONENTES DEL MUESTREO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS	37
TABLA 10. ECUACIONES PARA CUANTIFICAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	37
TABLA 11. ECUACIONES PARA CUANTIFICAR LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	38
TABLA 12. DATOS ESTADÍSTICOS SOBRE LA CANTIDAD DE RESIDUOS GENERADOS EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	42
TABLA 13. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUO, GENERADOS EN UN AÑO EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	42
TABLA 14. PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN UN AÑO EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	43
TABLA 15. PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS GENERADOS EN UN AÑO EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	43
TABLA 16. PRIORIZACIÓN DE PROBLEMAS.....	47
TABLA 17. TIEMPO REQUERIDO PARA LA ATENCI ÓN DEL PROBLEMA.....	48
TABLA 18. OBJETIVOS Y METAS PGIRS CSPC SEDE BACHILLERATO.....	50
TABLA 19. REUTILIZACIÓN Y/O REEMPLAZO DE MATERIALES.....	56
TABLA 20. CÓDIGO DE COLORES	58
TABLA 21. TIPOS DE RESIDUOS PARA LA SEPARACIÓN EN LA FUENTE	59
TABLA 22. CÓDIGO DE COLORES PARTICULAR PARA EL CSPC SEDE BACHILLERATO	60
TABLA 23. INDICADORES PARA LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	65
TABLA 24. INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS (APROVECHAMIENTO).....	65

TABLA 25. PORCENTAJE DE PERSONAS CAPACITADAS	66
TABLA 26. CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN DEL PGIRS EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	66

LISTA DE GRÁFICAS

pag

GRÁFICA 1. EMISIONES DE CO ₂ EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO	38
GRÁFICA 2. HUELLA ECOLÓGICA POR COMPONENTE CSPC SEDE BACHILLERATO	39
GRÁFICA 3. CONSUMO DE AGUA EN M ³ EN EL CSPC BACHILLERATO	40
GRÁFICA 4. CONSUMO DE GAS M ³ EN EL CSPC BACHILLERATO	40
GRÁFICA 5. CONSUMO DE ENERGÍA EN KW/H EN EL CSPC BACHILLERATO.....	41
GRÁFICA 6. COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS EN EL CSPC BACHILLERATO	42
GRÁFICA 7. CONSUMO DE PAPEL DE ACUERDO AL TIPO	44
GRÁFICA 8. CONSUMO DE PAPEL EN KG TOTALES	44
GRÁFICA 9. MOVILIDAD DE LA COMUNIDAD EDUCATIVA EN EL CSPC	45

LISTA DE FIGURAS

	Pag
FIGURA 1. PASOS PARA EL PROCESO DE PLANEACIÓN PARA GIRS	30
FIGURA 2. ESQUEMA DE RELACIONES CAUSA - EFECTO, ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	31
FIGURA 3. METODOLOGÍA PARA LA EIA EN EL CSPC SEDE BACHILLERATO.....	32
FIGURA 4. PROCEDIMIENTO PARA LA FORMULACIÓN Y ACTUALIZACIÓN DEL PGIRS	46
FIGURA 5. ÁRBOL DE PROBLEMAS INTEGRAL PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	49
FIGURA 6. ÁRBOL DE OBJETIVOS Y METAS INTEGRAL PARA LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	52
FIGURA 7. ESQUEMA PARA LA PUESTA EN MARCHA DEL MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS	53

LISTA DE ANEXOS

pag

ANEXO A	75
ANEXO B	80
ANEXO C	85
ANEXO D	88

RESUMEN

TÍTULO: DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL COLEGIO SAN PEDRO CLAVER *.

AUTOR: SANDRA ROCÍO PATIÑO VILLAMIZAR**

PALABRAS CLAVE: PGIRS, huella ecológica, GIRS

DESCRIPCIÓN:

El manejo integral de los residuos sólidos tiene el objetivo de minimizar el impacto ambiental generado por las distintas actividades humanas. A nivel departamental, Santander cuenta con campañas de educación ambiental donde el 57% de los participantes son las instituciones educativas; estas campañas buscan concientización ambiental y es un indicio de pensamiento sostenible por parte de la comunidad. Sin embargo, se demostró que estas políticas no han contribuido a mitigar el impacto ambiental generado por las actividades de las comunidades educativas y consecuentemente no existen programas que promuevan la sostenibilidad en las instituciones educativas santandereanas.

Los colegios son instituciones cuya responsabilidad radica en la formación y concientización de hábitos en los seres humanos. Por tal motivo, es importante formar hábitos ambientalmente amigables desde una temprana edad, ya que estos niños y niñas son los hombres y mujeres del futuro, el cual debe hacer frente a todas las consecuencias de nuestro actuar poco ecológico. El Colegio San Pedro Claver es una institución educativa de Bucaramanga, perteneciente a la Compañía de Jesús inspirada en la espiritualidad de San Ignacio de Loyola, que busca la formación de hombres y mujeres líderes para los demás y con los demás, que respondan con actitudes y hechos al momento histórico actual. Es una institución que se caracteriza por la formación integral de sus estudiantes. Esto también conlleva a la formación de una conciencia ecológica de sus estudiantes para así garantizar un impacto en la sociedad.

*Trabajo de Aplicación

**Facultad de Ingenierías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Maestría en Ingeniería Ambiental. Director Crisóstomo Barajas, Ingeniero Químico.

ABSTRACT

TITLE: DESARROLLO DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA EL COLEGIO SAN PEDRO CLAVER *.

AUTHOR: SANDRA ROCÍO PATIÑO VILLAMIZAR**

KEYWORDS: PGIRS, huella ecológica, GIRS

DESCRIPCIÓN:

The integral management of solid waste has the objective of minimizing the environmental impact generated by the different human activities. At the departmental level, Santander has environmental education campaigns where 57% of the participants are educational institutions; These campaigns seek environmental awareness and is an indication of sustainable thinking on the part of the community. However, it was demonstrated that these policies have not contributed to mitigate the environmental impact generated by the activities of the educational communities and consequently there are no programs that promote sustainability in the educational institutions of Santander.

Schools are institutions whose responsibility lies in the formation and awareness of habits in human beings. For this reason, it is important to form environmentally friendly habits from an early age, since these boys and girls are the men and women of the future, who must face all the consequences of our little ecological action. The “Colegio San Pedro Claver” is an educational institution in Bucaramanga, belonging to the Society of Jesus inspired by the spirituality of St. Ignatius of Loyola, which seeks the formation of men and women leaders for others and with others, who respond with attitudes and Facts at the current historical moment. It is an institution characterized by the integral formation of its students. This also leads to the formation of an ecological awareness of its students to ensure an impact on society.

*Trabajo de Aplicación

**Facultad de Ingeniarías Físico Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Maestría en Ingeniería Ambiental. Director Crisóstomo Barajas, Ingeniero Químico.

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente de una población o comunidad se ve modificado debido al crecimiento industrial, económico y demográfico del siglo XX, que trajo consigo, consecuencias como el cambio climático global (Duarte, 2006), el agotamiento y destrucción de los recursos naturales (Reichmann, 2003), urbanización creciente y desordenada, degradación de los ecosistemas y la destrucción de la biodiversidad (Delibes de Castro, 2005). Las situaciones descritas anteriormente, han alertado a gobiernos, grupos ambientalistas, universidades y comunidad a generar una conciencia que conlleve a un cambio en el comportamiento y desarrollo de las actividades que puede ser descrito como consumo o desarrollo sostenible (Voinea A. , 2011).

El desarrollo sostenible es “aumentar la calidad de vida de todos, garantizar derechos, actuar con las reglas de la naturaleza y no del mercado. Es un modo de vida basado en el respeto a todas las personas, presentes y futuras, a todas las formas de vida y hacia el entorno en el que se desarrollan” (K.J., 2007). De acuerdo con la segunda Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible, la educación tiene la responsabilidad de desempeñar un papel importante en llevar a cabo una visión de sostenibilidad que vincula el bienestar económico con el respeto por la diversidad cultural, la tierra y sus recursos (UNESCO, 2007). En este sentido, la educación ambiental es un instrumento potencial para facilitar la formación de una sociedad sostenible, que a la vez es democrática y deliberativa (Barth, 2014).

De acuerdo a lo expuesto anteriormente, los colegios juegan un papel importante en fomentar el desarrollo sostenible, dado que dentro de sus funciones sustanciales se encuentra la formación y educación, como parte de las soluciones a los problemas que enfrenta la sociedad y han hecho parte de la generación de los problemas de insostenibilidad. En estas instituciones, se han desarrollado actividades que promueven la educación ambiental, como el Proyecto Ambiental Escolar PRAE, que busca fomentar el pensamiento ecológico, sin embargo aún falta generar una cultura enfocada al desarrollo sostenible (Alba, 2011).

Conforme a esta nueva mentalidad, en este mundo globalizado, existe un programa internacional de educación ambiental, llamado “Eco-Schools”. Iniciado como un programa europeo, en la actualidad Eco-Schools mantiene una dimensión más internacional gracias a que es apoyado por la Fundación para la Educación Ambiental (FEE por sus siglas en inglés). Opera actualmente en 58 países ubicados en la Unión Europea, Europa Central y del Este, así como en África, Australia, Nueva Zelanda, América del Norte, Central y del Sur, cuyo objetivo es la promoción del desarrollo sustentable y el reconocimiento a instituciones educativas que han alcanzado un alto nivel de compromiso (Eco-schools).

Dos países, a nivel Latinoamericano, que vale la pena resaltar como son México y Argentina. En México, se cuenta con educación ambiental, manejo de residuos sólidos, eficiencia en el consumo de agua, electricidad y acciones ambientales comunitarias en sus colegios o escuelas (Del Niño T, 2010).

En Argentina, aproximadamente 1058 escuelas tienen acciones encaminadas al desarrollo sustentable como la gestión integral de residuos, la movilidad sustentable, las huertas y espacios verdes, uso responsable de los recursos (energía y agua), implementación de energías renovables, cubiertas verdes y un plan de medición de la huella de carbono. Todas estas acciones son involucradas a las actividades cotidianas (Ciudad, 2010).

A nivel nacional, La Fundación Celsia, ejecuta acciones que permiten fortalecer en la comunidad educativa, una cultura de cuidado y protección de los recursos naturales, tanto al interior de las instituciones educativas, como por fuera de ellas, tal como ha sucedido en algunos municipios de Antioquía (E.S.P., 2014).

En Colombia, existen 1825 colegios entre públicos y privados (Ministerio de Educación Nacional, 2013), de los cuales se destaca el colegio privado Rochester ubicado en la ciudad de Bogotá, dado que es el primer colegio en Colombia y en América Latina en recibir certificación internacional LEED. Esta certificación se basa en diferentes criterios, como lo son: eficiencia en el uso del agua, sitios sustentables, energía y atmósfera, materiales y recursos, calidad del ambiente interior e innovación en el diseño; este colegio se identifica por su construcción sostenible además de esto todas las iniciativas sostenibles implementadas son estudiadas y monitoreadas por estudiantes y profesores creando conocimiento técnico y crítico para fomentar prácticas de sostenibilidad en su hogar y entorno, el colegio tiene criterios de energía alternativas (paneles solares térmico y fotovoltaicos), reducción de agua potable a través de su planta de agua residuales, control de CO₂ en las diferentes aulas, uso de equipos eléctrico-mecánicos de bajo consumo, gestión de residuos sólidos (compostaje y selección in-situ) (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible CCCS, 2014).

En Santa Marta, se encuentra la escuela preescolar Timayui, que cuenta con un sistema que permite regular la temperatura de la planta física a través de muros de fachada de alta eficiencia térmica apoyada con ventilación natural; la edificación está orientada de manera que permita la ventilación e iluminación natural. Cuenta con la optimización del uso de agua por medio de aparatos ahorradores y reciclajes de aguas lluvias y grises además de manejo de reciclaje de residuos (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), 2011).

A nivel departamental, Santander cuenta con campañas de educación ambiental donde el 57% de los participantes son las instituciones educativas; estas campañas buscan concientización ambiental y es un indicio de pensamiento sostenible por parte de la comunidad (Ambiente, 2013). El área metropolitana cuenta con 118 colegios, en los cuales la corporación autónoma regional para la

defensa de la meseta de Bucaramanga (CDBM) ha aplicado políticas de educación ambiental basada en conferencias y actividades de sensibilización ambiental. Sin embargo, se demostró que estas políticas no han contribuido a mitigar el impacto ambiental generado por las actividades de las comunidades educativas y consecuentemente no existen programas que promuevan la sostenibilidad en las instituciones educativas santandereanas (Ardila Figueroa, 2014).

Particularmente, el Colegio San Pedro Claver (CSPC) es una institución educativa de Bucaramanga, perteneciente a la Compañía de Jesús inspirada en la espiritualidad de San Ignacio de Loyola, que busca la formación de hombres y mujeres líderes para los demás y con los demás, que respondan con actitudes y hechos al momento histórico actual (Colegio San Pedro Claver). Cuenta con dos sedes: una ubicada en el barrio Conucos con las secciones de preescolar y primaria; la otra sede se encuentra ubicada en el barrio Nuevo Sotomayor con la sección de bachillerato. Esta institución educativa beneficia tanto estudiantes del sector rural como del casco urbano, cuyo nivel socioeconómico es cinco. Atiende una población educativa de 780 estudiantes, organizados en una sola jornada cuyo horario es de 7:00 a.m. a 12:30 y de 2:00 a 4:30 p.m. Los estudiantes cuentan con los servicios de cafetería y restaurante (almuerzo) suministrados por empresas contratistas de Bucaramanga y Girón. Tanto la cafetería como el restaurante no cuentan con ninguna política de manejo de los residuos sólidos.

Adicional a la población estudiantil, el CSPC cuenta con colaboradores que se desempeñan en los siguientes cargos: 45 en personal administrativo, 68 docentes y 39 en servicios generales. Los servicios de cafetería y restaurante también son utilizados por estas personas. El 90% de estos colaboradores vive en Bucaramanga y los restantes en las poblaciones aledañas a la institución.

Los residuos sólidos son dispuestos en unos contenedores sin ningún tipo de separación. La frecuencia de recolección son los días lunes, miércoles y viernes. La alcaldía de Bucaramanga ha implementado como política ambiental, campañas de reciclaje, las cuales actualmente no se llevan a cabo.

Dada la situación descrita anteriormente, el propósito de este trabajo de aplicación es desarrollar un plan de gestión integral de residuos para el Colegio San Pedro Claver (CSPC), en la sección de bachillerato. Una vez conocidas todas las anteriores variables, el análisis de las mismas determinará la pertinencia en la implementación del plan al hacer buen uso de los recursos ambientales, sociales y económicos.

1. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar de un plan de gestión integral de residuos para el Colegio San Pedro Claver sección bachillerato

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Evaluar la situación ambiental del colegio San Pedro Claver (Diagnóstico Ambiental).
- ✓ Desarrollar un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIR), para el Colegio San Pedro Claver sección bachillerato.

2. METODOLOGÍA

3.1. FASE 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Durante el desarrollo de este trabajo de aplicación, se buscará y analizará información en libros, normatividad, informes, revistas y bases de datos, acerca de los siguientes tópicos: Evaluación ambiental y Plan de gestión integral de residuos.

3.2. FASE 2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Para el desarrollo de esta fase se realizará una evaluación de la situación ambiental (cualitativa y cuantitativa) del Colegio San Pedro Claver sección Bachillerato mediante los métodos: Arboleda para la evaluación de Impactos Ambientales (Arboleda J. , 1994) y la Huella Ecológica (EF) para la medición de actividades educativas (López & Blanco, 2007), métodos ya utilizados en una institución educativa del área metropolitana de Bucaramanga (Ardila Suárez & Quintero Guerrero, 2014).

3.2.1. MÉTODO CONESA SIMPLIFICADO PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Primero se establecen los criterios de evaluación utilizados por el método Conesa para la evaluación de los impactos ambientales del CSPC (Tabla 1). Cada uno de los criterios se evalúa y se califica de acuerdo con los rangos que se establecen en la Tabla 2 y luego se obtiene la importancia (I) de las consecuencias ambientales del impacto, aplicando el siguiente algoritmo:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC) \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde :

IN = Intensidad

MO = Momento

RV = Reversibilidad

AC = Acumulación

PR = Periodicidad

EX = Extensión

PE = Persistencia

SI = Sinergia

EF = Efecto

MC = Recuperabilidad

Tabla 1. Criterios de evaluación CSPC

CRITERIOS		SIGNIFICADO
Signo	+/-	Hace alusión al carácter benéfico (+) o perjudicial (-) de las distintas acciones que van a actuar sobre los distintos factores considerados
Intensidad	IN	Grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en el que actúa. Varía entre 1 y 12, siendo 12 la expresión de la destrucción total del factor en el área en la que se produce el efecto y 1 una mínima afectación.
Extensión	EX	Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, se considera que el impacto tiene un carácter puntual (1). Si por el contrario, el impacto no admite una ubicación precisa del entorno de la actividad, teniendo una influencia generalizada en todo él, el impacto será Total (8). Cuando el efecto se produce en un lugar crítico, se le atribuirá un valor de cuatro unidades por encima del que le correspondía en función del % de extensión en que se manifiesta.
Momento	MO	Alude al tiempo entre la aparición de la acción que produce el impacto y el comienzo de las afectaciones sobre el factor considerado. Si el tiempo transcurrido es nulo, el momento será Inmediato, y si es inferior a un año, Corto plazo, asignándole en ambos casos un valor de cuatro (4). Si es un período de tiempo mayor a cinco años, Largo Plazo (1).
Persistencia	PE	Tiempo que supuestamente permanecerá el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción por los medios naturales o mediante la introducción de medidas correctoras.
Reversibilidad	RV	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medios naturales, una vez aquella deje de actuar sobre el medio.

CRITERIOS		SIGNIFICADO
Recuperabilidad	MC	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción, por medio de la intervención humana (o sea mediante la implementación de medidas de manejo ambiental). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural, como por la humana) le asignamos el valor de ocho (8). En caso de ser irrecuperable, pero existe la posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor adoptado será cuatro (4).
Sinergia	SI	Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente, no simultánea.
Acumulación	AC	Este atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando un acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como uno (1); si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro (4).
Efecto	EF	Este atributo se refiere a la relación causa-efecto, o sea, a la forma de manifestación del efecto sobre un factor, como consecuencia de una acción. Puede ser directo o primario, siendo en este caso la repercusión de la acción consecuencia directa de ésta, o indirecto o secundario, cuando la manifestación no es consecuencia directa de la acción, sino que tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando este como una acción de segundo orden.
Periodicidad	PR	Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto, bien sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo)

Fuente: (Arboleda J. , 1994)

Tabla 2. Rangos para el cálculo de la importancia ambiental (método Conesa)

CRITERIO/RANGO	CALIF.	CRITERIO/RANGO	CALIF.
NATURALEZA Impacto benéfico Impacto perjudicial	+ -	INTENSIDAD (IN) (Grado de destrucción) Baja Media Alta Muy alta Total	 1 2 4 8 12
EXTENSIÓN (EX) Puntual Parcial Extensa Total Crítica	1 2 4 8 (+4)	MOMENTO (MO) (Plazo de manifestación) Largo Plazo Medio Plazo Inmediato Crítico	 1 2 4 (+4)
PERSISTENCIA (PE) Fugaz Temporal Permanente	1 2 4	REVERSIBILIDAD (RV) Corto plazo Medio plazo Irreversible	1 2 4
SINERGIA (SI) Sin sinergismo (simple) Sinérgico Muy sinérgico	1 2 4	ACUMULACIÓN (AC) (Incremento progresivo) Simple Acumulativo	 1 4
EFEECTO (EF) Indirecto (secundario) Directo	1 4	PERIODICIDAD (PR) Irregular o aperiódico o discontinuo Periódico Continuo	1 2 4
RECUPERABILIDAD (MC) Recuperable inmediato Recuperable a medio plazo Mitigable o compensable Irrecuperable	1 2 4 8	IMPORTANCIA (I) $I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$	

Fuente: (Arboleda J. , 1994)

3.2.2 Huella Ecológica

3.2.2.1 Patrones de Consumo en el CSPC

Se identificarán los componentes y subcomponentes de los patrones de consumo del CSPC. Estos componentes representan las principales categorías de consumo del colegio y de las personas que lo integran.

3.2.2.2. Factores de conversión de la Huella Ecológica

Este método establece que las emisiones de Kg de CO₂ tradicionales deben ser convertidas a unidades de tierra asimilables de CO₂ (Hectáreas Globales GHa).

3.2.2.3. Cálculo de la Huella Ecológica

3.2.2.3.1. Cálculo de la Huella Ecológica para cada subcomponente

La ecuación (1), se utilizó para determinar la Huella ecológica para cada subcomponente:

$$EF_{Subcomp\ i} = \frac{C_i * E_f}{P} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

$EF_{Subcomp\ i}$ = Huella ecológica de cada subcomponente [Ha/año]

C_i = consumo anual [Kwh, m3, Kg de comida, etc.]

E_f = Factor de conversión de Huella ecológica

P = constante de fijación = 6.27 [Ton CO2/Ha/año] (López A N, 2007).

3.2.2.3.2. Cálculo de la Huella Ecológica para cada componente.

Para el cálculo de cada componente (Servicios, Comida, Transporte, Residuos) se hace la sumatoria de los subcomponentes correspondientes a cada componente mostrados en la figura (Componentes y subcomponentes de la Huella Ecológica) de la siguiente forma (ecuación 2):

$$EF_{comp\ j} = \sum_{i=1}^n EF_{comp\ i} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

$EF_{comp\ j}$ = Huella Ecológica de cada componente [Ha/año].

$EF_{Subcomp\ i}$ = Huella ecológica de cada subcomponente [Ha/año].

3.2.2.3.3. Cálculo de la Huella Ecológica Total.

Para determinar la huella ecológica se calcula mediante la siguiente expresión:

$$EF_{Tot} = K \left(\sum_{j=1}^n EF_{comp\ j} + A_{CSPC} \right) \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

EF_{Tot} = Huella Ecológica Total [GHa/año].

$EF_{comp\ j}$ = Huella Ecológica de cada componente [Ha/año].

A_{ICSPC} = Área del campus

K = constante de rendimiento = 1.37 [GHa/Ha] (Numes L.M, 2012)

3.2.2.3.3. Cálculo de la Huella Ecológica per cápita.

El cálculo de la Huella Ecológica Per cápita se obtiene dividiendo la Huella Ecológica Total entre el número de personas pertenecientes a la institución.

$$EF_{percapita} = \frac{EF_{Tot}}{N} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

$EF_{percapita}$ = Huella Ecológica Per cápita [GHa/Persona/ año]

EF_{Tot} = Huella Ecológica Total [GHa/año].

N= Número de personas que integran al CSPC.

Para esto se realizarán las siguientes actividades en el Colegio San Pedro Claver sección Bachillerato:

- Elaboración y aplicación de una encuesta sobre los medios de transporte empleados por la comunidad educativa.
- Realización del inventario correspondiente a las mediciones de los consumos de los servicios públicos de agua, luz y gas, durante seis meses.
- Cuantificación y clasificación, durante seis meses, de los residuos sólidos generados en los laboratorios de biología, química y física además de los dispuestos como basura en el colegio (residuos de oficinas, salones y cafetería). Los residuos sólidos de los laboratorios se cuantificarán, pero no se tendrán en cuenta en el PGIR. No se tendrán en cuenta los residuos generados en el restaurante del colegio debido a que este servicio es prestado por una empresa privada que recoge tanto la comida que no se sirvió como aquella que queda en las bandejas de los estudiantes.
- Medición del consumo de papel mediante una tabla de inventario de las diferentes unidades administrativas y académicas de los últimos seis meses.
- Elaboración y aplicación de una lista de chequeo para la identificación de los impactos ambientales.
- Elaboración y evaluación de una matriz de impacto ambiental.
- Procesamiento de los datos obtenidos para realizar el cálculo de la huella ecológica.

3.3. FASE 3. PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS: PGIRS

Para la formulación del PGIRS, a partir de los datos obtenidos en la fase 1, se identificarán los diferentes tipos de residuos generados en el CSPC: residuos no

peligrosos domésticos ordinarios, residuos no peligrosos reciclables, residuos ordinarios orgánicos, peligrosos biológicos, residuos peligrosos químicos, residuos radiactivos y residuos especiales. Estos residuos serán caracterizados y cuantificados mediante el método de cuarteo propuesto por *Kunitoshi Sakurai* (Sakurai K, 2000). En la Tabla 3, se resumen las ecuaciones empleadas para cuantificar los residuos.

Tabla 3. Ecuaciones cuantificación de los residuos sólidos CSPC.

Tipo de caracterización	Ecuación
Calculo del porcentaje de cada componente de los RS	$\% = \frac{\text{Peso de tipo de residuo}}{\text{Peso de la muestra}} \times 100\%$
Generación per cápita de residuos(GPC)	$GPC = \frac{\text{peso total de residuos diarios promedio}}{\text{Numero de personas}} \quad (6)$
Generación total diaria de residuos(GTD)	$GTD = GPC \times \text{Numero de personas} \quad (7)$
Peso específico(PE)	$PE = \frac{\text{Peso del residuo } W [Kg]}{\text{Volumen } [m^3]} \quad (8)$

Fuente: (Sakurai K, 2000)

Se evaluarán las características de los sitios de almacenamiento temporal y central. Además se elaborarán las directrices para la segregación de residuos, tratamiento y correcta disposición. Se elaborará un mapa del colegio que permita identificar los puntos de generación de residuos para posteriormente poder ubicar los contenedores teniendo en cuenta el código de colores de la guía técnica colombiana GTC-24 ((ICONTEC), 2009).

Teniendo en cuenta la educación ambiental, se propondrá el diseño del Proyecto Ambiental Escolar del CSPC (PRAE). Los Proyectos Ambientales Escolares (PRAE) fueron creados mediante el decreto 1743/1994 por el cual se instituyó el Proyecto de Educación Ambiental para todos los niveles de educación formal. En este se establecieron los mecanismos de coordinación entre el Ministerio de Educación Nacional y el Ministerio del Medio Ambiente considerando que la ley 99 de 1993 entrega una función conjunta a los Ministerios en lo relativo al desarrollo y ejecución de planes, programas y proyectos de educación ambiental que hacen parte del servicio educativo (Ministerio de Educación Nacional, 2013). El PRAE contempla la planeación campañas de sensibilización en la gestión de los residuos dirigida a toda la comunidad educativa del CSPC. Con esta información se elaborará el respectivo documento en el cual quedaran contempladas las actividades relacionadas con la generación, separación, movimiento interno, almacenamiento intermedio y/o central, desactivación, recolección, transporte,

tratamiento y/o disposición de los residuos. El diseño del PGIRS se realizará teniendo en cuenta la normatividad vigente en Colombia.

4. ESTADO DEL ARTE

4.1. EVALUACIÓN AMBIENTAL

La Evaluación Ambiental, la identificación y valoración de los impactos son los componentes de mayor importancia en la toma de decisiones, al presentar a los evaluadores un panorama de la interacción de los proyectos, obras o actividades y el ambiente (EIA). Proporcionan un mecanismo formal para la coordinación interinstitucional, y para tratar las preocupaciones de los grupos afectados y organizaciones no gubernamentales locales. Además, pueden desempeñar un papel central en el fortalecimiento de la capacidad ambiental del país, de este modo el proceso que se lleva a cabo las evaluaciones ambientales permiten identificar las potencialidades del país no solo en términos ecológicos, sino también en relación con la capacidad de transformación que tienen las mismas comunidades o grupos humanos (Borderías Uribeondo & Muguruza Cañas, 2014).

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Sanz (1991) afirma que hasta esa fecha, eran conocidas más de cincuenta metodologías, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados por el autor en tres grandes grupos, así: Modelos de identificación (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), Modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos “in situ”, con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y Modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

Por su parte, Magrini (1990) diferencia dos grandes grupos de técnicas para la evaluación de impactos: Métodos tradicionales para la evaluación de proyectos y Métodos cuantitativos. Los primeros corresponden a técnicas que hacen sus mediciones en términos monetarios (caso relación Beneficio/Costo), cuya principal limitante es la dificultad que representa el establecer valoración económica a los distintos factores que definen la calidad del medio (polución, aire, contaminación de aguas, etc.). Los métodos cuantitativos consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes impactos, medidos originalmente en sus respectivas unidades físicas. En estos se diferencian dos grupos, el primero permite la identificación y síntesis de los impactos (listas de chequeo, matrices, redes, diagramas, métodos cartográficos), y un segundo grupo incorpora, de forma más efectiva, una evaluación pudiendo explicitar las bases de cálculo (Batelle, hoja de balance y matriz de realización de objetivos) (Universidad Nacional de Medellín, 2010).

Se tienen además métodos integrales que hacen posible la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, mediante adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación directa (Conesa Fernández, 1996).

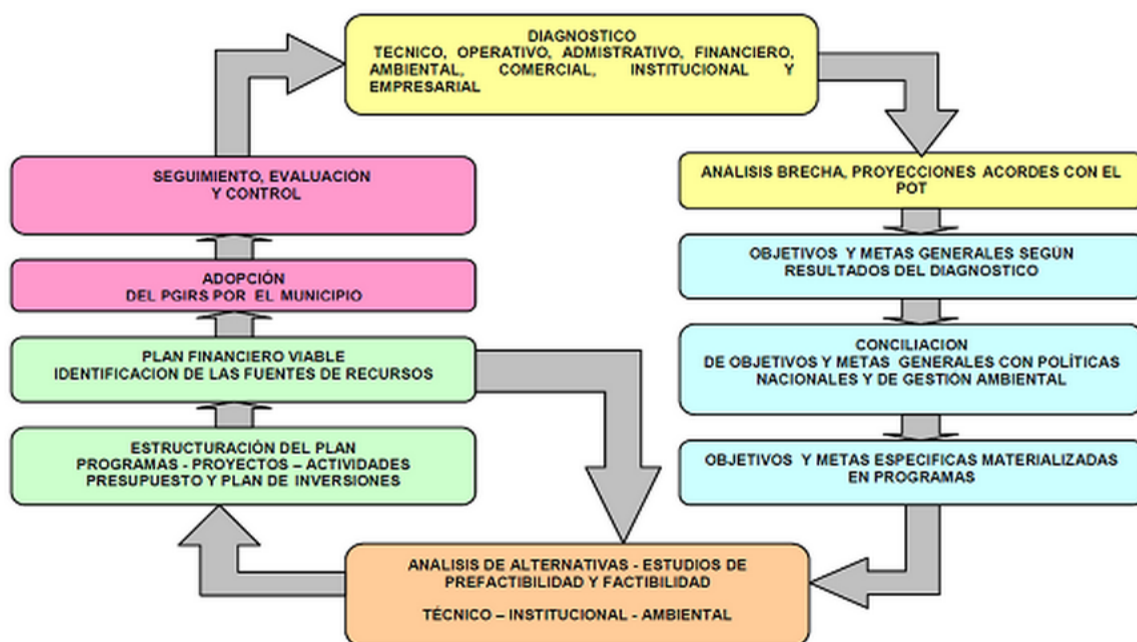
4.2. PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PGIRS)

Los residuos sólidos comprenden todos los residuos que provienen de actividades animales y humanas, que normalmente son desechados como inútiles o superfluos. El término residuos sólido comprende tanto la masa heterogénea de los desechos de la comunidad urbana como la acumulación más homogénea de los residuos agrícolas, industriales y minerales

Teniendo en cuenta esta problemática se hace necesario la implementación de una metodología de gestión integral de residuos sólidos mediante la implementación del PGIRS. La planeación de la gestión integral de residuos sólidos, es un proceso que comprende la planeación estratégica y operativa, del cual hace parte, primero, el desarrollo de un nivel estratégico en el que se tiene en cuenta la situación real, la problemática y la propuesta de las soluciones referenciando las proyecciones, objetivos, indicadores, metas, alternativas, programas y proyectos; segundo el desarrollo de un nivel técnico operativo en el que se establecen las condiciones para alcanzar los objetivos y metas, definiendo actividades, recursos, tiempos y responsables.

Según la Resolución 1045 de 2003, “de acuerdo con lo establecido en el artículo 9 del Decreto 1713 de 2002, 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 programas, proyectos y 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, que permita avanzar hacia condiciones óptimas en un esquema de mejoramiento continuo, teniendo como base la Ley 142 de 1994 y la Política para la Gestión Integral de Residuos establecida por el Gobierno Nacional.”

Figura 1. Pasos para el proceso de planeación para GIRS (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2003) .

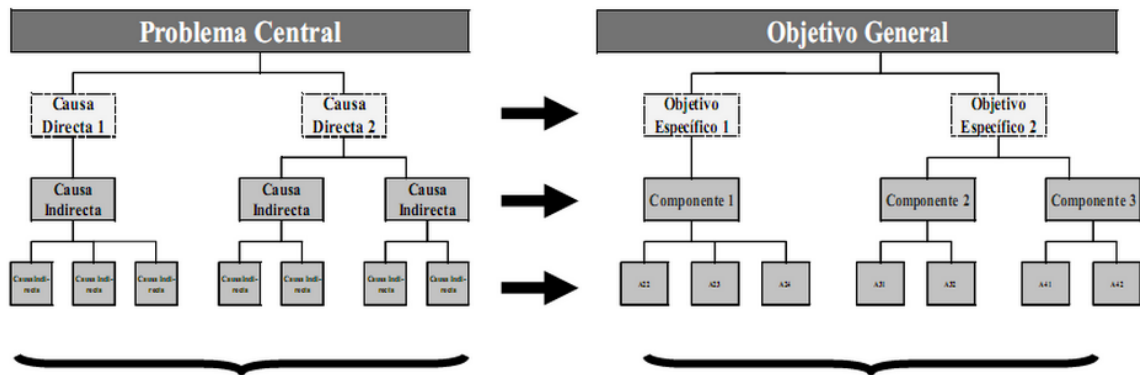


Para la realización del diagnóstico es preciso consultar fuentes secundarias sobre el municipio como POT, PBOT ó EOT e IDEAM, para obtener información histórica, climatología, usos del suelo, geología, equipamientos educativos, actividades económicas, empresas presentes, en cuanto demografía se trabaja con cifras DANE, de no contar con los datos, se puede consultar información del SISBEN. Otras herramientas son los anuarios estadísticos que se realizan cada año en algunos municipios actualizando esta información para los sectores productivos y los documentos investigativos y estadísticos de las corporaciones autónomas regionales.

El análisis brecha consiste en hallar las problemáticas de la gestión, una vez estudiado el diagnóstico, ejercicio que se puede realizar acorde con las proyecciones estadísticas y matriz DOFA, la cual, definirá las estrategias.

Para la definición de objetivos, la técnica de árbol de problemas, como se muestra en la siguiente figura, simplifica el proceso, por cada componente del diagnóstico. Se hará un árbol de problemas, para definir los objetivos generales, los programas, los objetivos específicos, los proyectos y por último las actividades. Sin embargo existen otras metodologías como la espina de pez también muy efectiva en el análisis causa efecto de los problemas (Figura 2) (Arboleda G. , 2007).

Figura 2. Esquema de relaciones causa - efecto, árbol de problemas



Por cada componente durante el diagnóstico se halla un indicador, estos servirán para hallar las metas específicas para el cumplimiento de objetivos específicos.

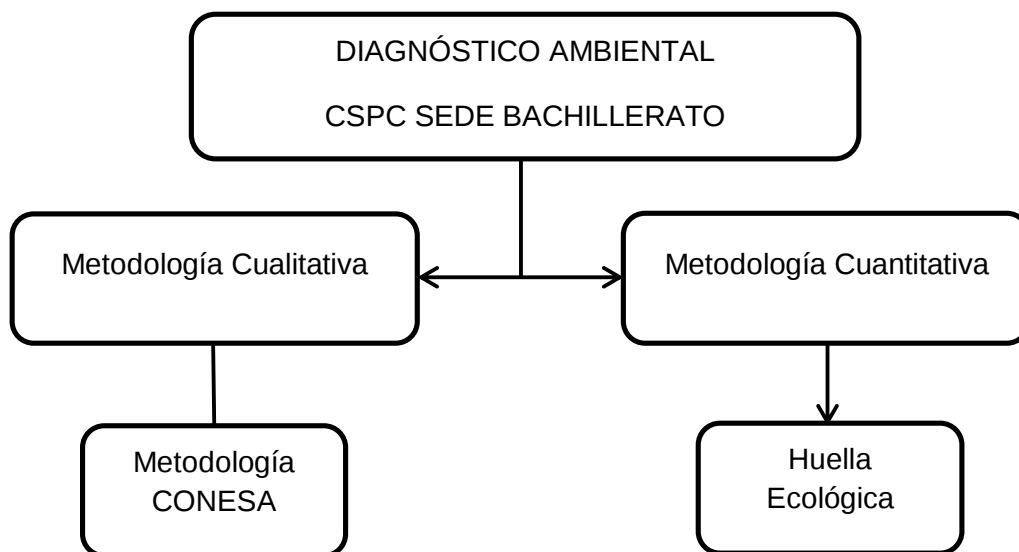
5. RESULTADOS

5.1. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL CSPC SEDE BACHILLERATO

El Diagnóstico Ambiental (DA) consiste en un conjunto de estudios y análisis que sintetizan el estado medioambiental a nivel territorial, provincial, municipal, de empresa, asociación, etc. Tiene como objetivo principal el conocimiento de la situación actual de los factores ambientales, socioeconómicos y organizativos. El uso de esta herramienta pretende ofrecer una primera panorámica sobre el estado medioambiental. (Conesa Fernandez, Guia metodologica para la evaluación del impacto ambiental, 1993).

Para la realización de este DA se empleó dos metodologías: Cualitativa y Cuantitativa. La metodología cualitativa corresponde a la medición de impactos ambiental por medio del método matricial CONESA. En cuanto a la metodología cuantitativa corresponde al cálculo de la Huella Ecológica como indicador de sostenibilidad. El método empleado se puede describir mediante el algoritmo de la figura 3:

Figura 3. Metodología para la EIA en el CSPC sede Bachillerato



El diagnóstico ambiental, DA, se realizó durante el primer semestre del 2015, tiempo en el cual en el CSPC sede Bachillerato se contaba con la población mostrada en la tabla 4.

Tabla 4. Distribución de la población en el CSPC sede Bachillerato (Primer semestre 2015)

		N° de personas
Profesión	Estudiantes	725
	Profesores	64
	Administrativos	33
	PAE	11

Cada una de estas etapas se describen a continuación:

5.1.1. Metodología Cualitativa:

Se realizó la evaluación de la situación ambiental del CSPC sede Bachillerato empleando la metodología CONESA.

De acuerdo a esta metodología, se identificaron las acciones y los factores del medio potencialmente impactados de las actividades cotidianas en el CSPC sede Bachillerato (Tabla 5).

Tabla 5. Acciones impactantes y factores impactados por las actividades del CSPC sede Bachillerato

Acciones Impactantes	Factores Impactados
• Tráfico de vehículos. • Consumo energético. • Consumo inadecuado de agua. • Producción de Ruido. • Emisión de polvo y olores. • Generación y emisión de residuos gaseosos. • Almacenamiento de residuos dentro del núcleo de la actividad. • Generación y vertidos residuos líquidos. • Consumo inadecuado de papel.	Medio Inerte • Aire - Calidad - Gases - Partículas - Contaminación sonora • Suelo - Pérdida del suelo fértil - Materiales de construcción - Reposición • Agua - Calidad - Recurso hídrico - Recarga - Contaminación de aguas superficiales

Luego se estableció la relación causa-efecto entre las acciones y los factores impactados del CSPC sede Bachillerato representados por medio de la Matriz de Impactos (Tabla 6).

Tabla 6. Matriz de impactos del CSPC sede Bachillerato

FACTORES AMBIENTALES			ACCIONES DE LA ACTIVIDAD								
			Tráfico de vehículos	Consumo energético	Consumo inadecuado de agua	Producción de ruido	Emisión de polvo y olores	Generación y emisión de residuos gaseosos	Almacenamiento de residuos dentro del núcleo	Generación y vertidos de residuos líquidos	Consumo inadecuado de papel
MEDIO INERTE	AIRE	Calidad	X	X			X	X			X
		Gases	X					X			
		Partículas	X				X				
		Contaminación Sonora	X			X					
		Total impacto Aire									
	SUELO	Pérdida de suelo fértil							X		X
	AGUA	Calidad			X					X	
		Recurso Hídrico		X	X					X	
		Contaminación de aguas superficiales		X						X	

Una vez establecida la Matriz de impactos, se elaboró la Matriz de Importancia, en la cual se identificó las alteraciones y la valoración de las mismas (Tabla 7)

Tabla 7. Matriz de importancia del CSPC sede Bachillerato

FACTORES AMBIENTALES			ACCIONES DE LA ACTIVIDAD									
			Tráfico de vehículos	Consumo energético	Consumo inadecuado de agua	Producción de ruido	Emisión de polvo y olores	Generación y emisión de residuos gaseosos	Almacenamiento de residuos dentro del núcleo	Generación y vertidos de residuos líquidos	Consumo inadecuado de papel	TOTAL
MEDIO INERTE	AIRE	Calidad	-70	-26			-52	-19			-89	-256
		Gases	-47					-19				-66
		Partículas	-26				-61					-87
		Contaminación Sonora	-16			-94						-110
		Total impacto Aire	-159	-26		-94	-113	-38			-89	
	SUELO	Pérdida de suelo fértil							-106		-37	-143
		Total impacto suelo							-106		-37	
	AGUA	Calidad			-28					-26		-54
		Recurso Hídrico		-37	-59					-30		-126
		Contaminación de aguas superficiales		-50						-35		-85
		Total impacto agua		-87	-87					-91		
	TOTAL		-159	-113	-87	-94	-113	-38	-106	-91	-126	
Escala de valoración de Impactos Ambientales			Si $I < 25$ Si $25 \leq I < 50$ Si $50 \leq I < 75$ Si $I \geq 75$			Impacto irrelevante Impacto moderado Impacto severo Impacto crítico						

De la matriz de impactos se observan que existen varios impactos ambientales de carácter severo y crítico. El factor ambiental que es más afectado es la calidad del aire, seguido por la Pérdida del suelo Fértil y el Recurso Hídrico.

En cuanto a las acciones propias de la actividad del CSPC el tráfico vehicular, la emisión de polvo y olores y consumo inadecuado de papel son las acciones que tienen mayor impacto ambiental.

5.1.2. Metodología Cuantitativa: Huella ecológica

La huella ecológica para una población determinada puede definirse como el área biológicamente productiva necesaria para producir los recursos que consume y absorber los desechos que genera dicha población (Lopez Alvarez, 2008).

Básicamente sus resultados están basados en la observación de los siguientes aspectos: cantidad de hectáreas utilizadas para urbanizar; cantidad de hectáreas necesarias para proporcionar alimento; superficies necesarias para pastos que alimenten al ganado; superficie mariana necesaria para producir pescado y hectáreas de bosque necesarias para asumir el CO₂ generado.

Dado que los habitantes de cualquier sociedad utilizan recursos procedentes de todo el mundo, la Huella Ecológica suma y estima el tamaño de las diversas áreas utilizadas, sin importar el lugar en que se encuentren.

Para el cálculo de la huella ecológica en el CSPC sede Bachillerato se analizaron los componentes y subcomponentes descritos en la tabla 8 (Ibarra Cisneros & Monroy Ata, 2014)

Tabla 8. Componentes y subcomponentes de la huella ecológica (EF)

SERVICIOS	RESIDUOS	MOVILIDAD
Agua	Papel	Automóvil
Luz	Orgánicos	Autobús
Gas	Inertes	Moto

La información correspondiente a los consumos de servicios públicos fue tomada directamente de las facturas mensuales del CSPC de los meses enero a junio 2015. Estos consumos se convierten a “Unidades de Territorio Productivo”, luego mediante la aplicación de factores de equivalencia, se convierten a “Hectáreas de Territorio Productivo Estándar” (Cardenas Paíz, Peinado Muñoz, Mora Casado de Amezúa, & Moreno Hueso)

La caracterización de los residuos sólidos fue realizada teniendo en cuenta propiedades físicas y químicas, tales como: composición, densidad, humedad, análisis elemental y poder calorífico (IVAN DARIO LOPEZ VILLALOBOS, 2011)

La cuantificación se llevó a cabo mediante el método de cuarteo propuesto por Kunitoshi Sakurai (Sakurai, 2000), por muestreo aleatorio simple repetido diferentes días de la semana y épocas del año con el fin de eliminar la influencia del tiempo (IVAN DARIO LOPEZ VILLALOBOS, 2011). Los componentes del muestreo se resumen en la Tabla 9

Tabla 9. Componentes del muestreo de los residuos sólidos

Componente	Valores
Población bajo muestreo	Toda la población del CSPC sede Bachillerato
Unidades de muestreo	833 personas
Selección de la muestra	Muestreo aleatorio simple
Tamaño de la muestra	Producción diaria de residuos sólidos (7:00 a.m. a 5:00 p.m.) durante cinco días de la semana (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes)

Para la caracterización de los residuos sólidos se emplearon las ecuaciones propuestas en la tabla 10.

Tabla 10. Ecuaciones para cuantificar los residuos sólidos en el CSPC sede Bachillerato

Tipo de caracterización	Ecuación
Cálculo del porcentaje de cada componente	$\% = \frac{\text{Peso en Kg de tipo de residuo}}{\text{Peso en Kg de la muestra}} * 100 \text{ Ecuación (3)}$
Generación per cápita de residuos	$GPC = \frac{\text{Peso total en Kg de residuos diarios promedio}}{\text{Numero total de personas generadoras}} \text{ Ecuación (4)}$
Densidad	$d = \frac{\text{Peso en Kg de tipo de residuo}}{\text{Volumen en m}^3 \text{ del residuo}} \text{ Ecuación (6)}$
Humedad	$M = \frac{(\text{peso en Kg de la muestra} - \text{peso en Kg de la muestra seca})}{\text{Peso en Kg de la muestra}} \text{ Ecuación (7)}$

La información correspondiente al medio de transporte, se tomó a partir de la aplicación de una encuesta virtual, con preguntas donde se recoge información correspondiente al medio de transporte utilizado y la distancia recorrida durante la ida y regreso al CSPC (Tabla 11).

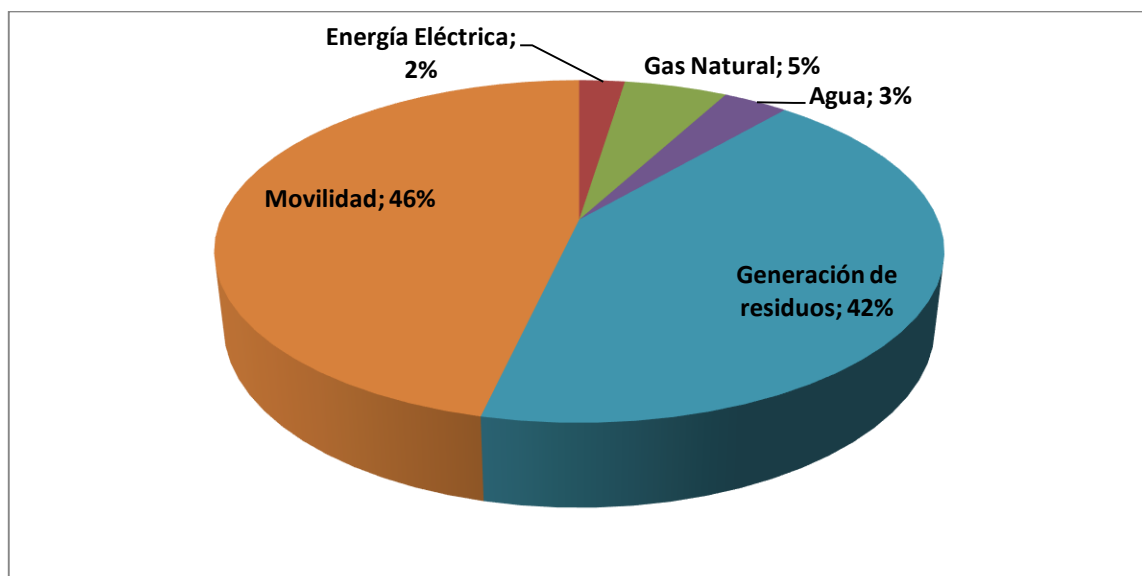
Tabla 11. Ecuaciones para cuantificar los residuos sólidos en el CSPC sede Bachillerato

Pregunta	Opciones						
¿Qué medio de transporte utiliza para llegar al colegio	Auto	Moto	Bus público	Bus escolar	Taxi	Bicicleta	camina
¿Qué distancia recorre diariamente?	0-2 Km Cabecera-Conucos						
	2-6 Km Lagos del Cacique						
	6-8 Km Sur-Autopista						
	8-10 Km Cañaveral-Floridablanca						
	más de 10 Km Ruitoque-Piedecuesta-Girón						
Si utiliza carro particular, ¿cuál es el nivel de ocupación del vehículo cuando se dirige al colegio?	1	2	3	4	5		

Al emplear esta de esta metodología se obtuvo los siguientes resultados:

5.1.1.1. Emisiones de CO₂

Gráfica 1. Emisiones de CO₂ en el CSPC sede Bachillerato

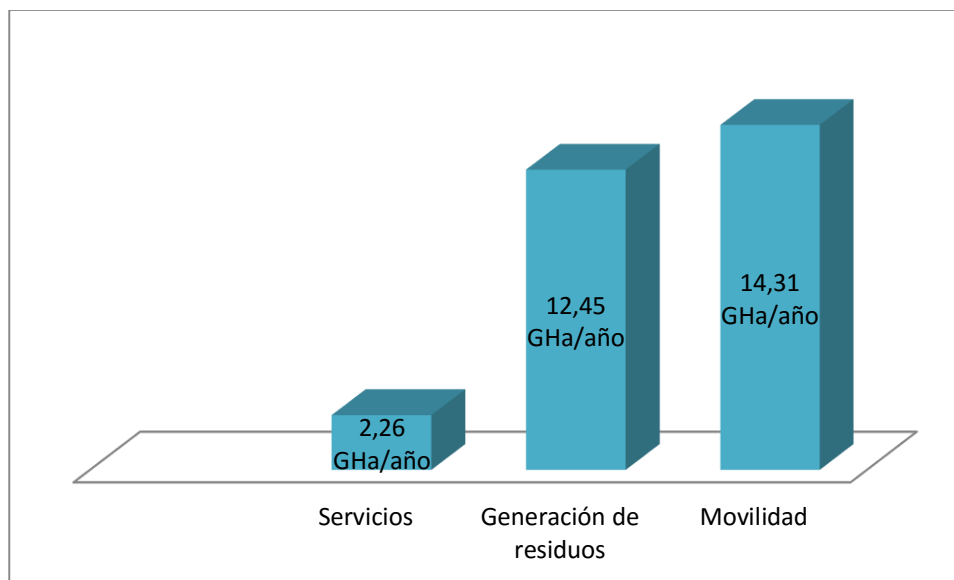


La movilidad es el principal responsable de las emisiones de CO₂ ya que contribuyen con un 46% de las emisiones totales y el segundo componente es la generación de residuos con un 42%.

5.1.1.2. Huella ecológica

El área total del C.S.P.C. es de 1,19 hectáreas. La población estimada para mayo del 2015 fue de 833 personas entre colaboradores (administrativos, docentes y PAE) y estudiantes. La huella per cápita es de **0,034** [GHa /año/ persona] y la huella ecológica total del C.S.P.C. es de **29,02** [GHa/año] (Ibarra Cisneros & Monroy Ata, 2014). A continuación se relacionan las contribuciones a la huella ecológica de cada componente (Gráfica 2)

Gráfica 2. Huella ecológica por componente CSPC sede bachillerato



El componente que tiene la mayor contribución para la Huella Ecológica es la movilidad con 14,31 [GHa/año], seguido por la generación de residuos sólidos 12,45 [GHa/año]. Este análisis confirma el obtenido en el cálculo de las emisiones de CO₂. (Lopez Alvarez, 2008)

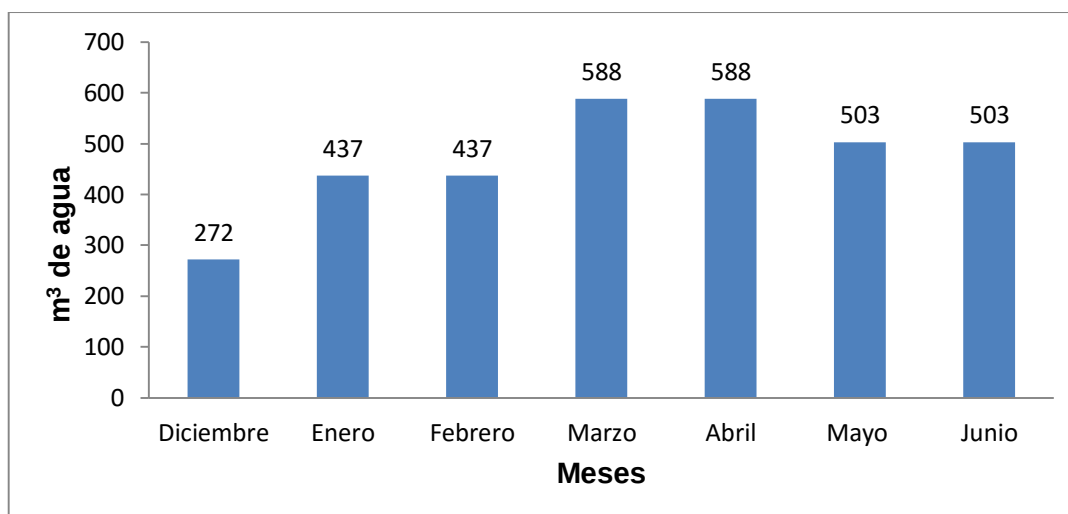
En Colombia, la huella ecológica per cápita en el año 2005 fue de 1,9 [GHa /año/ persona] (Global footprint Network. Anexo: Países según su Huella ecológica, 2008). Desde 1961, Colombia ha sido un acreedor ecológico debido a que su biocapacidad se encuentra entre el 100% y el 150% más grande en relación con la huella ecológica (Montoya & Díaz Campos, 2011).

5.1.1.2.1. Análisis de los componentes de la huella ecológica

5.1.1.2.1.1. Servicios Públicos

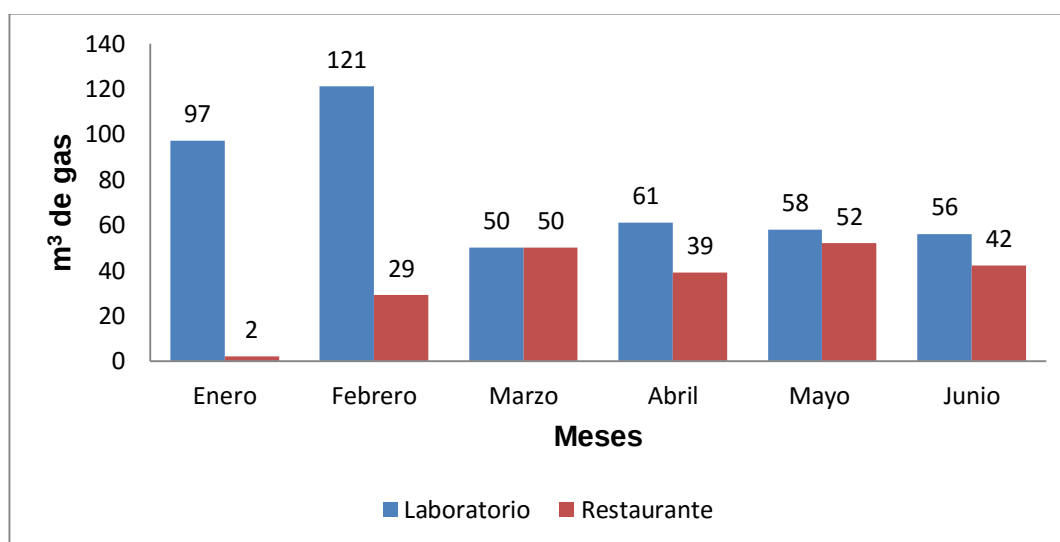
El promedio del consumo de agua es de 554,6 [m³/mes] y el consumo per cápita mensual es de 0,66 [m³/mes/persona]. Los consumos de agua se relacionan en la gráfica 3

Gráfica 3. Consumo de agua en m³ en el CSPC Bachillerato



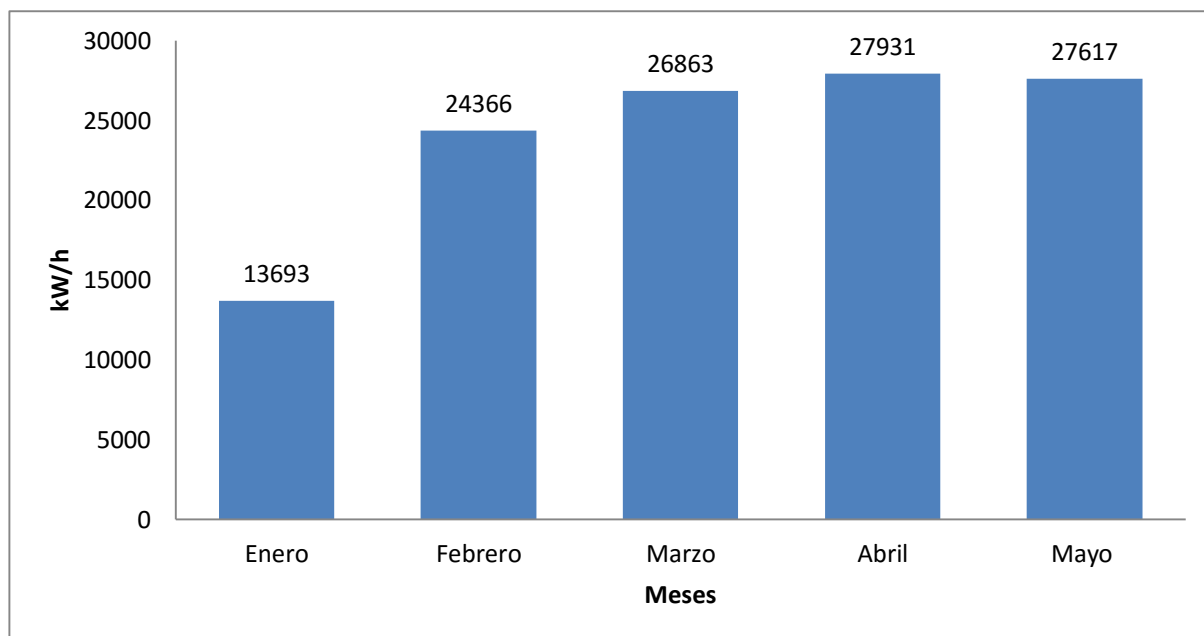
El promedio de gas es de 130 m³ mensuales, los cuales 6,5 m³ se utilizan diariamente y 0,0075 [m³/día/persona] corresponde al consumo per cápita en el CSPC. Los consumos de gas se relacionan en la gráfica 4.

Gráfica 4. Consumo de gas m³ en el CSPC Bachillerato



El promedio de energía es de 22155 [KW/h/mes], donde el consumo per cápita es de 26,6 [Kw/h/mes/persona]. Los consumos de energía se relacionan en la gráfica 4.

Gráfica 5. Consumo de energía en kW/h en el CSPC Bachillerato



En Colombia, una persona consume en promedio 66,5 [kW/h/mes] en energía; 3,8 [m³/mes] de agua y 4 [m³/mes] de gas (EPM Empresas Públicas de Medellín, 2014). Teniendo en cuenta lo anterior, el CSPC tiene consumos por debajo del promedio nacional, razón por la cual su contribución a la huella ecológica es baja.

5.1.1.2.1.2. Residuos Sólidos

La cantidad de residuos sólidos generados en el CSPC Bachillerato anualmente se están generando 32,95 [Ton/año], la generación per cápita de residuos sólidos diaria es de 0,24 [kg/día] (Tabla 8). En Bucaramanga, la generación de residuos promedio per cápita por día es de 1,2 [kg/día], es decir el CSPC Bachillerato se encuentra por debajo del promedio de la ciudad (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2015). Los datos estadísticos y la composición de los residuos sólidos generados se presentan en la tabla 12 y tabla 13 (Anexo 1 y 2). Los residuos peligrosos tienen actualmente en el CSPC un manejo particular del resto de residuos sólidos, por lo tanto fueron cuantificados pero no se tendrán en cuenta en el Plan Integral de Gestión de Residuos.

Tabla 12. Datos estadísticos sobre la cantidad de residuos generados en el CSPC sede Bachillerato

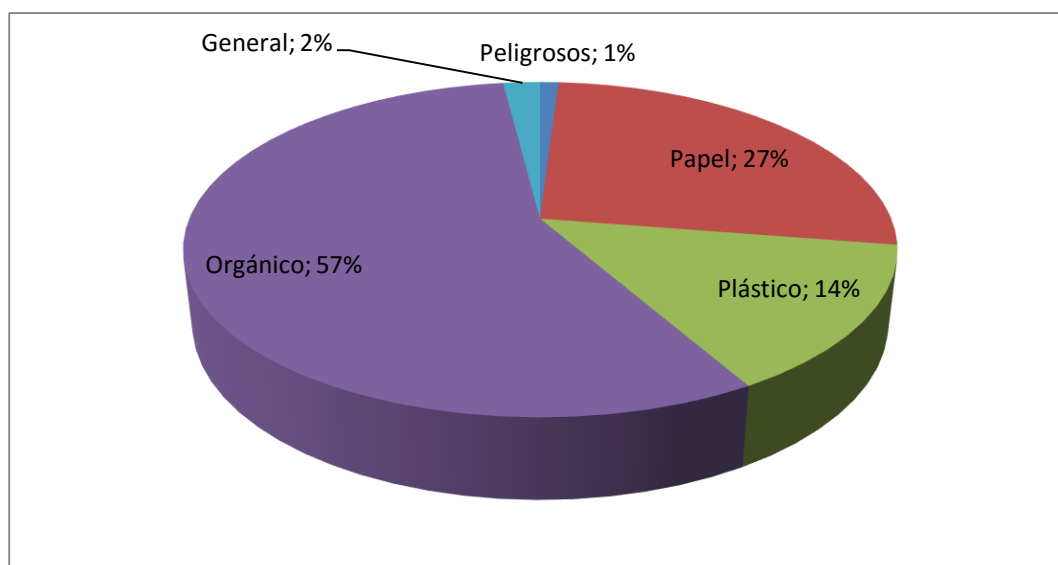
Cantidad de residuos (kg / año)	32954,02	Intervalo de confianza
Cantidad promedio de residuos (kg / día)	90,41	± 8,72 kg
Varianza	738,09	
Desviación estándar	27,36	

Tabla 13. Composición de los residuo, generados en un año en el CSPC sede Bachillerato

Tipo de residuo	Cantidad (kg /año)	Composición (%)
Peligrosos	329	1%
Papel	8874,97	27
Plástico	4685,60	14
Orgánico	18407,35	57
General	986,11	2
Total	32954,02	100

Los residuos generados en el CSPC Bachillerato, el 57% son de tipo orgánico y el 27% papel. En la gráfica 6 se resume la caracterización de los residuos

Gráfica 6. Composición de los residuos en el CSPC Bachillerato



Las propiedades físicas de los residuos sólidos generados en el CSPC sede Bachillerato se muestran en la tabla 14 (Anexo 3).

Tabla 14. Propiedades físicas de los residuos generados en un año en el CSPC sede Bachillerato

Propiedad física	Tipo de residuo	
Densidad suelta (kg / m³)	Papel	172
	Plástico	180
	Orgánico	250
	General	141
Humedad (%)	Papel	6
	Plástico	3
	Orgánico	72
	General	8

Las propiedades químicas de los residuos sólidos generados en el CSPC sede Bachillerato se muestran en la tabla 15 (Anexo 4).

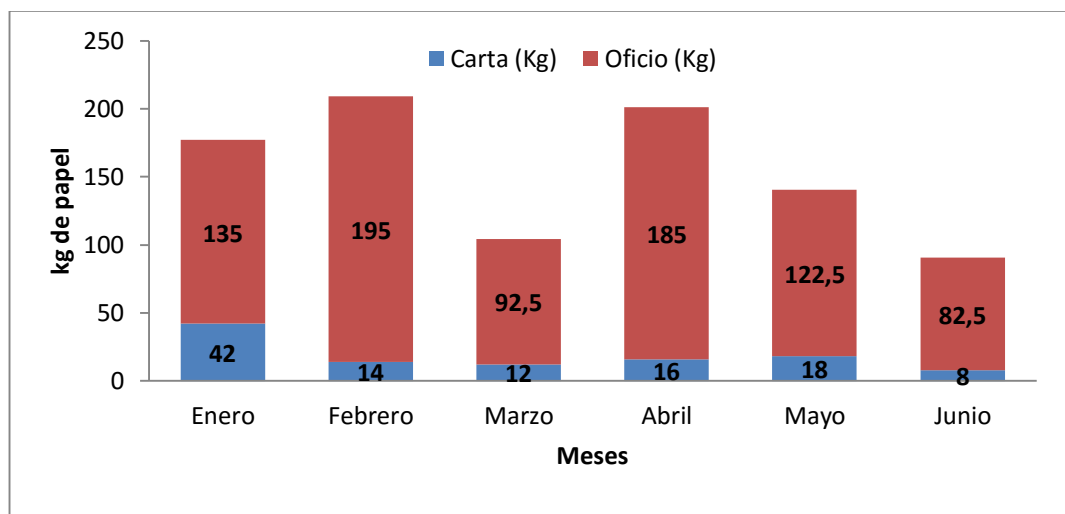
Tabla 15. Propiedades químicas de los residuos generados en un año en el CSPC sede Bachillerato

Propiedad química						
Análisis Elemental (% peso en base seca)	C	H	O	N	S	Ceniza
Papel	43,4	5,3	44	0,3	0,2	6
Plástico	60	6,9	20,1	-	-	11
Orgánico	47	6,3	39,5	2,5	0,2	4
General	55	6,6	31,2	4,2	0,12	3,4
Poder calorífico (kcal / kg)						
Papel	16750					
Plástico	32560					
Orgánico	4650					
General	140					

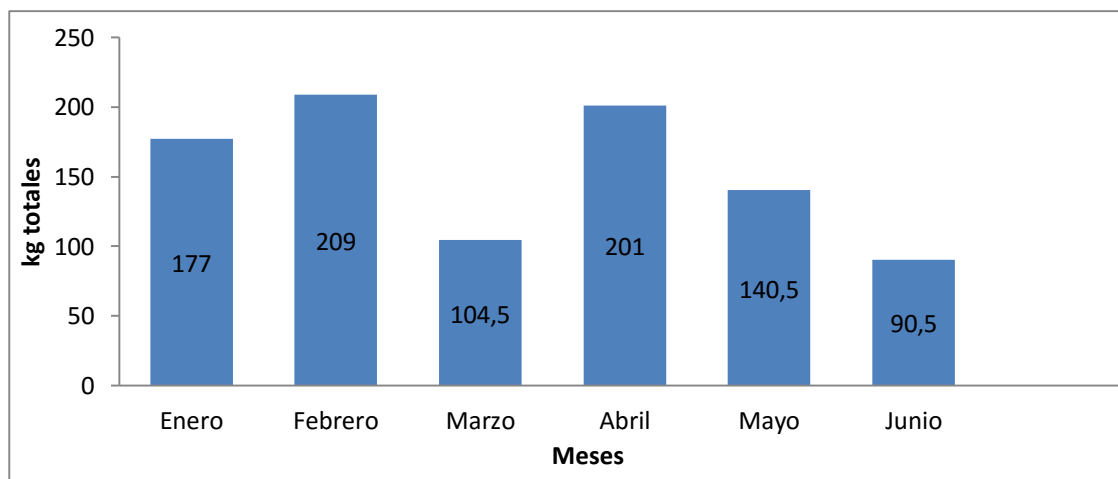
Teniendo en cuenta que el papel tiene un alto porcentaje dentro de la composición de los residuos sólidos (27%), se realizó un análisis de acuerdo al tipo de papel que se utiliza en el CSPC sede Bachillerato.

El papel empleado en el CSPC Bachillerato es de dos tipos: hojas blancas (tamaño oficio y carta) y hojas de trabajo (rayadas y cuadriculadas). Las hojas blancas son utilizadas directamente por la parte administrativa y las hojas de trabajo por profesores y estudiantes. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó el análisis sobre la cantidad de papel utilizado durante los meses de enero a junio del 2015. Estos datos se reportan en número de resmas, las cuales se convirtieron a kilogramos para así ser comparables. Los resultados obtenidos se resumen en las gráficas 7 y 8.

Gráfica 7. Consumo de papel de acuerdo al tipo



Gráfica 8. Consumo de papel en kg totales



Teniendo en cuenta estos datos, el consumo de papel por día es de 5,125 [kg/día], el consumo de papel per cápita es de 0,18 [kg/mes] y el consumo anual de papel es 1845 [kg/año], lo que equivale a 1,85 toneladas de papel anuales.

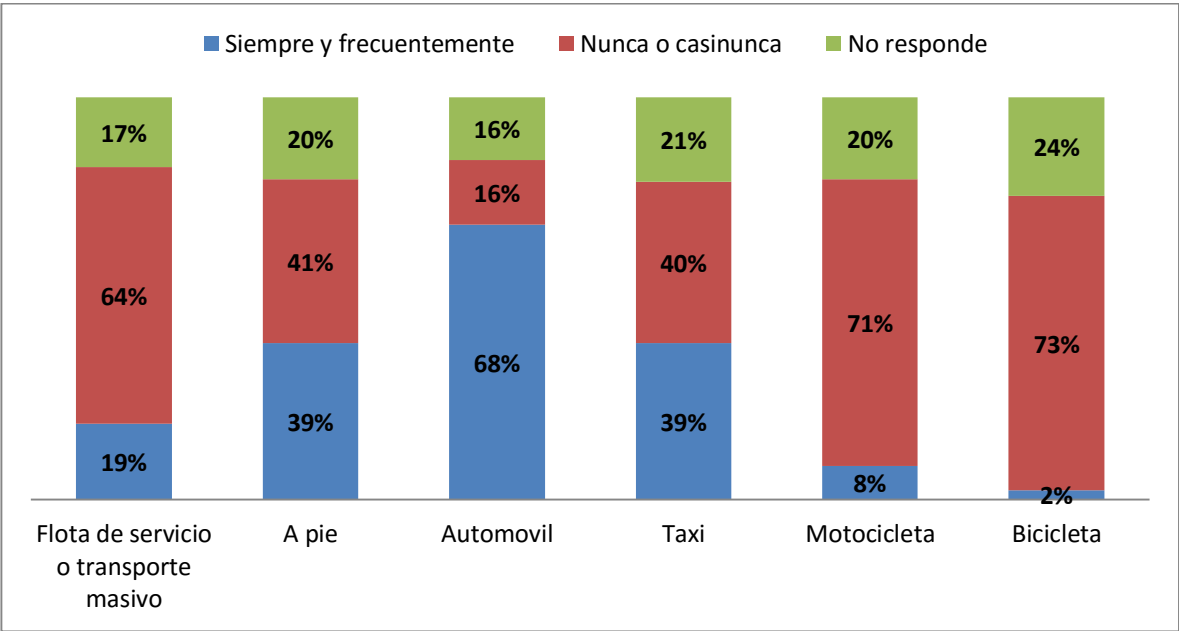
5.1.1.2.1.3. Movilidad

El medio de transporte más utilizado por la comunidad educativa es el automóvil (68%). Sin embargo, su nivel de ocupación no es total ya que suelen movilizarse en el auto menos personas que su capacidad. La mayoría de las personas de la comunidad educativa viven en zonas cercanas al plantel, pero prefieren utilizar el auto para su desplazamiento al CSPC.

El taxi es el segundo medio de transporte empleado por la comunidad educativa con un 39%. Al mismo tiempo, el 40% poco lo utiliza, indicando que la comunidad educativa prefiere otros medios de transporte. Este medio se considera como un automóvil particular debido a que la mayoría de las personas que lo utilizan, solo se transportan ellas mismas, es decir no alcanzan el nivel de ocupación del taxi.

El desplazamiento a pie tiene un porcentaje del 39%, el cual es alto. Es decir, existen un porcentaje de personas que viven cerca al colegio y prefieren caminar que utilizar el automóvil. Los medios de transporte menos utilizados son la motocicleta (71%), la bicicleta (73%) y el transporte público (64%). Los resultados obtenidos se encuentran resumidos en la gráfica 15

Gráfica 9. Movilidad de la comunidad educativa en el CSPC



En contraste, en Bucaramanga el principal medio de transporte es el transporte público (53%), seguido la moto (17%) y el carro particular (11%). El transporte que menos se utiliza es la bicicleta (8%) y a pie (8%) (Área Metropolitana de Bucaramanga, 2015).

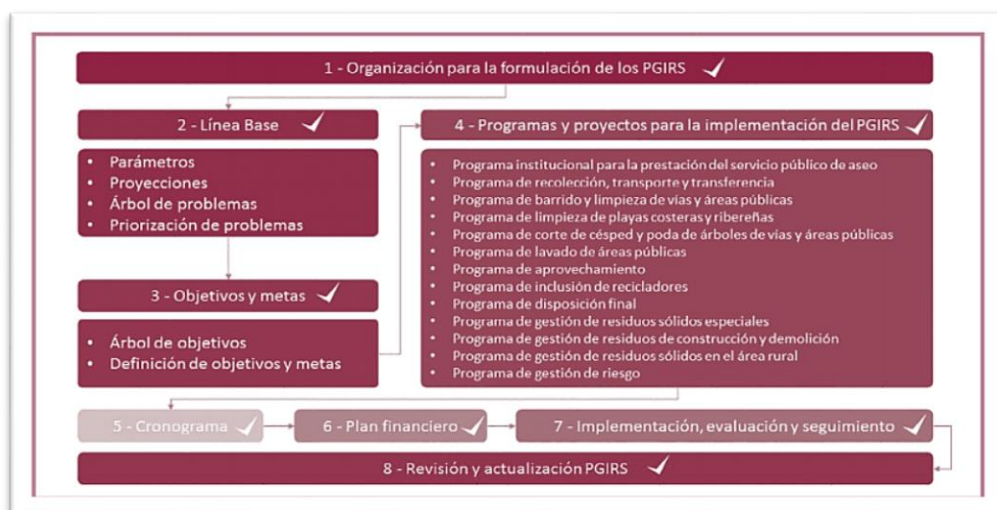
5.2. PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PGIRS CSPC SEDE BACHILLERATO

Los planes de gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) son instrumentos de planeación que buscan garantizar el mejoramiento continuo del manejo de residuos y la prestación del servicio de aseo. Los PGIRS deben centrarse en los residuos no peligrosos: aprovechables, no aprovechables y especiales.

La planeación se desarrolla en dos niveles: uno estratégico que comprende una visión amplia de las situaciones, problemáticas y posibles soluciones definida a partir de proyecciones, objetivos, indicadores, metas, alternativas, programas y proyectos; y uno operativo que determina las condiciones para alcanzar los objetivos y las metas a partir de la definición de programas y proyectos con actividades, recursos, tiempos y responsabilidades (Ministerio de vivienda, 2015).

El presente documento se elaboró teniendo en cuenta el procedimiento para la formulación de PGIRS contemplado en “Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos” del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (Figura 4).

Figura 4. Procedimiento para la formulación y actualización del PGIRS



Fuente (Ministerio de vivienda, 2015)

5.2.1. Organización para la formulación de los PGIRS

Se conformó un grupo de trabajo multidisciplinar e instituciones que permita involucrar los aspectos sociales, administrativos, técnicos y financieros. Este grupo tiene por nombre Comité Ecológico Institucional (CEI) y está conformado por representantes de cada área funcional del CSPC: Rectoría, Administración, Docentes, Bienestar, Regionalización, Planeación y Desarrollo.

5.2.2. Construcción de la línea base

La construcción de la línea base debe estar soportada en la recopilación de información (Ministerio de vivienda, 2015). Esta información es de tipo primaria y corresponde a los datos obtenidos del diagnóstico ambiental del CSPC sede Bachillerato. Con esta información se construyó el árbol de problemas para el (Figura 5) y se realizó la priorización de estos problemas en el CSPC sede Bachillerato (Tabla 16 y 17).

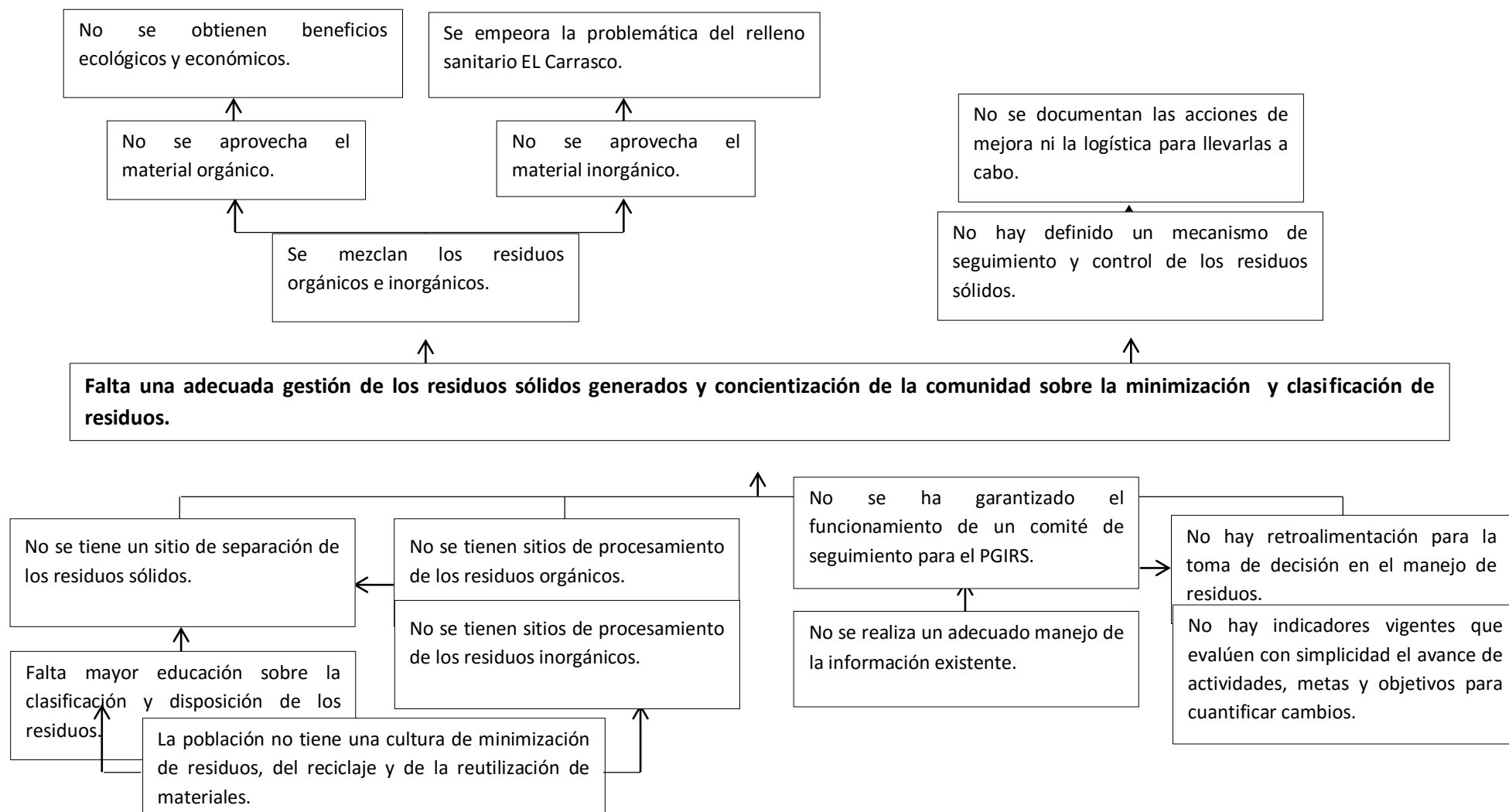
Tabla 16. Priorización de problemas

N.º	Descripción de problemas
01	Falta implementar adecuadamente los procesos de seguimiento y control del PGIRS, debido a que se están generando 32954,02 Kg al año de residuos sólidos.
02	Falta un sitio de separación de residuos sólidos
03	Falta mayor educación sobre la clasificación y disposición de los residuos
04	Falta más educación y concientización sobre la minimización de los residuos.
05	Falta control sobre el manejo de residuos
06	No se realiza aprovechamiento sustentable de residuos orgánicos e inorgánicos
07	No se ha garantizado el funcionamiento de un comité de seguimiento para el PGIRS.
08	No se realiza un adecuado manejo de la información existente.
09	No hay retroalimentación para la toma de decisión en el manejo de residuos.
10	No hay indicadores vigentes que evalúen con simplicidad el avance de actividades, metas y objetivos para cuantificar cambios.

Tabla 17. Tiempo requerido para la atención del problema

		Problemas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
9 a 12 años	12						X				
	11										
	10										
	9							X	X	X	
5 a 8 años	8					X					
	7										
	6										
	5				X						
1 a 4 años	4			X							
	3										X
	2		X								
	1	X									
		Alta			Media			Baja			
		Importancia de atención del problema									

Figura 5. Árbol de problemas integral para la gestión de residuos sólidos



5.2.3. Objetivos y metas

Los PGIRS buscan dar cumplimiento a los principios básicos para la prestación del servicio público de aseo y la gestión integral de residuos sólidos (Ministerio de vivienda, 2015). Para esto se elaboró un árbol de objetivos que permitió la definición de objetivos y metas.

5.2.3.1. Árbol de Objetivos

Este diagrama permite tener una visión global y clara de la situación positiva que se desea y es viable alcanzar. En este proceso el problema se convierte en objetivo, las causas en medios y los efectos en fines o metas (Ministerio de vivienda, 2015). El árbol de objetivos y metas se resume en la figura 6.

5.2.3.2. Objetivos y metas

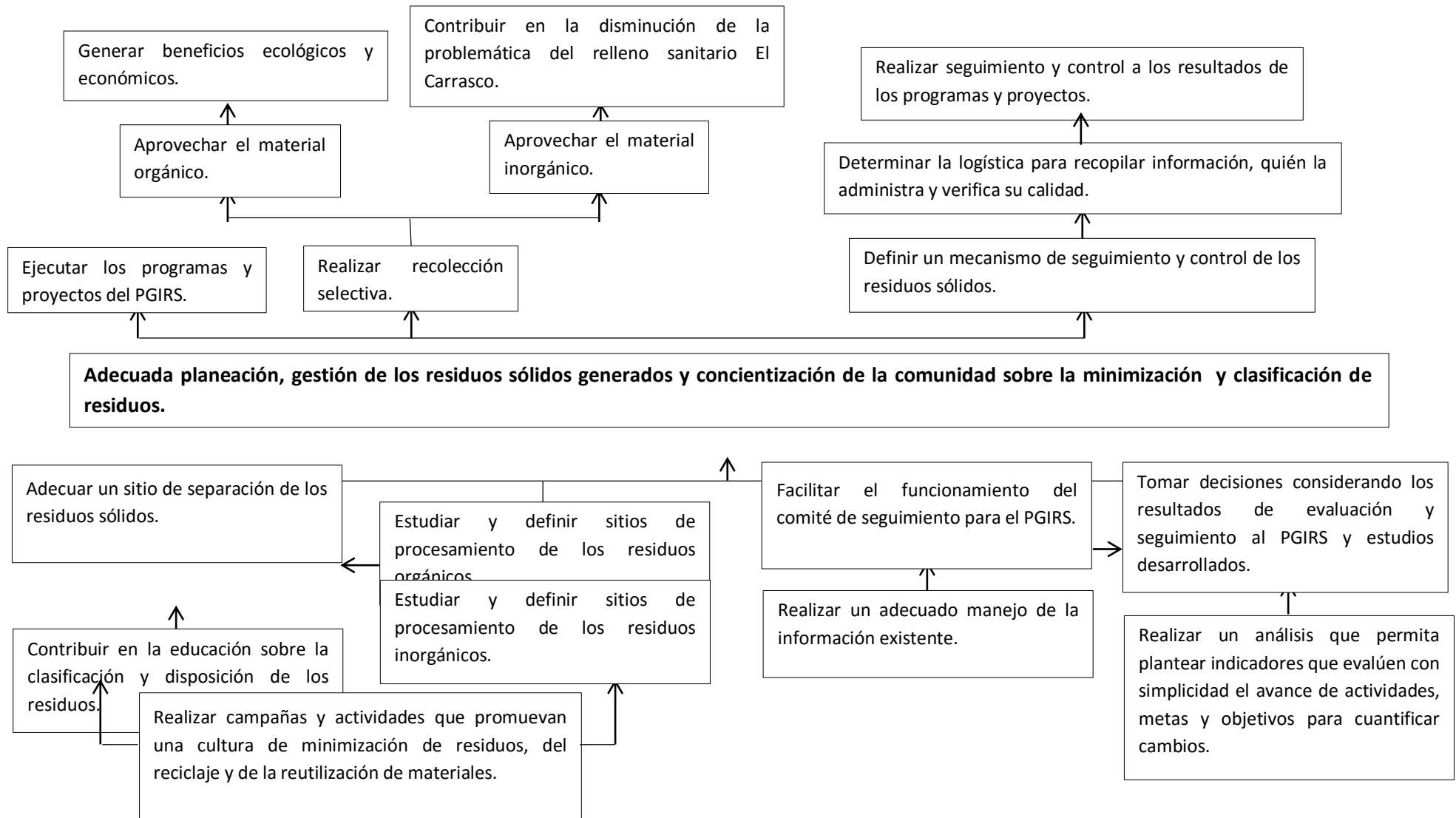
Se identifican aquellos elementos a los que, si no se les da solución con carácter prioritario, harían inviable o reducirían el impacto positivo de las soluciones planteadas. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó la definición de los objetivos y metas para el CSPC sede Bachillerato (Tabla 18).

Tabla 18. Objetivos y metas PGIRS CSPC sede Bachillerato

Aspecto	Resultado de la línea base	Prioridad	Objetivo	Meta	Plazo
Generación de residuos sólidos	Cantidad de residuos al día = 90,41 kg Cantidad de residuos al año = 32954,02 kg	Alta	Realizar campañas y actividades que promuevan una cultura de minimización de residuos, del reciclaje y de la reutilización de materiales.	Minimizar la cantidad de residuos sólidos generados.	2015 - 2017
	Se mezclan los residuos orgánicos e inorgánicos.	Alta		Realizar una adecuada separación desde la fuente.	2015 - 2017
	No se aprovecha el material orgánico e inorgánico	Baja	Estudiar y definir sitios de procesamiento de los residuos orgánicos e inorgánicos.	Plantear alternativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos.	2015 - 2020

Aspecto	Resultado de la línea base	Prioridad	Objetivo	Meta	Plazo
Aspectos institucionales	Falta un sitio de separación de residuos sólidos	Alta	Adecuar un sitio de separación de los residuos sólidos.	Realizar la separación adecuada de los residuos sólidos.	2015-2018
	No se ha garantizado el funcionamiento de un comité de seguimiento para el PGIRS.	Media	Facilitar el funcionamiento del comité de seguimiento para el PGIRS.	Contar con un esquema de seguimiento y control a los programas y proyectos del PGIRS	2015-2020
	No hay retroalimentación para la toma de decisión en el manejo de residuos.	Baja	Tomar decisiones considerando los resultados de evaluación y seguimiento al PGIRS y estudios desarrollados.		2015-2024
	No hay indicadores vigentes que evalúen con simplicidad el avance de actividades, metas y objetivos para cuantificar cambios.	Media	Realizar un análisis que permita plantear indicadores que evalúen con simplicidad el avance de actividades, metas y objetivos para cuantificar cambios.	Contar con un esquema de indicadores viables de evaluación.	2015-2020
	Falta control sobre el manejo de residuos	Baja	Definir un mecanismo de seguimiento y control de los residuos sólidos.		2015-2024

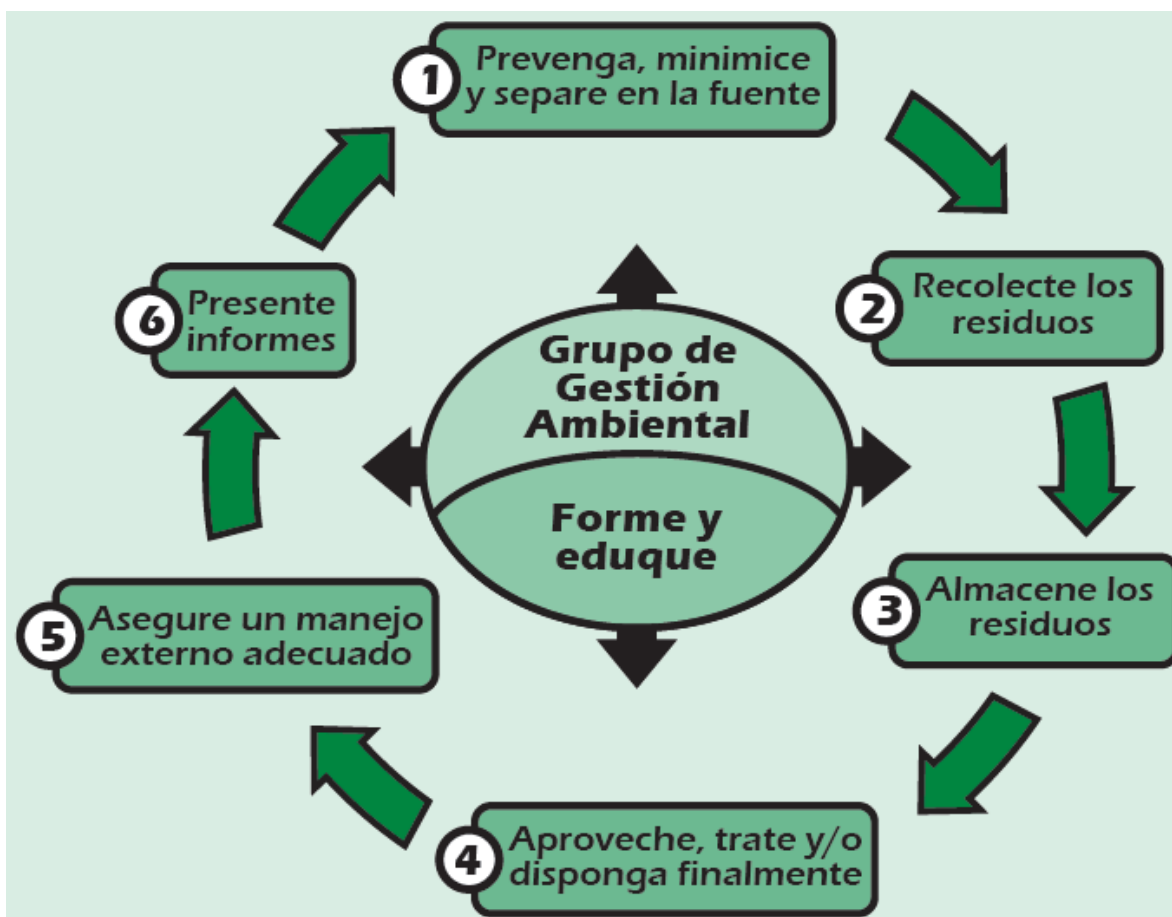
Figura 6. Árbol de objetivos y metas integral para la gestión de residuos sólidos



5.2.4. Programas y proyectos para la implementación del PGIRS

Consiste en el planteamiento de cada uno de los programas, proyectos y actividades que permitan el manejo integral de los residuos sólidos (Figura 7).

Figura 7. Esquema para la puesta en marcha del Manejo Integral de Residuos



Fuente (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2008)

5.2.4.1. Programa Educativo de Sensibilización

5.2.4.1.1. Justificación

La formación y capacitación hacen parte del eje estructurante de la fase de implementación, de su continuidad depende el empoderamiento del Manejo Integral de Residuos al interior de la organización y el cumplimiento de los compromisos y de las responsabilidades asignadas a cada uno de los miembros de la comunidad (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2008).

De la continuidad de la formación depende el cumplimiento de los objetivos y metas del manejo integral de residuos, ya que permiten que sea interiorizado y así

se convierta en algo cotidiano garantizando así la participación de toda la comunidad. De tal manera, en el CSP se plantean estrategias que permitan la formación y capacitación de toda la comunidad educativa de la sede de Bachillerato, enfocada en los beneficios ambientales, económicos y sociales de la minimización, separación, reciclaje y reutilización de los residuos.

5.2.4.1.2. Objetivo

Educar a la comunidad educativa del CSPC sede Bachillerato sobre la minimización, separación, reciclaje y reutilización de los residuos sólidos.

5.2.4.1.3. Metodología

Actualmente desde el área de Ciencias Naturales se ha trabajado en la formación de una conciencia ambiental en los estudiantes, los cuales constituyen a la mayor proporción de la población del CSPC; sin embargo no se ha logrado que los residuos sólidos sean minimizados y separados correctamente, teniendo al final una mezcla de todos los residuos. Además, esta formación no se ha llevado a los demás miembros de la comunidad educativa.

Para alcanzar las metas propuestas PGIRS se proponen las siguientes actividades con una frecuencia cíclica continua:

- Capacitar a todos los miembros de la comunidad educativa sobre la importación de la reducción, separación, reciclaje y reutilización de los residuos sólidos.
- Realizar campañas ecológicas sobre la gestión integral de residuos sólidos.
- Mantener el programa educativo desde el área de Ciencia Naturales.
- Utilizar las carteleras de información con imágenes ilustrativas que inciten al ser humano a respetar el medio ambiente.
- Adecuar puntos limpios por medio del etiquetado adecuado de las canecas disponibles, para que todas las personas capten de manera rápida el sitio donde debe disponer sus residuos.

5.2.4.1.4. Resultados esperados

- Interiorización de buenas prácticas ecológicas por la comunidad educativa del CSPC sede Bachillerato.
- Seguimiento de los puntos limpios.
- Señalización adecuada de las canecas.
- Buen estado de las canecas.
- Separación adecuada por parte de las personas generadoras de residuos sólidos.

5.2.4.2. Programa de disminución en la fuente

5.2.4.2.1. Justificación

Los residuos sólidos se separan de acuerdo con su clasificación; para ello, se debe contar con la cantidad de recipientes y con las características adecuadas identificadas durante la etapa de elaboración, en cumplimiento del Código de Colores. En los puntos de generación se tienen exclusivamente los recipientes correspondientes al tipo de residuos generados (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2008).

Es necesario alcanzar la optimización del consumo de materias primas y adopción de buenas prácticas de consumo, ya que al disminuir los residuos sólidos repercute en un aumento en la separación debido a la menor cantidad de residuos generados.

Esta disminución es basada en el cambio de hábitos de consumo, identificación de empaques amigables con el ambiente y reutilización de los residuos.

5.2.4.2.2. Objetivo

- Fomentar la reutilización de materiales.
- Motivar la utilización de productos amigables con el ambiente o con potencial de reutilización.
- Fomentar el cambio en hábitos de compra de productos.
- Disminuir la cantidad de residuos sólidos.
- Educar a la comunidad sobre el manejo adecuado de todos los materiales utilizados.
- Realizar campañas para el desarrollo de una cultura de sensibilización ambiental en el CSPC sede Bachillerato.

5.2.4.2.3. Metodología

En este programa, se tendrá en cuenta acciones encaminadas al adecuado consumo, manejo y disposición de los residuos sólidos del CSPC sede Bachillerato. Estas acciones incluyen el método de las 4R apoyando así la reducción desde la fuente principal. Para esto se proponen las siguientes actividades:

- Establecer un programa de capacitación sobre la separación de los residuos y el método de las 4R.
- Sectorizar las áreas en donde se existan generadores comunes para promocionar el consumo de materiales con empaques mínimos.
- Establecer estrategias para la reutilización y/o reemplazo de materiales (Tabla 19)

Tabla 19. Reutilización y/o reemplazo de materiales

Tipo de residuo	¿Qué hacer?
Papel	• Usar ambas caras de las hojas • Utilizar medios magnéticos y revisar la información a imprimir. • Asignar una cantidad fija de resmas para cada dependencia. • Controlar la cantidad de hojas de trabajo utilizada en los salones de clase. • Reemplazar instrumentos de evaluación en papel por instrumentos digitales.
Cartón	• Utilizar cajas de cartón de cartón para disponer otros materiales a reutilizar.
Plásticos	• Motivar el consumo de menos productos que tengan empaques plásticos. • En la cafetería cambiar los vasos plásticos por de cartón. • En la cafetería de profesores y oficinas cambiar los vasos desechables por vasos de porcelana o vidrio. • Aumentar la cantidad de bebederos de agua del colegio.
Vidrio	• Almacenamiento.
Icopor	• Evitar la utilizar del icopor como material de almacenamiento.
Aluminio	• Evitar el uso de papel de aluminio para envolturas.

- Señalizar el lugar de acopio para recolectar los residuos sólidos generados hasta que sean llevados a disposición final.
- Realizar campañas y dar incentivos para que la comunidad educativa se motive a reducir la cantidad de residuos sólidos.

5.2.4.2.4. Resultados esperados

- Aprobación de los proyectos de cambio de materiales.
- Disminución de la cantidad de residuos generados anualmente.
- Disminuir la cantidad de papel utilizado en el año.
- Interiorización del programa de las 4R.

5.2.4.3. Programa de separación en la fuente

5.2.4.3.1. Justificación

El programa de separación en la fuente tiene como objetivo principal formar y guiar hacia una cultura de la adecuada separación de residuos, para que así sean almacenados y se puedan aprovechar o disponer de una manera amigable con el

ambiente. Este programa evita que los residuos aprovechables sean contaminados y de esta forma puedan ser reincorporados al sistema.

Los residuos sólidos se separan de acuerdo con su clasificación; para ello, se debe contar con la cantidad de recipientes y con las características adecuadas identificadas durante la etapa de elaboración, en cumplimiento del Código de Colores. En los puntos de generación se tienen exclusivamente los recipientes correspondientes al tipo de residuos generados (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2008).

Actualmente en el CSPC sede Bachillerato no hay separación adecuada de residuos, sin embargo se cuenta con canecas de diferentes colores para llevar a cabo esta separación.

5.2.4.3.2. Objetivo

- Educar de una manera efectiva sobre la debida separación de los residuos sólidos desde la fuente.
- Involucrar a toda la comunidad educativa como principales generadores de residuos sólidos para así fomentar el hábito de la separación desde la fuente.
- Minimizar la cantidad de residuos sólidos dispuestos en el relleno sanitario El Carrasco.
- Disponer la cantidad adecuada de recipiente para la separación de los residuos sólidos.

5.2.4.3.3. Metodología

Para llevar a cabo este programa, se tendrán en cuenta la implementación de estrategia que puedan ser aplicadas, tales como:

- Estructurar el programa de separación desde la fuente.
- Definir como se llevará a cabo el proceso de separación

Estas estrategias serán llevadas a cabo por el generador, es decir, todas las personas de la comunidad educativa en los recipientes adecuados.

Para hacer una adecuada separación, se debe utilizar recipiente, los cuales toda la comunidad debe conocer el tipo de residuo que van a almacenar y los sitios en los cuales serán colocados. Los recipientes deben ser impermeables, livianos y resistentes; deben mantenerse aseados; deben tener cobertura o cierre para evitar al máximo el contacto con el ambiente.

Estos recipientes serán identificados siguiendo un código de colores de acuerdo a la Norma Técnica GTC 24 (Tabla 20) así como la clasificación de los residuos sólidos (Tabla 21).

Tabla 20. Código de colores

Sector	Tipo de residuo	Color
Doméstico	Aprovechables	Blanco
	No aprovechables	Negro
	Orgánicos biodegradables	Verde
Industrial, comercial, institucional y de servicios	Cartón y papel	Gris
	Plásticos	Azul
	Vidrio	Blanco
	Orgánicos	Crema
	Residuos metálicos	Café oscuro
	Madera	Naranja
	Ordinarios	verde

Fuente (Norma Técnica Colombiana GTC 24, 2009)

Tabla 21. Tipos de residuos para la separación en la fuente

TIPO	CLASIFICACIÓN	EJEMPLO	MANEJO
NO PELIGROSOS	APROVECHABLES	• Cartón y papel: hojas, periódico, carpetas, papel de archivo, cartulina, kraft. • Vidrio: botellas, recipientes • Plásticos: envases, bolsas, vasos, PET • Residuos metálicos: chatarra, tapas, envases • Textiles: ropa, limpiadores, trapos • Madera: aserrín, palos, cajas, guacales • Cuero: ropa, accesorios • Empaques compuestos: tetrapack, cajas de licores, vasos y contenedores desechables.	Reciclaje Reutilización
	NO APROVECHABLES	• Papel tissue: higiénico, paños húmedos, toallas de mano, servilletas, toallas sanitarias, protectores diarios, pañales. • Papel encerado, plastificado y metalizado • Vidrio plano • Huesos • Cerámicas • Material de barrido • Colillas de cigarrillo • Icopor • Materiales de empaque y embalaje sucios	Disposición final
	ORGÁNICOS BIODEGRADABLES	• Residuos de comida • Material vegetal, cortes y podas • hojarasca	Compostaje Lombricultivo
PELIGROSOS		• RAEE • Pilas, baterías, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos • Productos químicos varios como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. • Medicamentos vencidos • Aceites usados • Residuos con riesgo biológico tales como: cadáveres de animales y elementos que han entrado en contacto con bacterias, virus o microorganismos patógenos, como agujas, residuos humanos, limas, cuchillas, entre otros	No mezclarlos Tratamiento Incineración Disposición en celda de seguridad
RESIDUOS ESPECIALES		• Escombros • Llantas usadas • Colchones • Residuos de gran volumen como por ejemplo: muebles, estanterías, electrodomésticos • Lodos	Servicio especial de recolección.

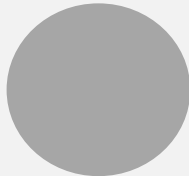
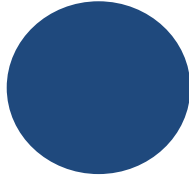
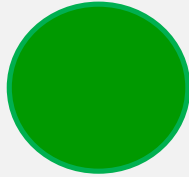
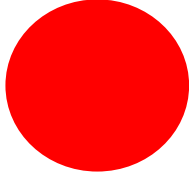
Fuente (Norma Técnica Colombiana GTC 24, 2009)

5.2.4.3.4. Resultados esperados

- Buena receptiva por parte de la comunidad educativa sobre las técnicas de separación.
- Disminución de la cantidad de residuos sólidos para disposición final.
- Interiorización de las técnicas de separación y reciclaje.
- Apoyo económico por parte de la administración para brindar las herramientas necesarias para la implementación del programa.

En el CSPC sede Bachillerato se viene implementando un código de colores simple; teniendo en cuenta las características de los residuos sólidos es suficiente el uso de tres códigos de color como se muestra en la Tabla 22.

Tabla 22. Código de colores particular para el CSPC sede Bachillerato

Clasificación	Caracterización	Color
Residuos aprovechables no peligrosos	Papel y Cartón, cartulina utilizada, centros de rollos de papel, cintas, etiquetas, papel bond, papel de oficina, papel periódico, papel kraft, empaques de papel que no hayan estado en contacto con grasas y que no sean esmaltados	
	Plástico: envases de bebidas que no hayan estado en contacto con productos aceitosos, tapas, bolsas	
Orgánicos: residuos de alimentos o similares	Cascaras, partes de frutas residuos de jardinería, comidas, restos de alimentos, barrido de zonas comunes, papeles sanitarios	
Residuos peligrosos, biológicos	Químicos, empaques o elementos de elementos químicos, biosanitarios, fluidos, tejidos, agujas, lancetas, restos de animales, guantes, tapabocas.	

Algunos recipientes tienen marcación, pero falta la designación como puntos ecológicos; es necesario terminar de demarcar estos puntos ecológicos. Se debe agregar a la información de las condiciones en las cuales será posible separar los residuos sólidos como evitar que el papel esté manchado con grasas y materia orgánica, de igual forma con los plásticos.

El manejo de los residuos químicos de los laboratorios se hará siguiendo las indicaciones de los empaques y fichas técnicas suministradas por los proveedores.

Actualmente se cuenta con estudiantes que pertenecen al grupo ecológico PRAE los cuales serán los encargados de revisar los centros ecológicos y realizar inspecciones periódicas programadas; así como separar los residuos que en momento de inspección no estén almacenados en el recipiente correspondiente. A estos estudiantes se les debe brindar capacitaciones y talleres sobre cómo se deben realizar los recorridos y cuáles deben ser las condiciones para poder disponer los residuos de acuerdo a sus características y condiciones.

5.2.4.3.5. Resultados esperados

- Buena receptiva por parte de la comunidad educativa sobre las técnicas de separación.
- Disminución de la cantidad de residuos sólidos para disposición final.
- Interiorización de las técnicas de separación y reciclaje.
- Apoyo económico por parte de la administración para brindar las herramientas necesarias para la implementación del programa.

5.2.4.4. Programa de Aprovechamiento de residuos

5.2.4.4.1. Justificación

Debe ejecutarse el aprovechamiento, tratamiento y/o disposición final de los residuos sólidos generados con base en lo identificado y establecido en el Manejo Integral de Residuos, teniendo en cuenta, las características de los residuos y las posibilidades tecnológicas de la organización, siempre en cumplimiento de la normatividad ambiental y de las políticas ambientales (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2008).

Al realizar un aprovechamiento de los residuos se permite reducir la contaminación ambiental, valorizar y aprovechar los residuos que son reutilizables y reciclables.

5.2.4.4.2. Objetivo

- Reutilizar y reciclar los residuos sólidos generados.
- Promover el aprovechamiento de residuos sólidos a través del reciclaje
- Promover el tratamiento y aprovechamiento de los residuos orgánicos.

5.2.4.4.3. Metodología

- Diseñar un plan de seguimiento de todos los residuos aprovechables del CSPC sede Bachillerato: orgánicos, plástico, papel y cartón.
- El plan de seguimiento debe estructurar el control de la salida y manejo de los residuos sólidos, así como los que han sido reutilizados y reciclados. Para esto debe responder a los siguientes aspectos:
 - a) Materiales que se van aprovechar.
 - b) Aprovechamiento en el CSPC o externo.
 - c) En el caso de ser aprovechamiento externo, empresas que pueden recolectar los residuos para su aprovechamiento.
 - d) Cumplimiento de las condiciones legales estipuladas para el transporte de residuos.
 - e) En el caso de ser aprovechamiento interno, forma de aprovechamiento, lugar y responsables de este.
- Realizar capacitación a la comunidad educativa sobre la reutilización y reciclaje de los residuos sólidos generados en el CSPC sede Bachillerato.

5.2.4.4.4. Resultados esperados

Reincorporación al ciclo productivo la mayor cantidad de residuos posible.

5.2.4.5. Programa de Recolección, Almacenamiento y transporte

5.2.4.5.1. Justificación

La recolección de los residuos sólidos debe realizarse de manera separada de acuerdo con las características de cada residuo; en ningún caso, puede realizarse una recolección conjunta de residuos peligrosos con los no peligrosos. El sitio de almacenamiento debe manejarse y cumplir con la separación tanto para residuos peligrosos como no peligrosos. Así como deben trasladarse desde puntos de generación hasta el sitio de almacenamiento en el menor tiempo posible, evitando

así la probabilidad de impactos al personal que pueda entrar en contacto con los mismos (Área metropolitana del Valle de Aburrá, 2008).

5.2.4.5.2. Objetivo

- Organizar una adecuada recolección de residuos.
- Manejo adecuado del sitio de almacenaje.
- Garantizar una adecuada recolección interna de residuos
- Demarcar adecuadamente la zona de almacenamiento de los residuos sólidos general del CSPC sede Bachillerato.

5.2.4.5.3. Metodología

- Colocar en las oficinas y salones puntos de separación de residuos sólidos, los cuales serán llevados al lugar de almacenamiento establecido.
- Señalizar el lugar de almacenamiento para evita la mezcla de residuos.
- Capacitar al personal del PAE encargado de la recolección de los residuos sólidos.
- Implementar las siguientes disposiciones en el sitio de almacenamiento:
Estructuras con resistencia químico-físico.
 - a) Se debe tener extintores actualizados.
 - b) Señalización en buen estado.
 - c) Aseado y ordenado.
 - d) Coberturas que eviten el ingreso de aguas lluvias.
 - e) Ventilación e iluminación adecuada.
 - f) Pisos y paredes lavables.
 - g) Sitios de drenaje para lavados.
 - h) Plan de contingencia para control de olores y vectores como: roedores, cucarachas, entre otros.
 - i) Tener una báscula exclusiva para los residuos de la empresa.
 - j) Mantener cierta distancia con áreas donde se encuentre mucho público.
- Utilizar bolsas en buen estado para empacar los residuos sólidos.
- Organizar previamente los residuos sólidos antes del día de recolección designado por la EMAB.

5.2.4.5.4. Resultados esperados

- Mejoramiento en la recolección de residuos.
- Disminución en la mezcla de residuos.
- Disminución en los tiempos de recolección y limpieza del CSPC.
- Recolección continua que evita la proliferación de olores y vectores.

- Buen estado de los sitios de almacenaje.
- Mantenimiento continuo de estos sitios de almacenamiento.
- Disminución de la cantidad de residuos entregados a la EMAB.

5.2.4.6. Programa de Indicadores

5.2.4.6.1. Justificación

Como parte de la evaluación y mejoramiento del PGIRS es necesario obtener resultados finales del progreso del plan integral, de esta manera se podrá evidenciar cuales programas presentaron mayor viabilidad y mejorar las dificultades presentadas. Esta evaluación debe realizarse a través de indicadores fácilmente medibles y cuantificables.

5.2.4.6.2. Objetivo

- Implementar indicadores medibles para la generación, la gestión y la capacitación.

5.2.4.6.3. Metodología

5.2.4.6.3.1. Generación de residuos

Se propone un indicador para medir la cantidad de residuos totales, orgánicos, plásticos y papel producidos en el CSPC sede Bachillerato, siendo comparados con los medidos en el año 2015. Si el PGIRS propuesto ha dado resultado, estos indicadores deben ser menores a los obtenidos en el 2015; si no es necesario revisar el PGIRS para así plantear alternativas de mejoramiento. Los indicadores se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23. Indicadores para la Generación de residuos sólidos

Nombre	Residuos totales	Residuos orgánicos	Plásticos	Papel
Descripción del indicador	Evidencia la cantidad de residuos totales generados en el CSPC sede Bachillerato.	Evidencia la cantidad de residuos orgánicos generados en el CSPC sede Bachillerato.	Evidencia la cantidad de residuos plásticos generados en el CSPC sede Bachillerato.	Evidencia la cantidad de residuos de papel generados en el CSPC sede Bachillerato.
Período de medición	Semestral			
Fórmula	$R_i = \sum \text{cantidad de residuos}_i \text{ en un día hábil } \times 200 \text{ días}$ Donde R = total de residuos (kg residuos x año) i = tipo de residuos a medir (totales, orgánicos, plásticos, papel)			
Alertas (2015)	Residuos totales = 32954,02 kg x año	Residuos orgánicos = 18407,35 kg x año	Residuos plásticos = 4685,6 kg x año	Residuos papel = 8874,97 kg x año

5.2.4.6.3.2. Gestión de residuos

Se propone un indicador para medir la cantidad de residuos recuperados en el CSPC sede Bachillerato, con un porcentaje de aprovechamiento del 70%. Los indicadores se muestran en la Tabla 24.

Tabla 24. Indicadores para la Gestión de residuos (aprovechamiento)

Nombre	Porcentaje de residuos recuperados
Descripción	Evidencia la cantidad de residuos aprovechados en el CSPC sede Bachillerato.
Fórmula	$\% \text{ residuos aprovechados} = \frac{\text{Residuos totales aprovechados}}{\text{Residuos totales generados}} \times 100$
Periodo de medición	Semestral
Alertas	$\% \text{ residuos aprovechados} \geq 70\%$

5.2.4.6.3.3. Capacitación

El indicador permite medir la cantidad de personas capacitadas en la comunidad Claveriana, lo que permite garantizar una buena interiorización del PGIRS (Tabla 25).

Tabla 25. Porcentaje de personas capacitadas

Nombre	Personas capacitadas
Descripción	Evidencia la cantidad de personas capacitadas en el CSPC sede Bachillerato.
Fórmula	$\text{Personas capacitadas} = \frac{\sum \text{personas capacitadas}}{\sum \text{personas totales}} \times 100$
Periodo de medición	Semestral
Alertas	% personas capacitadas $\geq 90\%$

5.2.5. Cronograma

A continuación se propone un cronograma de implementación para el presente PGIRS (Tabla 26).

Tabla 26. Cronograma de Implementación del PGIRS en el CSPC sede Bachillerato

Aspecto	Responsable	Fecha propuesta
Capacitar a la comunidad en cuanto a las metodologías del PGIRS de los programas propuestos.	Comité Ecológico Institucional (CEI)	2017
Identificar los problemas relacionados con las metodologías y subprogramas propuestos.	Rectoría - CEI	2017
Formular medidas concretas de acuerdo a necesidades especiales.	Rectoría - CEI	2017
Controlar la implementación de metodologías.	CEI	2018
Medir generación de residuos sólidos.	CEI - PRAE	2018
Evaluar y comunicar los resultados de programa cultura ambiental.	CEI	2018

El Programa de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGIRS, hace parte de un proceso continuo, que debe revisarse, monitorearse y evaluarse de manera permanente, así como implica el compromiso de todos los miembros de la Comunidad Claveriana para lograr alcanzar resultados amigables con el ambiente.

6. CONCLUSIONES

- El diagnóstico ambiental evidencia un impacto significativo de los residuos sólidos, teniendo en cuenta que son generados por personas que no permanecen las 24 horas del día en la institución.
- Los residuos sólidos son el segundo factor que afecta tanto las emisiones de CO₂ y la huella ecológica; a diferencia de la movilidad, si depende directamente del CSPC, razón por la cual es necesario implementar las estrategias necesarias que permitan disminuir su producción.
- La huella ecológica per cápita calculada para el Colegio San Pedro Claver fue de 0,034 GHa / año, valor que fue comparado con el valor nacional la cual es 1,9 GHa/año, en donde se evidencia que el CSPC tiene un valor bajo en comparación con la media nacional. Solo se comparó con el valor nacional debido a que no se encontraron datos para otras instituciones educativas de carácter similar.
- La mitad de los objetivos y metas planteadas para el PGIR tienen una prioridad de media o baja razón por la cual es de difícil evaluación la eficacia en la implementación del PGIR propuesto.
- El PGIR propuesto es para residuos ordinarios, debido a que los residuos de laboratorio son tratados actualmente de manera separada que los demás residuos.

7. RECOMENDACIONES

- La problemática ambiental de residuos sólidos está representada principalmente por el inadecuado manejo desde la fuente hasta la disposición final de los residuos, de esta manera por medio del PGIRS se establecerá una organización de las actividades a seguir para cumplir con el adecuado manejo de los residuos sólidos.
- La educación ambiental es muy importante para alcanzar el objetivo de minimizar los residuos sólidos, por lo tanto se deben mantener dentro de la cotidiana de las rutinas del colegio, incluyendo y mejorando el aspecto natural y social.
- Con la implementación del PGIRS se tendrá una disminución de volúmenes de residuos en el CSPC y en Bucaramanga, a causa del adecuado manejo de los recursos.
- Es necesario adquirir nuevos recipientes adecuados para la separación, que se encuentren en condiciones aptas y con las características necesarias para el determinado residuos que le corresponda recibir.
- Los servicios públicos son factores que afectan de forma baja la huella ecológica, pero corresponden a recursos que se ven altamente afectados de acuerdo a la Matriz de Importancia, por lo tanto se recomienda diseñar e implementar estrategias que permitan controlar y disminuir su consumo.

BIBLIOGRAFÍA

- ABASCAL , E., & GRANDE ESTEBAN , I. (2005). Análisis de encuestas. ESIC.
- AGUILAR BAROJAS, S. (2005). Formulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. Salud en Tabasco, 1-2.
- ALBA, D. (2011). Objetivo: Traspasar las fronteras del campus. Es Posible, 19.
- AMBIENTAL EN ESTUDIANTES DE SECUNDARIA. Revista electrónica "Actualidades investigativas en EduAMBIENTE, S. d. (2013). Proyecto de educación Ambiental , Balance primer semestre 2013. Bucaramanga .
- ANGELIDAKI, I., KARAKASHEV, D., BATSTONE, D. J., PLUGGE, C. M., & STAMS, A. J. (2011). Biomethanation and Its Potential. En A. M. Rosenzweig, & S. W. Ragsdale (Edits.), Methods in Enzymology (Vol. 494, págs. 328-347). Inglaterra: Elsevier Applied Science.
- ARBOLEDA, G. (2007). Marco Lógico. Cali: A.C Editores.
- ARBOLEDA, J. (1994). Una Propuesta para la Identificación y Evaluación de Impactos. Crónica Forestal Y Del Medio Ambiente.
- ARDILA FIGUEROA, J. (2014). Identificación de las variables que afectan la práctica de la política de Educación Ambiental establecida por la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón y Piedecuest. CDMB.
- ARDILA SUÁREZ, E. A., & QUINTERO GUERRERO, Y. (2014). Desarrollo de un plan de manejo ambiental encaminado hacia una gestión sostenible: caso de estudio Instituto Miguel Sánchez Hinstroza. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- ÁREA METROPOLITANA DE BUCARAMANGA. (2015). Informe de calidad de vida.
- ÁREA METROPOLITANA DEL VALLE DE ABURRÁ. (2008). Guía para el Manejo Integral de Residuos- Subsector instituciones educativas. Obtenido de Guía para el Manejo Integral de Residuos- Subsector instituciones educativas: <http://www.metropol.gov.co/>
- ARISTIZABAL MEJÍA, J., & PRECIADO GÓMEZ, J. P. (2014). Plan de Manejo Ambiental Adecuado ASDI. Rionegro: ASDI.

- BERNAL, M. (2011). Plan Institucional de Gestión Ambiental. Bogotá.
- BORBÓN RAMOS, M. E. (2005). Implementación del Plan de Manejo Ambiental de la Escuela Naval de Cadetes "Almirante Padilla". Cartagena: Universidad de la Salle.
- BORDERÍAS URIBEONDO, M. D., & MUGURUZA CAÑAS, C. (2014). Evaluación Ambiental. UNED.
- CALDAS, C. I. (2011). Plan de Manejo Ambiental.
- CARDENAS PAÍZ, C., PEINADO MUÑOZ, A., MORA CASADO DE AMEZÚA, A., & MORENO HUESO, L. (s.f.). La huella ecológica de la UGR. España.
- COLEGIO SAN PEDRO CLAVER. (s.f.). Colsanpedro. Obtenido de <http://www.colsanpedro.com/micolegio/micolegio.php>
- CONESA FERNANDEZ, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental . Madrid: Mundi Prensa.
- CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE (CCCS), C. (2011). Escuela Preescolar para la primera Infancia Timayui en Santa Marta . Bogotá D.C.
- CONSEJO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE CCCS, C. R. (2014). Casos de éxito: Colegio Rochester, primer colegio en colombia y en América Latina en recibir la certificación internacional LEED, en su versión Gold. Bogotá.
- CORIA, I. D. (junio, 2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. invenio, 125-135.
- DEL NIÑO T, M. J. (2010). Centro de Educación Y Capacitación para el Desarrollo Sostenibles . México, D.F.
- DELIBES DE CASTRO, M. (2005). La tierra herida. ¿Qué mundo heredarán nuestros hijos? Barcelona, España.
- DUARTE, C. (2006). Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema tierra. Madrid, España.
- E.S.P., F. C. (2014). Eco-Escuelas . Medellín .
- ECO-SCHOOLS. (s.f.). Recuperado el Marzo de 2013, de www.eco-schoolsmexico.org.mx/programa-programa.html

EPM EMPRESAS PÚBLICAS DE MEDELLÍN. (2014). EPM. Obtenido de http://www.epm.com.co/site/clientes_usuarios/Clientesyusuarios/Hogaresypersonas/Agua/Tipsparaelusointeligente.aspx

ERAZO, E. (1998). Manual de evaluación de impactos ambientales de Colombia. Santa Marta: MEIACOL ed. CD-ROM 1.0.

ESCOBAR QUINTERO, P. (2009). Plan de Manejo Ambiental para la construcción en el predio antiguo Idema en la Ciudad de Barrancabermeja, Santander para una infraestructura educativa tipo A. Barrancabermeja: FONADE.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK. Anexo: Países según su Huella ecológica. (29 de octubre de 2008).

GUALDRÓN, S., & CALDERÓN, M. (2012). Plan De Gestión Integral de Residuos Hospitalarios Y Similares para La Universidad De Santander – UDES. Bucaramanga: UDES.

HERRÁN GÓMEZ, J. (2011). Estudio de Impacto Ambiental: Proyecto -capus Centenario de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS). Guayaquil.

IBARRA CISNEROS, J. M., & MONROY ATA, A. (2014). Cuestionario para calcular la Huella Ecológica de estudiantes universitarios mexicanos y su aplicación en el Campus Zaragoza de la Universidad Nacional. Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, 147-154.

INSTITUTO CARO Y CUERVO. (2009). Plan de Manejo Ambiental. Bogotá.

IVAN DARIO LOPEZ VILLALOBOS. (2011). GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. Obtenido de UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD: <http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358011/ContLinea/>

KIELY, G. (1999). Ingeniería Ambiental: Fundamentos, Entornos, Tecnologías y Sistemas de Gestión.

LÓPEZ A N, B. D. (2007). Metodología para el Cálculo de la Huella ecológica en universidades . Congreso Nacional del Medio Ambiente . Santiago de Compostela .

LOPEZ ALVAREZ, N. (2008). Metodología para el calculo de la huella ecologica en universidades. Santiago de Compostela, España.

LÓPEZ, A. N., & BLANCO, D. (2007). Metodología para el Cálculo de la Huella Ecológica en Universidades. Congreso Nacional del Medio Ambiente. Santiago de compostela.

LUZ AMPARO LOZANO, A. R. (2013). Manual prácticas de laboratorio I Química Orgánica. Universidad Industrial de Santander.

MARTINEZ, R., & TORO, J. (2010). Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en Colombia . Bogotá .

MENDEZ, A. D., PEÑA, J. L., JARA, Z. E., ALBARRACEN, T., & GALEANO, M. (2013). Proyecto Ambiental Escolar. Cúcuta.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. (2003). Metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. (2013). Sistema Educativo Colombiano. Recuperado el Enero de 2014, de Mineducación: www.mineducacion.gov.co/1621/w3-propertyvalue-44150.html

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE DE CHILE. (s.f.). EAE. Recuperado el Junio de 2014, de Evaluación Ambiental Estratégica: <http://www.mma.gob.cl/eae/1315/w3-propertyvalue-15960.html>

MINISTERIO DE VIVIENDA, c. y. (septiembre de 2015). Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS). Obtenido de Ministerio de vivienda, ciudad y territorio: <http://www.minvivienda.gov.co/>

MONTOYA, C., & DÍAZ CAMPOS, C. A. (2011). LA PRODUCTIVIDAD EN CONTRAVIA DE LA BIOCAPACIDAD DEL PLANETA. . Bogotá D.C.

OCDE. (2007). La Evaluación Ambiental Estratégica. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

PINEDA, S. I. (1998). Manejo y Disposición de Residuos Sólidos Urbanos.

REICHMANN, J. (2003). Cuidar la tierra. Políticas agrarias y alimentarias sostenibles para entrar al siglo XXI. 623.

SAKURAI, K. (2000). Método sencillo del análisis de residuos sólidos.

TCHOBANOGLOUS, G., THEINSEN, H., & VIGIL, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. Madrid: Mc Graw Hill.

TORO CALDERON , J., MARTINEZ PRADA , R., & ARRIETA LOYO, G. (2013). Metodos de evaluación de impacto en Colombia . Bogotá , Colombia .

TRUJILLO CARDONA , C. D., & SARMIENTO OCAMPO, J. F. (2012). Estrategias de uso eficiente y ahorro de agua en centros educativos, caso de estudio, edificio facultad de ciencias ambientales- Universidad tecnológica de pereira. Pereira , Colombia .

UNESCO. (2007). The Undecade for Education for Sustainable Development. París.

UNIANDES. (2013). Futuro de la movilidad en Colombia. DIARIO LA REPÚBLICA, 11.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES- Cifras y conceptos . (2015). Encuesta Nacional Ambiental . Bogotá , Colombia . Recuperado el 18 de Junio de 2015, de <http://www.uniandes.edu.co/noticias/ingenieria/mal-ambiente>

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES. (2015). Obtenido de <https://campusinfo.uniandes.edu.co/es/sostenibilidad>

UNIVERSIDAD NACIONAL. (Abril de 2011). Obtenido de http://www.odontologia.unal.edu.co/hazunbuenpapel/docs/ProgramaReciclajePapel_v1.pdf

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (s.f.). Obtenido de <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/programasAmbientales.html>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (2012). Sistema de Gestión Ambiental. Recuperado el 14 de mayo de 2014, de SGA: www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/programasAmbientales.html

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. (2014). Sistema de Gestión Ambiental. Obtenido de SGA: www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/URA.html

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MEDELLÍN. (2010). METODOLOGIAS PARA LA IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL . En U. N. Medellín, Métodos de Valoración en Estudios de Impacto Ambiental. Medellín.

WACKERNAHEL, M., & REES, W. (1996). Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. New Society Publishers, 1-3.

WATHERN. (1994). An introductory guide EIA, environmental impact. king's L

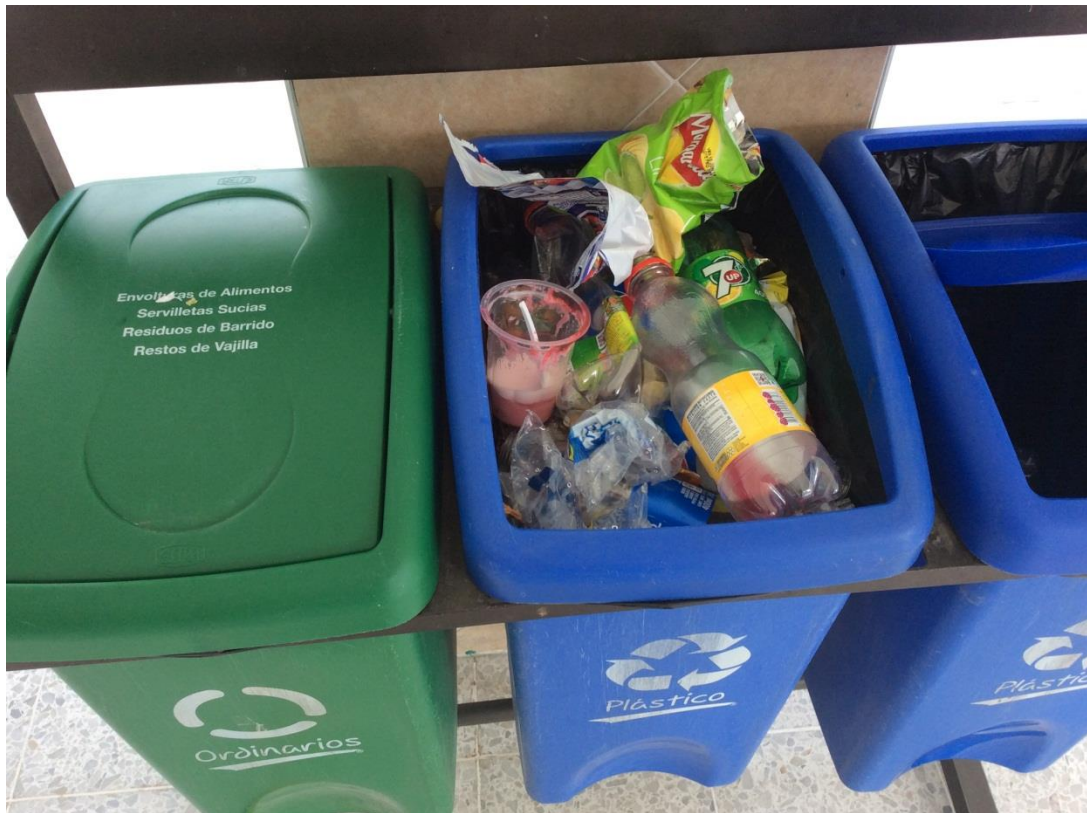
ZAMORA GONZÁLEZ, B., PARRA SIERRA, V., PEÑA CÁRDENAS, F., CASTILLO MURAIRA, Y., & VARGAS MARTINEZ, J. I. (2009). PERCEPCIÓN cación", 1-19.

ANEXOS
ANEXO A

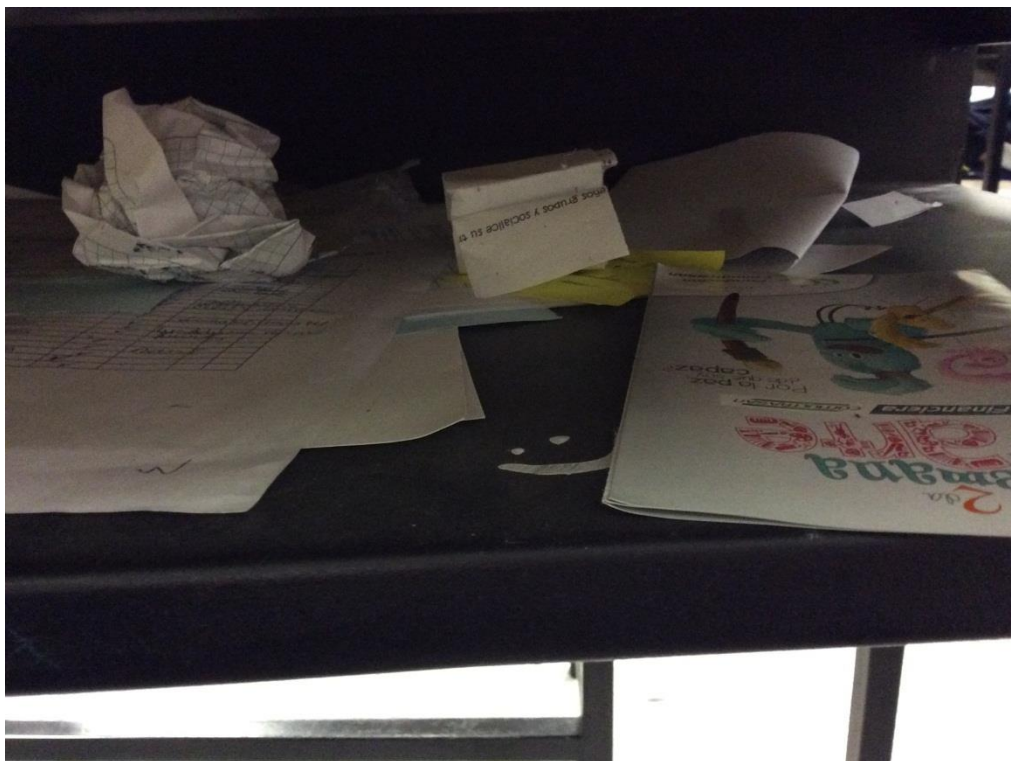
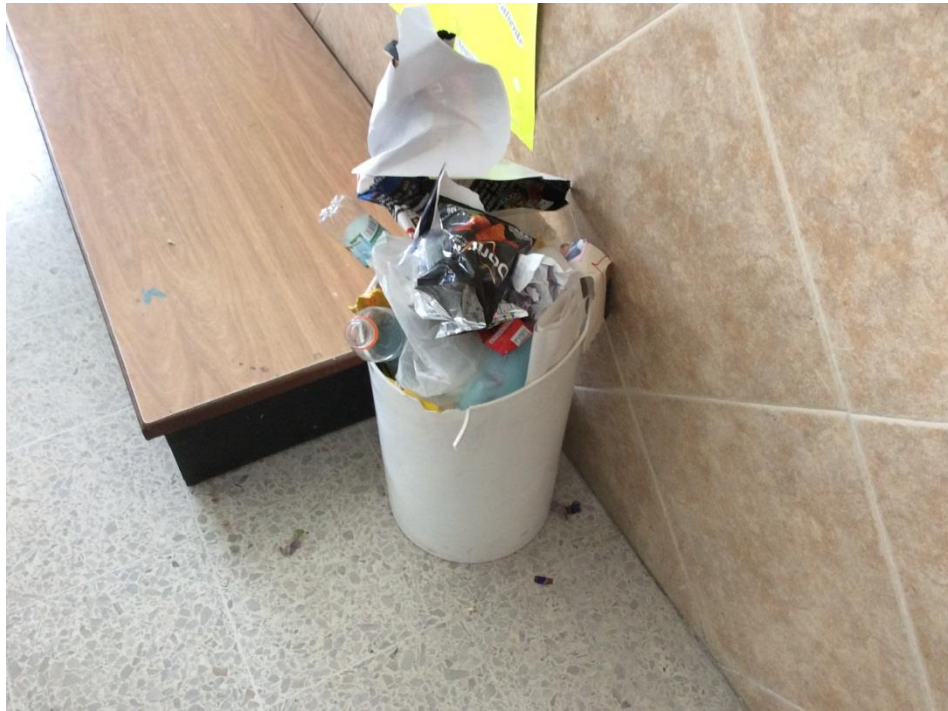
**REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA DISPOSICIÓN ACTUAL DEL CSPC SEDE
BACHILLERATO**

CANECAS





SALONES Y ÁREAS COMUNES





LUGAR DE DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

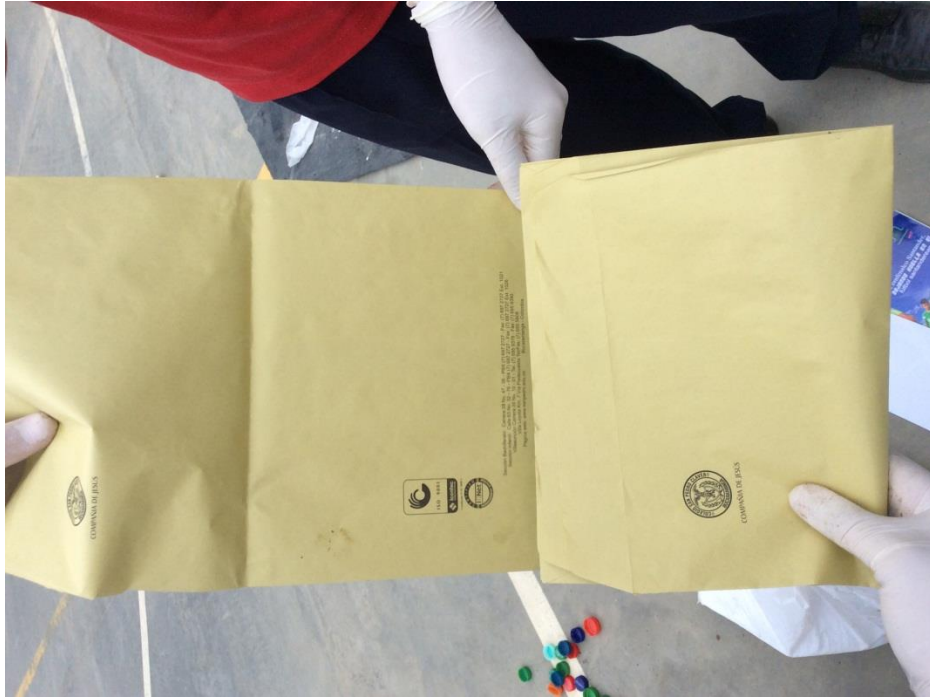


ANEXO B

CUANTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

CUARTEO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS











ANEXO C

PROTOCOLOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

(Sakurai, 2000).

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD

La medición de la densidad de los residuos se hace en la siguiente forma:

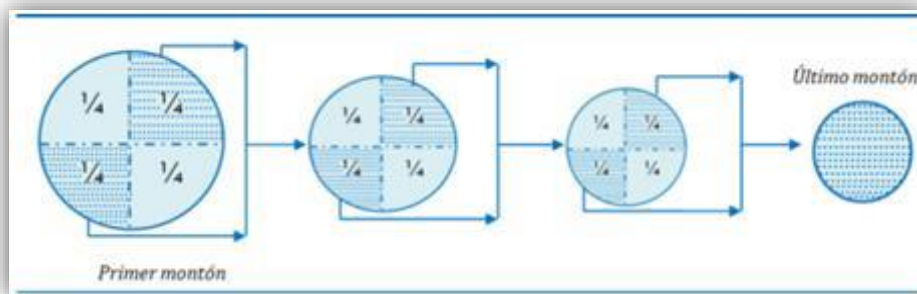
1. Se prepara un tambor de alrededor de 100 litros que servirá para el muestreo y una balanza de pie.
2. Se pesa el tambor y se mide su volumen
3. Se pone la basura en el tambor sin hacer presión y se remece de manera que se llenen los espacios vacíos en el mismo.
4. Se pesa una vez lleno y por diferencia se obtiene el peso de la basura
5. Se obtiene la densidad de la basura al dividir su peso en kilogramos entre el volumen del tambor en metros cúbicos.

$$\text{Densidad del residuo } D \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{peso de la basura en kg}}{\text{volumen del tambor en } m^3} \text{ Ecuacion}$$

ANÁLISIS DE COMPOSICIÓN

La determinación de la composición física (base húmeda) de los residuos sólidos se realizó de la siguiente manera:

1. Se toma la muestra de alrededor de 1m³ llevándola a un lugar pavimentado de preferencia en donde se vierte formando un montón.
2. Se rompen bolsas y se cortan cartones y maderas contenidas en los residuos hasta conseguir un tamaño de 15 cm por 15 cm o menos.
3. Se homogeniza la muestra mezclándola toda.
4. El montón se divide en cuatro partes y se escoge dos opuestas para formar otra muestra representativa más pequeña. La muestra menor se vuelve a mezclar y se divide en cuatro partes, luego se escoge dos opuestas y se forma otra muestra más pequeña. Esta operación se repite hasta obtener una muestra de 50 Kg de residuos o menos.



5. Se separan los componentes del montón último y se clasifican de acuerdo a las siguientes características:
 - Papel y cartón
 - Trapos
 - Madera y follaje
 - Restos de alimentos
 - Plástico, caucho y cuero
 - Metales
 - Vidrios
 - Suelo y otros
6. Los componentes se van clasificando en cilindros pequeños que pueden ser de 50 litros.
7. Se debe pesar los cilindros antes de empezar la clasificación usando la balanza de pie
8. Una vez terminada la clasificación se pesan los cilindros con los diferentes componentes y por diferencia se saca el peso de los componentes.
9. Se calcula el porcentaje de cada componente teniendo en cuenta los datos del peso total de los residuos recolectados en un día (W_t) y el peso de cada componente (P_i):

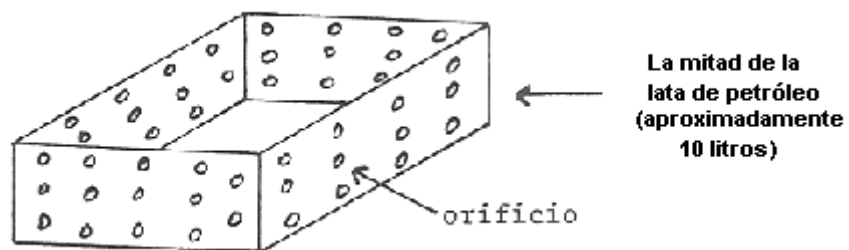
$$\text{Porcentaje (\%)} = \frac{P_i}{W_t}$$

10. Se necesita realizar este análisis con la mayor rapidez posible para evitar demasiada evaporación de agua.
11. Repetir el procedimiento durante los siete días que dura el muestreo de los residuos.
12. Para determinar el porcentaje promedio de cada componente, se efectúa un promedio simple, es decir sumando los porcentajes de todos los días de cada componente y dividiéndolo entre los siete días de la semana.

DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD

1. Se toma la contraparte del montón último en el análisis de la composición de basura, se mezcla y luego se forma un montón

2. Se realiza la operación similar que la del punto del análisis de la composición de la basura hasta tener 50 litros de basura o menos.
3. Se preparan unos 6 recipientes metálicos utilizando latas de petróleo de 20 litros y se pesan estos recipientes (W_1).



4. Se pone la muestra en los recipientes cortando bien los restos de frutas y verduras para facilitar la disecación.
5. Una vez llenos se pesan (W_2) y se colocan sobre un horno de pan o una caldera de vapor tres o cuatro días aprovechando el calor radiado.
6. Una vez secos se pesan (W_3) y se calcula la humedad de la basura usando la siguiente ecuación.

$$\text{Humedad de los residuos } W (\%) = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1}$$

ANEXO D

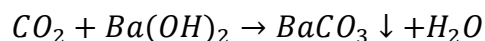
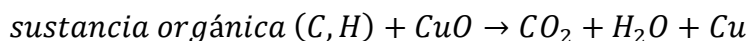
PROTOCOLOS UTILIZADOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

ANÁLISIS ELEMENTAL

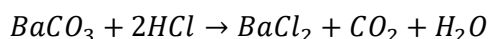
Reconocimiento de carbono e hidrógeno

El carbono se identifica muchas veces en los ensayos preliminares, porque las sustancias orgánicas dejan luego de la ignición un residuo carbonoso; sin embargo, esto no ocurre en todos los casos. Los líquidos volátiles como el etanol, éter etílico, cloroformo, acetona, etc. y muchos sólidos como el ácido oxálico, cafeína y alcanfor se evaporan o subliman cuando se calientan, sin dejar residuo carbonoso, lo cual hace necesario recurrir a otros medios para la detección del átomo de carbono presente.

Se han propuesto muchos métodos para la detección de dicho elemento, como por ejemplo, basados en su oxidación hasta CO_2 , mediante el empleo de diversos agentes oxidantes. Uno de ellos consiste en calentar la muestra con óxido de cobre; el carbono oxidado a CO_2 se detecta haciéndolo pasar a través de un tubo con desprendimiento sobre una solución de hidróxido de calcio o de bario, que se enturbia al precipitar el carbonato de calcio o de bario y el hidrógeno convertido en agua se condensará en forma de gotas sobre las paredes frías del tubo.



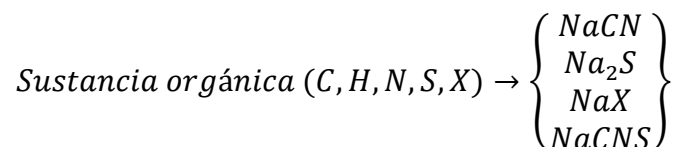
El precipitado se disuelve en medio ácido:



Reconocimiento de nitrógeno, azufre y halógenos

El nitrógeno, el azufre y los halógenos se encuentran, en la mayoría de los casos, formando combinaciones que, por su escasa reactividad, no pueden ensayarse directamente; de aquí la necesidad de convertir a estos elementos en sus formas iónicas para que se identifiquen por las reacciones comúnmente utilizadas en el análisis inorgánico cualitativo. Un método de conversión del nitrógeno, el azufre y los halógenos de las moléculas orgánicas a sus formas iónicas consiste en tratar éstas con un metal alcalino, generalmente sodio, tratamiento que descompone la sustancia orgánica y transforma los elementos anteriormente indicados, si existen, en cianuro sódico, sulfuro sódico y haluros de sodio. En casos muy especiales,

cuando hay nitrógeno y azufre, puede formarse sulfocianuro de sodio.



Al disolver en agua estos productos de la fusión con sodio, la existencia del ion cianuro se demuestra por su precipitación en forma de ferrocianuro férrico (azul de prusia), el ion sulfuro por su precipitación en forma de sulfuro de plomo (negro), y la presencia de halógenos se pone de manifiesto con nitrato de plata, en presencia de ácido nítrico diluido, produciendo el característico haluro de plata insoluble.

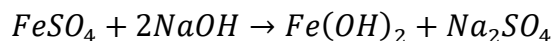
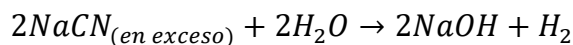
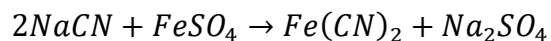
El sodio es una sustancia que debe manipularse con precaución, hay que evitar que entre en contacto con el agua, usando siempre una espátula seca o pinzas para partirlo. Utilizar un cubo de unos 3mm de lado para cada 10 a 30 mg de muestra sólida o de 2 -5 gotas de líquido.

a) Determinación de nitrógeno:

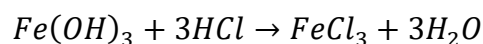
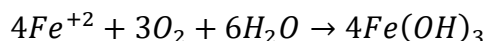
La determinación del nitrógeno no es tan fácil, debido a varios inconvenientes presentes en la fusión sódica: a) muchas sustancias volatilizan antes de que la fusión sódica comience, por tanto será necesario hacer la fusión por otro método. b) Algunos compuestos pueden dar su nitrógeno como nitrógeno elemental. c) Algunos compuestos (poli-nitrocompuestos, azocompuestos, derivados del pirrol, proteínas y otros) reaccionan muy lentamente, de tal modo que molestan para dar pruebas realmente positivas. Pueden obtenerse mejores resultados mezclando la sustancia con sacarosa y sometiendo esta mezcla a la fusión. Por tanto es necesario realizar la fusión con mucho cuidado y generalmente hacer una confirmación de la presencia del nitrógeno por métodos diferentes. Un procedimiento muy conocido que emplea la fusión sódica se conoce como el método de Lassaigne y otro alternativo que determina nitrógeno de manera indirecta recibe el nombre de método de WillWarrentrapp.

En el método de Lassaigne el cianuro de sodio (compuesto iónico) formado en la fusión sódica se convierte en ferrocianuro férrico, conocido como azul de Prusia, mediante la adición de sulfato ferroso y cloruro férrico, de acuerdo con las siguientes reacciones:

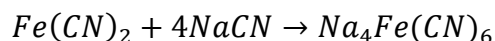
En el método de Lassaigne el cianuro de sodio (compuesto iónico) formado en la fusión sódica se convierte en ferrocianuro férrico, conocido como azul de Prusia, mediante la adición de sulfato ferroso y cloruro férrico, de acuerdo con las siguientes reacciones:



Al hervir la solución alcalina de los iones ferrosos, algunos de ellos se oxidan a iones férricos, Fe^{+3} y para disolver los hidróxidos férricos se agrega ácido clorhídrico:



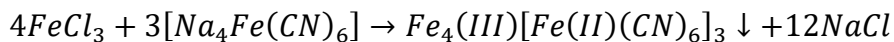
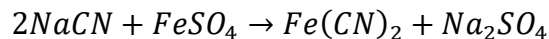
En este caso, el cianuro ferroso obtenido al inicio reacciona con exceso de cianuro de sodio para formar ferrocianuro de sodio:



El cloruro férrico reacciona con el ferrocianuro de sodio para dar un complejo soluble de color azul de prusia brillante:



Finalmente, si la sal férrica está en exceso, el producto originado es el azul de prusia insoluble:

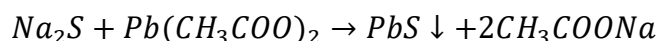


Por otro lado, el método de Will-Warrentrapp consiste en mezclar la sustancia de origen orgánico (que contiene nitrógeno) con cal sodada (CaO y $NaOH$) o alternativamente con 10 mL de $NaOH$ 6N y calentar sin llegar a ebullición. En dichas condiciones los compuestos que no tienen nitrógeno unido a oxígeno desprenden amoníaco, el cual puede detectarse con papel tornasol rojo

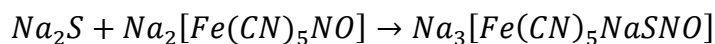
previamente humedecido. Alternativamente el amoníaco puede hacerse burbujear en una solución de fenolftaleína que virará o tomará una coloración rosada.

b) Determinación de azufre:

La detección del azufre se basa en la conversión de sulfuro de sodio formado durante la fusión sódica en un precipitado café oscuro o negro de sulfuro de plomo, producto de la adición en medio ácido de acetato de plomo.

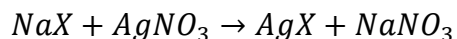


Alternativamente, si al filtrado de la fusión sódica se le adiciona una solución de nitroprusiato de sodio, se obtiene una solución de color púrpura por la formación de un complejo soluble.



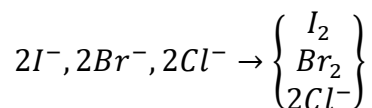
c) Determinación halógenos:

Los halógenos se transforman durante la fusión sódica en los correspondientes haluros X^- , que por adición de una solución de nitrato de plata en agua desionizada forman un precipitado de haluro de plata, insoluble en ácido nítrico concentrado.



Los cloruros, bromuros y yoduros se pueden distinguir por el color del precipitado, blanco, amarillo suave y amarillo, respectivamente. Además estos precipitados difieren en su miscibilidad en amoníaco acuoso; el cloruro de plata es miscible, el bromuro de plata es poco miscible y el yoduro de plata es insoluble.

La diferenciación entre los halógenos se fundamenta en la mayor facilidad de oxidación a halógeno molecular libre de los iones yoduro y bromuro con respecto al ión cloruro, provenientes del filtrado de la fusión sódica. El agente oxidante más empleado para llevar a cabo dicha oxidación es una disolución de permanganato de potasio (0,1 M) en ácido nítrico al 40 % (6N). Unas cinco gotas de solución de cada reactivo son suficientes.



El yodo y el bromo se diferencian del cloro (que permanece como ión cloruro) porque ambos son solubles en disulfuro de carbono y producen coloraciones características, tanto por sí mismos como por la acción de algunas gotas de alcohol alílico ($CH_2=CHCH^2OH$). Un color carmelita rojizo indica la presencia de bromo, o bromo y yodo. Si la coloración es violeta, únicamente está presente el yodo.

Si la coloración es carmelita rojiza y al añadir 3 gotas de alcohol alílico desaparece el color, es prueba de que solamente está presente el bromo. Si el color se torna violeta, es señal que están presentes bromo y yodo.

Finalmente, para determinar si el cloro también está presente, se debe extraer una porción de la capa acuosa y se acidula con solución de ácido nítrico que luego se concentra por calentamiento hasta la mitad del volumen, para expulsar el HCN y el H_2S , ya que si están presentes interfieren en la prueba, y para que el bromo y el yodo queden en libertad. La adición de nitrato de plata al 1 % dará precipitado blanco, que se oscurece rápidamente con la luz (Luz Amparo Lozano, 2013).

PODER CALORÍFICO (Sakurai, 2000)

Para facilitar el cálculo del poder calorífico de la basura, en primer lugar se adoptan los siguientes valores como el poder calorífico de cada componente seco:

a. Papel y cartón	4.000 kcal/kg
b. Trapos	4.000 kcal/kg
c. Madera y follaje	4.000 kcal/kg
d. Restos de alimentos	4.000 kcal/kg
e. Plástico, caucho y cuero	9.000 kcal/kg
f. Metales	0 kcal/kg
g. Vidrios	0 kcal/kg
h. Suelo y otros	0 kcal/kg

Un segundo lugar, se supone que toda la humedad de la basura está en los componentes de las clases a, b, c y d.

Se calcula el poder calorífico superior de Los residuos sólidos (Ps) como sigue:

Componente	Composición húmeda (%)	Composición seca (%)	Poder calorífico (Kcal/Kg)
Papel	a	$a + b + c + d - W$	$\frac{a + b + c + d - W}{100} \times 4000$
Trapos	b		
Madera y follaje	c		
Restos de alimentos	d		
Plástico, caucho y cuero	e	e	$\frac{e}{100} \times 9000$
Metales	f	f	$\frac{f + g + h + W}{100} \times 0$
Vidrios	g	g	
Suelos y otros	h	h	
Agua	-	W	
Total	100%	100%	$40(a + b + c + d - W) + 90e$

Por tanto, el poder calorífico superior de la basura (P_s) está dado por la ecuación siguiente:

$$P_s \left(\frac{kcal}{kg} \right) = 40(a + b + c + d - w) + 90e$$

Se calcula el poder calorífico inferior de la basura (P_i) usando la siguiente ecuación:

$$P_i \left(\frac{kcal}{kg} \right) = P_s - \frac{w}{100} \times 600 = P_s - 6W$$