FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

LAURA JAZMÍN SANABRIA REYES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA SANITARIA

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LA ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJÉRCITO NACIONAL DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

LAURA JAZMÍN SANABRIA REYES

Trabajo de grado en Modalidad Pasantía para obtener titulo

INGENIERA SANITARIA

Director Académico: PhD. JUAN PABLO RODRÍGUEZ MIRANDA

Profesional Designado: Ing. ERIKA TATIANA PULIDO TOVAR

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

INGENIERÍA SANITARIA

BOGOTÁ 2019

“Las ideas emitidas por el autor

son de su exclusiva responsabilidad

y no expresan necesariamente

opiniones de la Universidad”

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por permitirme finalizar este ciclo, a mis docentes que en el camino de formación profesional con su dedicación, carácter y conocimientos ayudaron a cumplir esta meta, a mi gloriosa Universidad Distrital por brindarme el espacio para aprender, desarrollar y discutir nuevas ideas y/o conceptos, fortaleciendo mi calidad de estudiante y pronta profesional, a mi familia por ser un apoyo incondicional durante este proceso y por ultimo pero no menos importante a mi Director el Ing. Juan Pablo Rodríguez por su gran colaboración en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

El presente trabajo es dedicado a mi Madre Jazmín por siempre confiar en mí, por su apoyo incondicional, y por su motivación para no rendirme ante las dificultades, a mis Abuelitos Jairo y Leonor quienes con su amor, paciencia, madurez y sabiduría velaron por mi bienestar y estuvieron siempre de mi lado para cumplir este objetivo, a mi Hermana Tatiana por compartir momentos de tensión y alegría durante mi formación apoyándome como amiga, y a mi Sobrina Valery que con su inocencia siempre me ayudo a mostrar una sonrisa y me dio valor para seguir adelante.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN 1
2. MARCO LEGAL 4
3. OBJETIVOS 5
3.1 Objetivo General 5
3.2 Objetivos Específicos 5
4. JUSTIFICACIÓN 6
5. GENERALIDADES 7
5.1 *Ubicación* 7
5.2 Temperatura 7
5.3 Precipitación 7
5.4 *Reseña Histórica* 8
5.5 *Misión* 8
5.6 *Visión* 8
6. METODOLOGÍA 9
6.1. ETAPA 1 9
6.2. ETAPA 2 11
6.3. ETAPA 3 13
7. DESARROLLO 14
7.1 Determinar la generación, composición física y segregación de los Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG 14
7.2 Fijación de condiciones de transporte, almacenamiento y aprovechamiento de los Residuos Sólidos en la ESLOG. 19
7.2.1 Transporte y rutas internas de recolección 19
7.2.2 Almacenamiento y Aprovechamiento de los Residuos Sólidos en la Escuela de Logística 21
7.3 Sensibilización, conocimiento y manejo adecuado por parte de la población sobre la temática de Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG. 26
8. CONCLUSIONES 29
9. REFERENCIAS 30
10. ANEXOS 31

LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1 Ubicación de la Escuela de Logística....7
Grafica 2 Producción Per Cápita....16
Grafica 3 Generación de Residuos....16
Grafica 4 Potencial Promedio día Generación RS....18
Grafica 5 Proceso Recolección de Residuos....19
Grafica 7 Clasificación y Código de Colores....22
Grafica 8 Caneca de tres cuerpos para clasificación de residuos....22
Grafica 9 Potencial de generación residuos semanal....25
Grafica 10 Dinámica de las Capacitaciones....28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Generación de Residuos....15
Tabla 2 Análisis Resultados....17
Tabla 3 Método de Cuarteo....18
Tabla 4 Código de Colores....22

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Problema....1

1. INTRODUCCIÓN

El Ejército Nacional de Colombia es quien "conduce operaciones militares orientadas a defender la soberanía, la independencia y la integridad territorial y proteger a la población civil y los recursos privados y estatales para contribuir a generar un ambiente de paz, seguridad y desarrollo, que garantice el orden constitucional de la nación." (Ejercito Nacional); esta entidad que hace parte del estado tiene diferentes escuelas que trabajan en diferentes especialidades, donde se instruye el personal militar y así fortalece el conocimiento para un bien común, dentro de ellas están ESACE (Escuela de Armas Combinadas del Ejército), ESINF (Escuela de Infantería), ESLOG (Escuela de Logística), ESART (Escuela de Artillería), ESCAB (Escuela de Caballería), ESING (Escuela de Ingenieros), ESPOM (Escuela de Policía Militar), ESCEQ (Escuela de Equitación), ESAVE (Escuela de Aviación), ESCOM (Escuela de Comunicaciones), ESICI (Escuela de Inteligencia y Contrainteligencia) y BASEM (Batallón de Apoyo de Servicios para la Educación Militar), el desarrollo de la pasantía fue llevado a cabo en la ESLOG.

La Escuela de Logística (ESLOG) del Ejército Nacional cuenta con una extensión de 267 Ha, donde se ubican diferentes unidades militares; en el Castillo ESLOG se encuentran diariamente 250 personas aproximadamente; quienes a su vez generan diferentes tipos de residuos con una producción promedio de $0.72\,\frac{Kg\ RS/día}{hab}$, lo que ocasiona una problemática ambiental dentro de la institución, como es el manejo inadecuado de Residuos Sólidos Ordinarios y disposición de los mismos, no cuenta con el documento Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, no tienen el conocimiento suficiente acerca de la importancia y tratamiento adecuado que se debe brindar a los residuos generados por la población militar, la escuela posee algunos recipientes adecuados para la separación en la fuente pero no son utilizados de la manera correcta, acciones que disminuyen el desarrollo de las actividades que ayudan a mejorar este impacto.

El inadecuado manejo de los Residuos Sólidos en Colombia actualmente presenta un caos en el país, según un artículo de la revista semana publicado el 05 de Noviembre del presente año "El país necesita medidas al respecto, pues según ha manifestado el Departamento Nacional de Planeación, "se estima que en los próximos 10 años la generación de residuos crecerá en un 20 %". De acuerdo con esa entidad, actualmente se producen 11,6 millones de toneladas de basura al año y solo se recicla el 17 %. Una cifra que el Ministerio de Ambiente espera que aumente, al menos,

al 20 % para este 2018. Aun así, el país está lejos de cumplir con una meta que esté al nivel de otras regiones del mundo. En la mayoría de países de la Unión Europea se aprovecha hasta el 67 % de los residuos generados" (Semana Sostenible, 2018)este es el panorama frente a esta temática en el país donde también el articulo nos comparte que "la solución no es crear más rellenos y alargarles la vida útil, sino que produzcamos menos residuos"; así mismo se presenta un claro ejemplo de la ciudad de Bogotá donde "a inicios de este año, las calles de la capital estuvieron atiborradas de bolsas de basura que no pudieron llegar a su sitio de disposición final.". (Semana Sostenible, 2018) Por lo anterior es de primera necesidad ayudar y contribuir a dicha gestión para mejorar estas cifras y prevenir alteraciones ambientales y enfermedades en la población causadas por la contaminación.

En el siguiente trabajo se presenta el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la Escuela de Logística del Ejército Nacional de Colombia en la ciudad de Bogotá, dando solución a la problemática ambiental y sanitaria (Observar Figura 1) que genera el manejo inadecuado de los residuos sólidos, dando a conocer oportunidades de mejora para la reutilización y reincorporación de los mismos como materia prima para la fabricación de nuevos productos.

Este proyecto se desarrolló en tres etapas; en la primera se realizó un diagnóstico y evaluación del estado actual de la gestión de los residuos sólidos que se generan durante la ejecución de diferentes actividades en la Escuela de Logística, con el fin de formular el PGIRS teniendo en cuenta la necesidad que se evidencia y contemplando los lineamientos de normativa ambiental vigente.

Considerando lo anterior, y dando ejecución continua a dichas actividades se facilitará el cumplimiento de los lineamientos ambientales frente al manejo de los residuos sólidos por parte de la Escuela de Logística del Ejercito Nacional, evitando riesgos a la salud en la población habitante y sanciones por parte de las entidades competentes

A continuación se encuentra la Figura 1, donde se visualiza el problema.

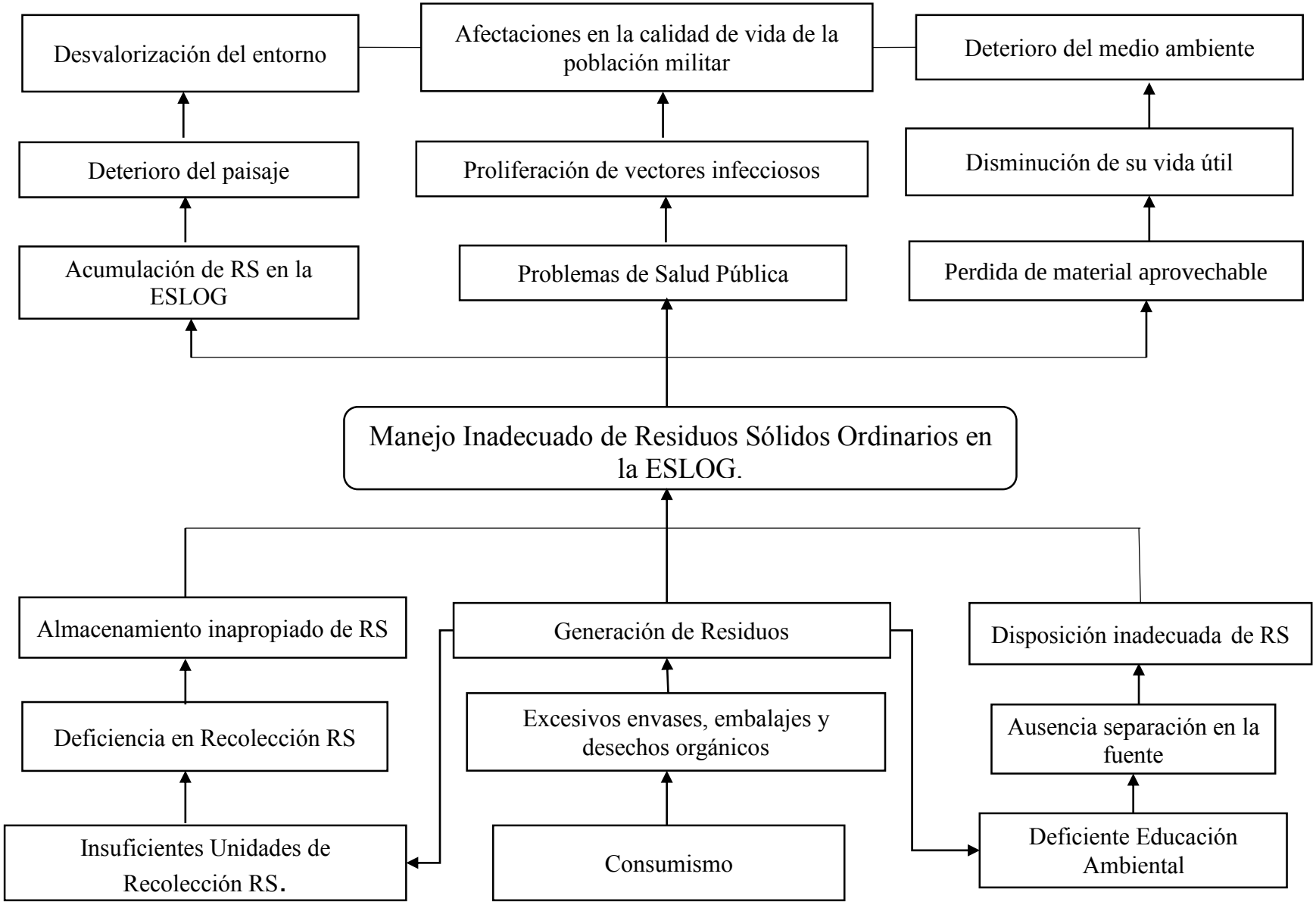


Figura 1 Problema

Fuente: Autor

2. MARCO LEGAL

- Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico. RAS 2012 Titulo F, Sistemas de Aseo Urbano.
- Resolución 754 del 25 de Noviembre de 2014. PGIRS
- Ley 23 de 1973, Recursos Naturales y Protección al Medio Ambiente.
- Ley 9 de 1979, Código Sanitario
- Constitución Política de Colombia de 1991
- Resolución 0330 de 2017
- Decreto 1077 de 2015
- CONPES 3874 de 2016, Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos
- GTC 24, Guía Técnica Colombiana ICONTEC
- Decreto 400 de 2004 Aprovechamiento de Residuos Sólidos

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Formular el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Ordinarios para la Escuela Logística del Ejercito Nacional en la ciudad de Bogotá.

3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la generación, composición física y segregación de los Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG.
- Establecer condiciones de transporte, almacenamiento y aprovechamiento de los Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG.
- Realizar campañas de sensibilización en la temática de Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG.

4. JUSTIFICACIÓN

"En Colombia las causas asociadas a la generación de residuos han llevado a que hoy se reporten cifras aproximadas de 27.000 toneladas diarias generadas de residuos sólidos y se llegue a las casi 250.000 toneladas anuales generadas para el caso de los residuos peligrosos. La generación de residuos es, de momento, una actividad poco controlable". (Ochoa Miranda, 2016)

En nuestro país es de gran importancia que instituciones, empresas e industrias promuevan la gestión ambiental, cualifiquen el uso racional de los recursos naturales y servicios públicos, formulen un adecuado manejo de los residuos sólidos; ejecutando buenas prácticas que beneficien la protección y conservación de los ecosistemas y entornos, minimizando la contaminación y por ende las problemáticas ambientales y sociales. Por este motivo se diseña un PGIRS para la Escuela de Logística del Ejercito Nacional identificando la necesidad de que exista este documento en la institución, siendo una gran oportunidad de aplicar los conocimientos adquiridos en el transcurso de la academia contribuyendo a la mejora continua de la Gestión Ambiental especialmente en el manejo de los Residuos Sólidos Ordinarios; y generando beneficios a la comunidad.

Para finalizar con lo propuesto, se organiza e integra la herramienta de gestión ambiental regulada por la Resolución 754 del 25 de Noviembre de 2014 del Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Sostenible "Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos" (Ministerio de Vivienda, 2014).

5. GENERALIDADES

5.1 *Ubicación*

La Escuela de Logística se encuentra ubicada al Sur-Oriente de la ciudad de Bogotá, en la Calle 11 Sur N° 16 Este – 99 localidad de San Cristóbal, limitando con los barrios Gran Colombia, Vitelma, San Dionisio y el Rio Fucha, ocupando 267 hectáreas en su mayoría reserva forestal, donde se encuentran diferentes unidades militares. (Autor)



Grafica 1 Ubicación de la Escuela de Logística
Fuente: Google Maps

5.2 Temperatura

La temperatura promedio es de 13.1 ºC. Al medio día la temperatura máxima media oscila entre 18 y 20ºC. En la madrugada la temperatura mínima está entre 8 y 10ºC, aunque en la temporada seca de inicio de año, las temperaturas pueden bajar a menos de 5ºC, en las madrugadas. El sol brilla cerca de 4 horas diarias en los meses lluviosos, pero en los meses secos, la insolación llega a 6 horas diarias/día. (IDEAM)

5.3 Precipitación

El promedio de lluvia total anual es de 797 mm. Durante el año las lluvias se distribuyen en dos temporadas secas y dos temporadas lluviosas. Los meses de enero, febrero, julio y agosto son predominantemente secos Las temporadas de lluvia se extienden desde finales de marzo hasta principios de junio y desde finales de septiembre hasta principios de diciembre. En los meses secos de principios de año, llueve alrededor de 8 días/mes; en los meses de mayores lluvias puede llover alrededor de 18 días/mes. (IDEAM)

5.4 *Reseña Histórica*

La Escuela de Logística del Ejército Nacional, fue creada como Escuela de Apoyo de Servicios para el Combate mediante la Disposición No. 013 de fecha 21 de diciembre 1966 del Comando del Ejército, la cual fue aprobada posteriormente mediante la Resolución No. 08311 de fecha 30 de diciembre de 1966 del Ministro de Defensa Nacional con base al Artículo 33 del Decreto1707 de 1960, su activación se produjo el 02 de enero de 1967, Posteriormente mediante Resolución No 0019 del 01 de octubre de 1983 se denominó con el nombre que aún conserva hoy de ESCUELA DE LOGÍSTICA, disposición 015, actualmente cuenta con un régimen especial en conformidad con el Artículo 137 de la Ley 30 de 1992 y está facultada por el Ministerio de Educación Nacional para ofrecer programas de educación superior siendo el carácter académico de la Escuela de INSTITUCIÓN DE EDUCACIÓN SUPERIOR. (Escuela de Logistica Del Ejercito Nacional, 2018)

5.5 *Misión*

Somos una Institución de Educación Superior con enfoque militar que pretende formar integralmente profesionales logísticos y ciudadanos críticos con amplio sentido social, ético y político. Perfeccionamos las competencias investigativas y el espíritu emprendedor, a través de una cualificación permanente de las competencias transversales de la persona (Competencias del Ser). En concordancia con los avances de la ciencia & tecnología, sustentamos con responsabilidad social, el desarrollo económico, político, social, educativo y cultural de la logística en Colombia, tanto en los ámbitos local y regional, como a nivel nacional y global. (Escuela de Logistica Del Ejercito Nacional, 2018)

5.6 *Visión*

En el año 2020, la Escuela de Logística será la institución de educación superior líder en los procesos de formación integral en el área logístico – administrativa, así como en los proyectos de investigación en ésta área, que impacten de forma positiva la Logística en Colombia. Mantendremos el posicionamiento y el liderazgo en la doctrina logística de las FFMM, como referente para las otras escuelas en el entorno logístico. (Escuela de Logistica Del Ejercito Nacional, 2018)

6. METODOLOGÍA

Para el diseño del PGIRS en la Escuela de Logística del Ejército Nacional, se tuvo en cuenta metodología de tipo cualitativa-cuantitativa, desarrollada en tres etapas; se contempla el Decreto 1077 para el planteamiento y ejecución de cada etapa (Ministerio de Educaciòn Nacional, 2015).

Así mismo, se contempla el objeto de la Ley 23 de 1973, Art. 1 "Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional" (Congreso de Colombia, 1973)

6.1. ETAPA 1
DETERMINAR LA GENERACIÓN, COMPOSICIÓN FÍSICA Y SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORDINARIOS EN LA ESLOG.

Se contempla la normativa Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico-RAS Titulo F donde manifiesta que se debe realizar un diagnóstico de la situación actual en la institución "que permita la identificación del problema general con sus causas y consecuencias, en materia de salud pública, de impacto negativo al medio ambiente" (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012) a continuación se describe:

En esta etapa se recopilo y verifico la información existente en la ESLOG, sobre la procedencia de residuos generados, su composición y segregación; como componente principal del plan, lo que permitió realizar un diagnóstico del estado actual, de modo que se formulara el PGIRS de forma adecuada con base en la necesidad que se presenta.

Las actividades que se ejecutaron para obtener el diagnostico fueron:

- ✓ Se identificó la cantidad de residuos generados por la población militar dentro de la ESLOG, mediante la toma de los siguientes datos:
  - Mes, Día
  - Cantidad de residuos generados (Kg)
  - Número de personal militar dentro de la ESLOG

Durante 30 días continuos entre los meses Julio y Agosto, en el actual contenedor de disposición final ubicado dentro de la escuela.

Con base en los datos obtenidos "Uno de los principales indicadores para analizar la generación de residuos sólidos ordinarios es la producción per cápita (PPC), que indica la tasa de generación de residuos por habitante al día, este valor permite un análisis de la generación de residuos tomando series históricas del mismo, puede indicar el crecimiento o decrecimiento en la producción de residuos, así como la efectividad de las campañas de reutilización y minimización de residuos aplicadas en varias ciudades" (Ochoa Miranda, 2016); se calcula la PPC mediante la siguiente formula:

$$PPC = \frac{W}{N°}$$

Donde:

- PPC = Producción Per Cápita
- W = Cantidad de residuos generada en Kg.
- N° = Numero de personal civil y militar presente.

Se analizaron los datos con base en las siguientes ecuaciones, (CEPIS) :

$$Media\ (\dot{X}) = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$Desviación\ Estandar\ (\sigma) = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \dot{X})^2}{n}}$$

$$Coeficiente\ de\ Variación\ (CV) = \frac{\sigma}{\dot{X}}$$

$$Asimetria\ (\propto_3) = \frac{\sum(x_i - \dot{X})^3}{\sigma^3}$$

$$Curtosis\ (\propto_4) = \frac{\sum(x_i - \dot{X})^4}{\sigma^4}$$

- ✓ Posteriormente se aplica el método de cuarteo, (CEPIS)

Donde se toma una muestra representativa de residuos sólidos generados en un día, se abren cada una de las bolsas donde se encuentran los residuos y con ellos se realiza una circunferencia lo más uniforme posible con todos los residuos, de esta se extrae un cuarto, con la cantidad de residuos extraída en el cuarto, se procede a realizar una circunferencia similar a la anterior y se extrae otro cuarto, y así sucesivamente.

El método de cuarteo se realizó cuatro veces hasta obtener una muestra representativa y manejable de los residuos generados durante el día, de allí se empezó a realizar la caracterización de residuos separando de acuerdo a su composición:

- Cartón
- Metal
- Vidrio
- Papel
- Plástico
- Orgánico

Se aplicó el proceso durante 4 semanas, tomando de cada una Lunes, Miércoles y Viernes realizando la actividad mencionada; a continuación se representa gráficamente el desarrollo del método:

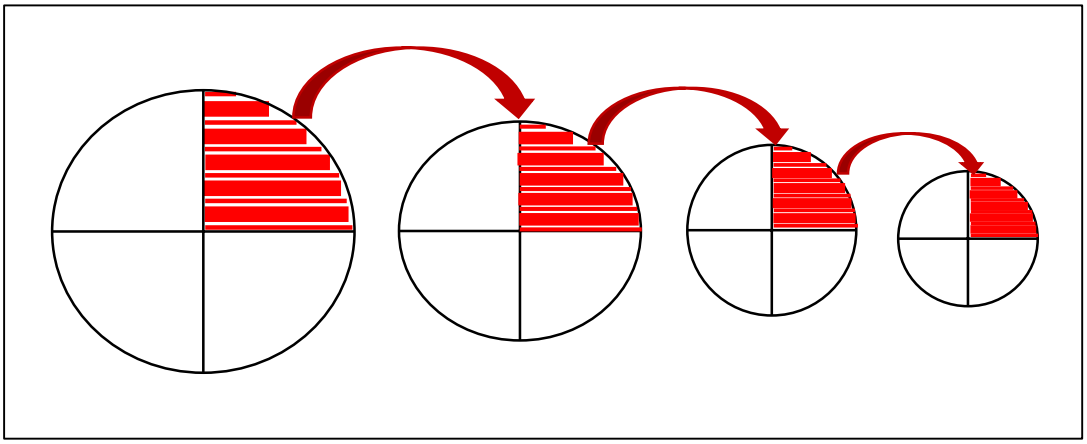


Figura 1. Caracterización de Residuos Sólidos. Método del Cuarteo
Fuente: Autor

Una vez separados los residuos de acuerdo a su composición, se procede a pesar cada tipo de residuo generado con el fin de obtener la cantidad de cada material en kilogramos (Kg), y porcentaje (%), identificando el nivel potencial de generación de estos residuos permitiendo el análisis de alternativas de reutilización; mediante la siguiente formula:

$$P = \left(\frac{W_i}{W_T}\right) * 100$$

Donde:

- P = Porcentaje material potencial aprovechable (MPA)
- W_i = Cantidad de MPA (Vidrio, cartón, plástico, papel).
- W_T = Cantidad residuos total en el día.

Con los datos adquiridos se realiza una estadística de tipo cuantitativa – cualitativa, con un enfoque descriptivo el cual "es una forma de estudio para saber quién, dónde, cuándo, cómo y porqué del sujeto de estudio" (Namakforoosh, 2005), describiendo las características propias de los residuos.

6.2. ETAPA 2
ESTABLECER CONDICIONES DE TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ORDINARIOS.

Garantizando el cumplimiento de la Ley 9 de 1979 y en consecuencia la protección del medio ambiente, prevalecen las siguientes directrices con el fin de que el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos para la ESLOG este orientado según la normativa vigente.

"No se podrá efectuar en las vías públicas la separación y clasificación de las basuras. El Ministerio de Salud o la entidad delegada determinara los sitios para tal fin" (Congreso de Colombia, 1979)

"Ningún establecimiento podrá almacenar a campo abierto o sin protección las basuras provenientes de sus instalaciones, sin previa autorización del Ministerio de Salud o la entidad delegada." (Congreso de Colombia, 1973)

“Cualquier recipiente colocado en la vía pública para la recolección de basuras, deberá utilizarse y mantenerse en forma tal que impida la proliferación de insectos, la producción de olores, el arrastre de desechos y cualquier otro fenómeno que atente contra la salud de los moradores o la estética del lugar” (Congreso de Colombia, 1979)

Se establecieron las condiciones de transporte, almacenamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos según el RAS 2012 Titulo F y las especificaciones correspondientes; para lo cual se utilizaron las siguientes ecuaciones:

(Moreno, 2006)

$$\forall Recipiente = \frac{W_{RSU} * FR}{\rho RSUSueltos}$$

Donde:

$\forall Recipiente$= Volumen del recipiente (m^3)

W_{RSU}= Cantidad de Residuos en la ESLOG (Kg/día)

$\rho RSUSueltos$= Peso específico RSU no compactados (315 Kg / m^3)

FR= Factor frecuencia de recolección

$$W_{Recipiente} = \frac{7 * N_{HE} * PPC}{F}$$

Donde:

$W_{Recipiente}$= Peso del recipiente

N_{HE}= Numero habitantes en la ESLOG

PPC= Producción Per Cápita

F= Frecuencia de recolección (días)

$$N_C = \frac{W_{RSU}}{\rho RSUSueltos * \forall Recp}$$

Donde:

N_C= Número de Contenedores

$\rho RSUSueltos$= Peso específico RSU no compactados (315 Kg / m^3)

$\forall Recp$= Volumen recipiente comercial.

Para garantizar que el proceso lograra un eficaz resultado fue necesario tener en cuenta aspectos operacionales como el manejo con la recolección y transporte temporal de los residuos, identificando los contenedores que deben estar dentro de la institución, de acuerdo al volumen y peso de residuos generado por cada material; así mismo se especificó un sistema de almacenamiento temporal como Centro de Acopio de los residuos orgánicos e inorgánicos, los

reutilizables y los reciclables; para ello la población militar debe ser responsable de los residuos, desde su generación hasta su disposición final. Para diseñar el Centro de Acopio se tuvo en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$\forall = A * H \qquad A = \frac{\forall}{H} \qquad \forall = \frac{W_{RSU}}{\rho_{RSU\ Sueltos}}$$

∀= Volumen

A= área

H= Altura

Factor de Seguridad = 3

En esta etapa no se contó con planos, ni mapas de la Escuela de Logística, para realizar las rutas internas de recolección, ya que esta información es confidencial y por motivos de seguridad no es posible acceder a ella. Sin embargo, mediante esquemas se representa gráficamente la adecuada ruta de recolección interna de residuos sólidos y con ayuda de un mapa en Google Earth se realizó el plano y se planteó la mejor ruta de recolección interna de la ESLOG, entregando a la empresa PROMOAMBIENTAL DISTRITO S.A.S ESP, encargada de su tratamiento y disposición final.

6.3. ETAPA 3
REALIZAR CAMPAÑAS DE SENSIBILIZACIÓN EN LA TEMÁTICA DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS.

Según la constitución de nuestro país, “Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.” (Constitución Politica de 1991). La comunidad de la ESLOG en contribución a esta norma hace parte de las diferentes campañas de sensibilización que incentivan la educación ambiental.

Se fomentó una cultura ambiental en el manejo de los residuos sólidos dentro de la Escuela de Logística, inicialmente con el personal (soldados) que participó al realizar el diagnóstico de los mismos; y con la práctica hecha en campo sensibilizar a la población que allí se encuentra.

De igual forma, se estableció realizar una capacitación mensual con personal civil y militar de las distintas dependencias en auditorios de la ESLOG, respecto a temáticas de residuos sólidos, su clasificación, caracterización, reciclaje, días mundiales ambientales, estrategias de prevención y riesgos a la salud pública; promoviendo la participación de la población en estos espacios desde el área de Gestión Ambiental; en la ejecución de las capacitaciones se evaluó al personal asistente mediante pruebas escritas de máximo cinco (5) preguntas acerca del tema expuesto, contando con el apoyo del Gestor Ambiental.

7. DESARROLLO

La pasantía se desarrolló en el área de Gestión Ambiental de la Escuela de Logística quien implementa acciones para ampliar los conceptos de medio ambiente, emite el programa de educación militar en la Escuela, así mismo asesora, coordina y supervisa el cumplimiento de las actividades ordenadas para fomentar cultura ambiental en el personal civil y militar promoviendo el manejo adecuado de los recursos naturales y el control de estos, difunde y socializa a las dependencias los boletines jurídicos y ambientales que son enviados por la sección de gestión ambiental y ecosistemas del comando de ingenieros (COING), con el fin de divulgar dicha información entre el personal.

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se dio inicio a:

7.1 Determinar la generación, composición física y segregación de los Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG

Se evidencio dentro de la institución el mal manejo de los residuos por parte de la población civil y militar debido a la falta de educación ambiental sobre esta temática, ausencia de puntos ecológicos y de contenedores apropiados en la zona; por tal motivo se tuvo en cuenta las funciones, actividades y procesos que se desarrollan en cada área, identificando de esta manera los residuos sólidos que cada una genera internamente.

Para diseñar el PGIRS se inició con el diagnóstico, donde se recolectaron los datos de cantidad de residuos generados al día por la población civil y militar durante el periodo de un mes (30 días), dando inicio al compromiso con el proyecto; obteniendo los siguientes datos:

GENERACIÓN DE RESIDUOS					
	MES	***DÍA***	***PRODUCCIÓN (KG)***	***# PERSONAS (ESLOG)***	**PPC (Calculado)**
1	JULIO	25	117,4	192	0,61
2	JULIO	26	184,3	250	0,74
3	JULIO	27	113,3	110	1,03
4	JULIO	28	94,3	106	0,89
5	JULIO	29	98,2	113	0,87
6	JULIO	30	102,4	120	0,85
7	JULIO	31	125,4	217	0,58
8	AGOSTO	1	160,4	192	0,84
9	AGOSTO	2	133,7	187	0,71
10	AGOSTO	3	186,3	250	0,75
11	AGOSTO	4	110,6	152	0,73
12	AGOSTO	5	69,1	227	0,30
13	AGOSTO	6	119,6	195	0,61

14	AGOSTO	7	111,8	170	0,66
15	AGOSTO	8	105,8	157	0,67
16	AGOSTO	9	112,5	167	0,67
17	AGOSTO	10	115,19	171	0,67
18	AGOSTO	11	104,4	155	0,67
19	AGOSTO	12	108,7	167	0,65
20	AGOSTO	13	122,9	150	0,82
21	AGOSTO	14	129,5	150	0,86
22	AGOSTO	15	113,2	154	0,74
23	AGOSTO	16	129,8	155	0,84
24	AGOSTO	17	81,7	145	0,56
25	AGOSTO	18	97,4	110	0,89
26	AGOSTO	19	95,7	110	0,87
27	AGOSTO	20	96,9	115	0,84
28	AGOSTO	21	82,9	160	0,52
29	AGOSTO	22	131,4	156	0,84
30	AGOSTO	23	133,1	158	0,84
TOTAL		***30***	3487,89	4861	0,72

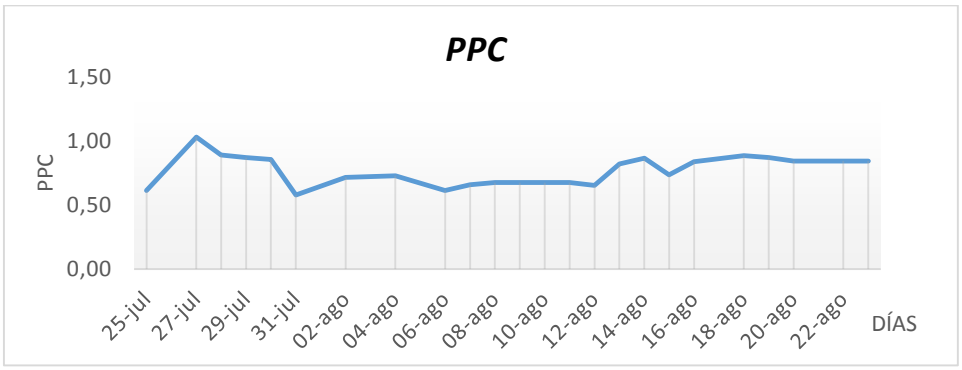
Tabla 1 Generación de Residuos
Fuente: Autor

Para el cálculo de la producción per cápita PPC se utilizó la siguiente formula:

$$PPC = \frac{W}{N°} = \frac{116.3\ Kg/dia}{162\ háb} = 0.72 \frac{Kg/día}{háb}$$

Se evidencia una PPC promedio de $0.72 \frac{Kg/día}{hab}$ para la Escuela de Logística; según la Resolución 0330 de 2017 y el RAS 2012 Titulo F con la tabla de Valores Indicativos de la Producción *per cápita* para municipios colombianos, se clasifica en un nivel de complejidad Bajo dado que la población habitante de la institución no supera los 12000 háb tal y como lo establece la norma; encontrándose por debajo del valor máximo de generación de residuos el cual es de $0.75 \frac{Kg/día}{hab}$.

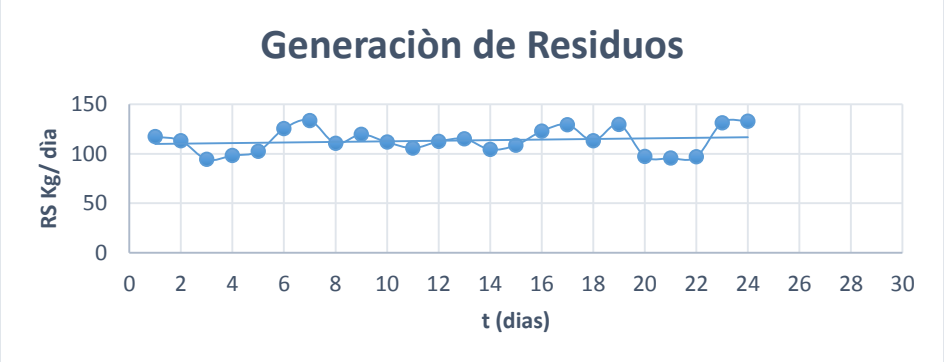
Dicha PPC generada en la Escuela de Logística se debe a las diferentes actividades que en ella se realizan, (Ceremonias y/o eventos, presencia de otras unidades militares en la institución) teniendo días pico de mayor y menor producción de residuos de acuerdo a las acciones realizadas en la institución, a continuación se presenta una gráfica que representa la producción per cápita en los meses de Julio y Agosto, con un pico mayor en el día 27 de Julio con una PPC de $1.03 \frac{Kg/día}{hab}$ y 110 personas dentro de la institución debido a la ceremonia de graduación por estudiantes de la Eslog, en dicha actividad hubo mayor consumo de alimentos, bebidas y generación de residuos papelería; por el contrario se presentó un pico menor el día 31 de Julio con una PPC de $0.58 \frac{Kg/día}{hab}$ y 217 personas, dado que la mayor parte del tiempo el personal militar se mantuvo en reuniones y conferencias intermitentes dentro de la institución por lo que no hubo consumo de almuerzo ni alimentación como se realiza normalmente.



Grafica 2 Producción Per Cápita
Fuente: El Autor

En la Tabla 1, se observan valores atípicos en la generación de los residuos dentro de la institución, "Estos valores extremos se refieren a datos univariados que son inconsistentes con el resto de la información. Los valores extremos ocurren a menudo debido a errores de medición, ya sea por mal funcionamiento del equipo o por negligencia del personal, falta de mantenimiento de los instrumentos, etc." (Quevedo Urías & Perez Salvador, 2014), por tal razón se fija no tenerlos en cuenta ya que "Estos valores, una vez analizados se pueden eliminar o retener, si se sabe que son, en realidad, valores extremos. Si es así es necesario eliminarlos porque pueden distorsionar el modelo de regresión ajustado a causar serios errores en los cálculos de regresión" (Quevedo Urías & Perez Salvador, 2014).

Con la eliminación de seis (6) valores atípicos se generan unos cálculos estadísticos de mayor confiabilidad y asimetría en la generación de residuos dentro de la Escuela de Logística; tal y como se observa en la siguiente gráfica:



Grafica 3 Generación de Residuos
Fuente: El Autor

Con los siguientes resultados en los estándares analizados:

N	24
Xi	12,5
Yi	113,47
σ	12,374
LIMITE MAX	125,84
LIMITE MIN	101,09
CV	10,9%
P	0,01
q	0,01
RE	0,0118924
α^3	0,1176073
α^4	1,8545534

Tabla 2 Análisis Resultados

Fuente: Autor

La anterior estadística sobre generación de residuos obtenida en la Escuela de Logística permite visualizar y disponer de datos confiables, regulares, representativos y comparables dentro de los criterios estadísticos, para así poder cuantificar la cantidad total de residuos generados en dicha institución evaluando el estado actual de los mismos y con ello generando el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

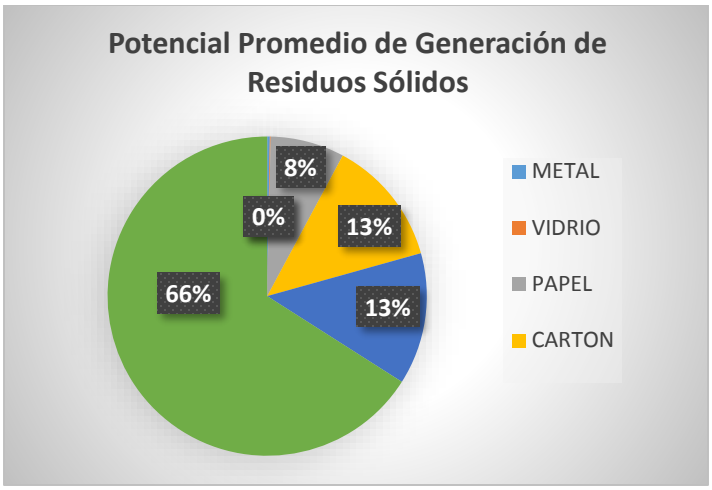
Después de evidenciar la cantidad de residuos generados y la PPC en la institución se procede a ejecutar el método de cuarteo, donde en la muestra representativa se inicia una descripción cualitativa en la separación de material de acuerdo a su composición para identificar el potencial de residuos aprovechable y no aprovechable.

Con el desarrollo de este método se lograron obtener los siguientes datos tomados de dos (2) muestras representativas durante cuatro (4) semanas en las cuales se desarrolló:

DATOS														
SEMANA	*METAL*	*%*	*VIDRIO*	*%*	*PAPEL*	*%*	*CARTÓN*	*%*	*PLÁSTICO*	*%*	*ORGÁNICOS*	*%*	*TOTAL MUESTRA*	*%*
1													100%	
130,085 Kg	0	0%	0,015	1%	0,237	11%	0,413	20%	0,357	17%	1,05	51%	**2,072**	100%
113,560 Kg	0	0%	0	0%	0,178	10%	0,231	13%	0,248	14%	1,08	62%	**1,737**	100%
2														
120,080 Kg	0,015	1%	0	0%	0,164	9%	0,282	15%	0,287	15%	1,12	60%	**1,868**	100%
84,9 Kg	0	0%	0	0%	0,098	7%	0,102	8%	0,117	9%	1,01	76%	**1,327**	100%
3														
85,5 Kg	0	0%	0	0%	0,025	2%	0,213	15%	0,141	10%	1,03	73%	**1,409**	100%
129,5 Kg	0,026	1%	0	0%	0,197	10%	0,357	18%	0,312	16%	1,11	55%	**2,002**	100%
4														
113,2 Kg	0	0%	0	0%	0,113	7%	0,134	8%	0,228	13%	1,24	72%	**1,715**	100%
100,9 Kg	0	0%	0	0%	0,062	4%	0,091	6%	0,193	12%	1,23	78%	**1,576**	100%

Tabla 3 Método de Cuarteo
Fuente: Autor

Con los resultados obtenidos en la Tabla 2 a continuación se ilustra el potencial promedio de generación de residuos encontrado en la Escuela de Logística según muestras representativas y método de Cuarteo:



Grafica 4 Potencial Promedio día Generación RS
Fuente: Autor

Según la Gráfica 4 se evidencia que un 66% de los Residuos generados en la institución *NO* es aprovechable, mientras que un 34% de los mismos *SI* genera potencial de aprovechamiento beneficiando a la población que allí se encuentra.

El 66% de los residuos generados son orgánicos y de acuerdo a lo que plantea el RAS 2012 Título F "Los residuos sólidos orgánicos cocinados que han tenido contacto con saliva (residuos de restaurante por ejemplo), no son óptimos para procesos de compostaje. Este tipo de residuos pueden ser tratados en procesos de degradación biológica cerrados o anaerobios con fines de valorización energética o llevados a disposición final en rellenos sanitarios." Por lo tanto se entregaran a la empresa encargada de su recolección Promoambiental Distrito S.A.S. ESP para efectuar la disposición final en el relleno sanitario de la ciudad.

Así mismo con el 34 % de Material Potencial Aprovechable (MPA) y de acuerdo al Decreto 400 de 2004 el cual "tiene por objeto la reglamentación tendiente al eficiente manejo de los residuos sólidos producidos, tanto por las entidades distritales, como por los servidores pertenecientes a ellas, buscando como objetivo central su adecuado aprovechamiento."; se entregara el MPA a una asociación de recicladores por valor de $0 COP, y como institución la ESLOG contribuye a la Responsabilidad Social ante la comunidad.

Por lo anterior este cambio también será positivo desde la perspectiva económica, ya que actualmente se paga la recolección de los residuos totales a la empresa Promoambiental, sin discriminación del material que se entrega, de esta manera ya no se entregara el 100% de los residuos, pues la cantidad en Kg que se proyecta recoger disminuirá y por ende el costo de esta recolección también será menor al que actualmente manejan; a continuación se menciona un ejemplo ficticio para contextualizar dicho ahorro:

“Actualmente por la recolección del 100% de los residuos se cancela $ 1´000.000, con lo anterior la empresa recolectora se encargara de solo un 66 % de los residuos totales para disponer el relleno sanitario, mientras que el 34% restante compuesto por MPA (Material Potencial Aprovechable) se entregara a una Asociación de Recicladores contribuyendo a la Responsabilidad Social; por lo tanto el pago total que se realizara a la empresa Promoambiental será de $ 660.000 que equivalen al 66% del valor total, y los $340.000 restantes podrán ser invertidos por la institución en otras actividades de su necesidad.”

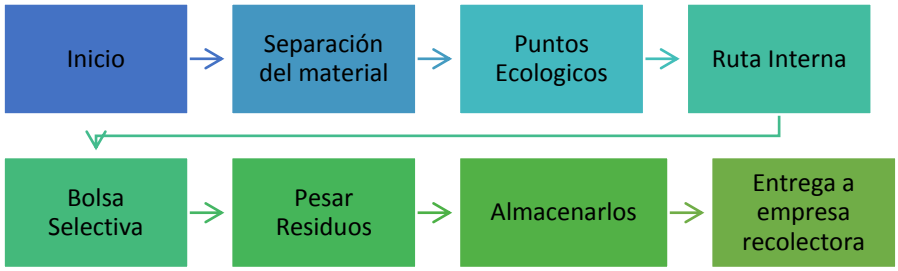
7.2 Fijación de condiciones de transporte, almacenamiento y aprovechamiento de los Residuos Sólidos en la ESLOG.

Se contemplan los lineamientos descritos en el RAS 2012 Titulo F, y las modificaciones correspondientes según Resolución 0330 de 2017

7.2.1 Transporte y rutas internas de recolección

Ya que no se cuenta con un mapa o plano de la institución por motivos de confidencialidad, se realizó una representación gráfica de la Escuela de Logística, donde se establecieron internamente las rutas de recolección para el manejo de los residuos sólidos, se tuvo en cuenta la ubicación de cada una de las áreas y según el diagnóstico anteriormente descrito se contempló la cantidad de residuos que generan, de esta manera el personal seleccionado en realizar la ruta, debe contar con las capacitaciones correspondientes al manejo de residuos sólidos y portar los elementos de protección personal. (Ver Anexo A y B)

Mediante el siguiente esquema se da a conocer el proceso que se debe seguir para la recolección de los residuos sólidos en la ESLOG:



Grafica 5 Proceso Recolección de Residuos
Fuente: El Autor

Según la Guía Técnica Colombiana GTC 24 es importante tener un transporte adecuado en la ruta de recolección de tal forma que los residuos se lleven adecuadamente hasta el sitio de almacenamiento, para esto se tiene en cuenta la cantidad de residuos que se transportaran hasta el centro de acopio con un vehículo recolector que facilite el proceso.

Según la PPC obtenida, el personal civil y militar máximo que se encuentra diariamente en la escuela, el porcentaje de residuos reciclables que se generan y la densidad de cada material; se calcula la capacidad del vehículo de recolección interna en la Escuela de Logística, como se observa a continuación:

$$250\ hab * 0.72 \frac{Kg}{hab * día} = 180 \frac{Kg}{día}$$

Con la producción diaria neta y el personal militar máximo que se encuentra en la institución se obtiene el dato de PPC que puede ser generado; a continuación se realizan los cálculos correspondientes para definir qué tipos de recipientes o contenedores deberán ser utilizados en la ruta de recolección interna, donde se tiene en cuenta la densidad de Residuos Sólidos Urbanos Sueltos que según el RAS 2012 Titulo F su densidad se encuentra entre los valores 178 $\frac{Kg}{m^3}$ y 451 $\frac{Kg}{m^3}$; para lo cual se realiza un promedio entre estos valores y se utiliza en valor de 314.5 $\frac{Kg}{m^3}$; para el cálculo correspondiente.

El volumen del recipiente y/o vehículos recolectores son calculados con base en la siguiente ecuación.

(Moreno, 2006)

$$\forall Recipiente = \frac{W_{RSU} * FR}{\rho RSUSueltos} = \frac{180 \frac{Kg}{día} * 1}{315\ \frac{Kg}{m^3}} = 0.57\ m^3 * \frac{1000\ l}{1\ m^3} = 571.42\ l$$

Donde:

$\forall Recipiente$= Volumen del recipiente (m^3)

W_{RSU}= Cantidad de Residuos en la ESLOG (Kg/día)

$\rho RSUSueltos$= Peso específico RSU no compactados (315 Kg / m^3)

FR= Factor frecuencia de recolección (4) (días) (1 a 3 veces por semana)

FR= 1 (F= Diaria); 2 (F= 4 veces * semana); 3 (F= 3 veces * semana); 4 (F= 2 veces * semana); 7 (F= 1 vez * semana) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

$$\forall Recipiente\ Total = \forall Recipiente * \beta = 571.41\ l * 1.25 = 714\ l$$

Debido al volumen de residuos generado se recomienda utilizar tres (3) vehículos recolectores para efectuar dicha actividad en cada una de las jornadas Mañana – Tarde.

A continuación, se calcula el peso del o los recipientes a utilizar en la ruta de recolección interna;

(Collazos, 1996) & (Pineda, 1998)

$$W_{Recipiente} = \frac{7 * N_{HE} * PPC}{F} = \frac{7 * 125\ háb * 072 \frac{Kg}{háb\ *\ día}}{7} = 90\ kg$$

Donde,

F= Frecuencia de recolección (días)

De acuerdo al peso de los recipientes este será distribuido en los 3 vehículos recolectores, así mismo el volumen total se distribuirá, para lo cual una (1) persona se encargara de realizar dicha labor en las dos (2) jornadas de recolección.

$$N_{Recipientes} = \frac{\forall Comercial}{\forall Recipiente} = \frac{240}{238} = 1$$

Según los anteriores datos para una ruta de recolección interna con frecuencia diaria se generan 714 *l* de residuos sólidos urbanos sueltos, por lo que se recomienda realizar dicha ruta diariamente y mediante (3) vehículos como lo muestra el Anexo C; con una (1) persona encargada para recoger en cada área dicho material y posteriormente disponerlos en el centro de acopio; cumpliendo con los lineamientos de ruta de recolección planteados en el RAS 2012 Titulo F.

7.2.2 Almacenamiento y Aprovechamiento de los Residuos Sólidos en la Escuela de Logística

Para este ítem de igual forma se contemplan los lineamientos descritos en el RAS 2012 Titulo F, y las modificaciones correspondientes según Resolución 0330 de 2017 así como la GTC 24.

Se identificó en la Escuela de Logística un contenedor de almacenamiento temporal inadecuado para todos los residuos generados, ya que no cuenta con una infraestructura óptima, se encuentra ubicado al aire libre en la zona del parqueadero y no presenta señalización que corresponda a la identificación del área de almacenamiento, generando en algunas ocasiones malos olores y proliferación de vectores que afectan directamente al personal militar y civil de la ESLOG.

Se cuenta con un centro de acopio para los residuos reciclables, pero este no cumple con las características mínimas, como lo describe la Guía Técnica Colombiana GTC 24.

Por tal motivo a continuación se estipulan todas las características que debe tener un adecuado almacenamiento de residuos sólidos desde la separación en la fuente hasta su almacenamiento temporal para su posterior aprovechamiento y disposición final.

7.2.2.1 Separación en la fuente

La Escuela de Logística en cada una de las áreas cuenta con recipientes unifuncionales donde se depositan todo tipo de residuos y existen dos (2) puntos ecológicos ubicados respectivamente en las dos (2) cafeterías de la institución. Sin embargo, a estos puntos no se les da el uso adecuado.

"La separación en la fuente es una actividad que debe realizar el generador de los residuos con el fin de seleccionarlos y almacenarlos en recipientes o contenedores para facilitar su posterior transporte, aprovechamiento, tratamiento o disposición. Esto garantiza la calidad de los residuos aprovechables y facilita su clasificación, por lo que los recipientes o contenedores empleados deberían ser claramente diferenciables, bien sea por color, identificación o localización." (ICONTEC, 2009).

Por lo tanto, se tiene en cuenta la siguiente tabla para la identificación correcta de los materiales residuales.

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
NOTA 1 Se recomienda que cada generador establezca un código de colores particular para aquellos residuos no incluidos en la tabla. NOTA 2 Se recomienda consultar la legislación local vigente para verificar si existe algún código de colores establecido por la autoridad competente. NOTA 3 Para residuos peligrosos se establecerá el código de colores e iconos en la guía para residuos peligrosos. NOTA 4 Los colores establecidos en la tabla obedecen a la normativa aplicable		

Tabla 4 Código de Colores
Fuente: GTC 24

Con base en la Tabla 4, se recomienda la siguiente categorización de residuos sólidos para la ESLOG.



Grafica 6 Clasificación y Código de Colores
Fuente: Autor

Para las diferentes áreas de la institución y de acuerdo a la clasificación y código de colores planteado, se recomienda reemplazar gradualmente los recipientes actuales unifuncionales por recipientes de tres comportamientos para una óptima separación en la fuente desde oficinas y/o auditorios; tal y como se muestra en la siguiente gráfica:



Grafica 7 Caneca de tres cuerpos para clasificación de residuos
Fuente: www.canecasparareciclaje.com

Las canecas deben ser solicitadas por el gestor ambiental de la Escuela de Logística, quien debe organizar los recursos para la dotación mensual de estos recipientes.

7.2.2.2 Almacenamiento temporal

La frecuencia de recolección por la empresa encargada de los residuos reciclables para su posterior aprovechamiento es de 1 vez por semana, así como de los residuos orgánicos y ordinarios es de tres (3) veces por semana; a continuación, se recomienda los contenedores adecuados para el almacenamiento temporal de dichos residuos con base en el volumen generado.

Se realizan los cálculos correspondientes para determinar el volumen máximo de residuos generado de acuerdo a la frecuencia de recolección y la capacidad que deben tener los contenedores, según PPC, porcentaje de residuos y densidad de cada material.

- *Orgánicos (66%)*

$$180\,\frac{Kg}{día} * 0.66 = 118.8\,\frac{Kg\ Organico}{día}$$

El volumen de almacenamiento es calculado con base en la densidad promedio de los Residuos Sólidos Urbanos Sueltos, según el RAS 2012 Titulo F (315 Kg/m^3).

(Moreno, 2006)

$$\forall Recipiente = \frac{W_{RSU} * FR}{\rho RSUSueltos}$$

Donde:

$\forall Recipiente$= Volumen del recipiente (m^3)

W_{RSU}= Cantidad de Residuos en la ESLOG (Kg/día)

$\rho RSUSueltos$= Peso específico RSU no compactados (315 Kg / m^3)

FR= Factor frecuencia de recolección (3) (días) (1 a 3 veces por semana)

FR= 1 (F= Diaria); 2 (F= 4 veces * semana); 3 (F= 3 veces * semana); 4 (F= 2 veces * semana); 7 (F= 1 vez * semana) (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012)

Se obtiene:

$$\forall Recipiente = \frac{118.8\frac{Kg\ R.Organico}{día} * 3}{315\ \frac{Kg}{m^3}} = 1.13\ m^3 * \frac{1000\ l}{1\ m^3} = 1130\ l$$

$$\forall Recipiente\ Total = \forall Recipiente * \beta = 1130\ l * 1.25 = 1413\ l$$

Teniendo en cuenta el volumen comercial de recipientes establecido por (Contenur,2007) se recomiendan contenedores con capacidad de 800 l *Practiwagon Volcador*, estos son usados para el almacenamiento de Residuos Sólidos Urbanos resistentes a la intemperie. Las características

técnicas están especificadas en el Anexo D, a continuación, se calcula el número de contenedores a utilizar para dicho almacenamiento:

$$N_c = \frac{W_{RSU}}{\rho RSUSueltos * \forall Recp} = \frac{357\ Kg}{315\ \frac{Kg}{m^3} * 0.8\ m^3} = 1.42\ \approx 2$$

- *Reciclables (34%)*

$$180 \frac{Kg}{día} * 0.34 = 61.2\ \frac{Kg\ Reciclable}{día}$$

El volumen de almacenamiento es calculado con base en la densidad promedio de los Residuos Sólidos Urbanos Sueltos, según el RAS 2012 Titulo F (315 Kg/m^3).

(Moreno, 2006)

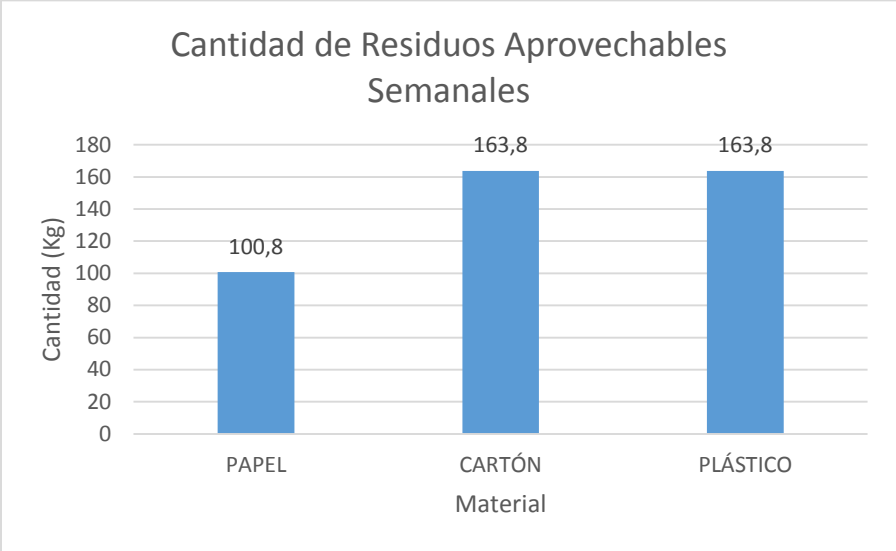
$$\forall Recipiente = \frac{61.2 \frac{Kg\ R.Reciclable}{día} * 7}{315\ \frac{Kg}{m^3}} = 1.36\ m^3 * \frac{1000\ l}{1\ m^3} = 1360\ l$$

$$\forall Recipiente\ Total = \ 1360\ l * \ 1.25 = 1700\ l$$

De la misma manera que en el ítem anterior y contemplando el volumen de recipientes comercial, se recomiendan contenedores con capacidad de 1100 l *Plastic Omnium,* estos son usados para el almacenamiento de Residuos Sólidos Urbanos. Las características técnicas están especificadas en el Anexo E; a continuación, se calcula el número de contenedores a utilizar para dicho almacenamiento:

$$N_c = \frac{W_{RSU}}{\rho RSUSueltos * \forall Recp} = \frac{428.4\ Kg}{315\ \frac{Kg}{m^3} * 1.10\ m^3} = 1.24\ \approx 2$$

Cabe destacar que al contenedor donde actualmente llegan los residuos sin clasificar, tiene un alto potencial de residuos reciclables; como lo muestran los siguientes gráficos:



Grafica 8 Potencial de generación residuos semanal
Fuente: Autor

7.2.2.4 Centro de Acopio

Para el cálculo y dimensionamiento del centro de acopio se tienen en cuenta los parámetros de: Cantidad de Residuos generado por la población y densidad de los mismos, se contempla una altura de 3 metros siguiendo los lineamientos del RAS 2012 Titulo F.

Donde:

$$\forall = A * H \qquad A = \frac{\forall}{H} \qquad \forall = \frac{W_{RSU}}{\rho_{RSU\ Sueltos}}$$

∀= Volumen

A= área

H= Altura

Factor de Seguridad = 3

Para hallar el volumen se tiene en cuenta la cantidad de residuos que puede ser generada por la población en 3 días.

$$\forall = \frac{540\ Kg}{315\ \frac{Kg}{m^3}} = 1.7\ m^3 * 4 = 6.8\ m^3$$

$$A = \frac{6.8\ m^3}{3\ m} = 2.26\ m^2$$

$$l = \sqrt{2.26} = 1.5\ m\ \approx 2\ m$$

El Centro de Acopio contara con una altura de 3 m, un área de base 2.26 m^2, y lados de 2 m. Sujeto a los lineamientos descritos en la GTC 24, su diseño es el Anexo F

Según la GTC 24 los sitios de almacenamiento temporal de residuos deben reunir unas condiciones adecuadas para facilitar el acopio seguro, "Las instalaciones y contenedores deberán contar con las características estructurales, de resistencia química-física y de equipos de emergencia, adecuados para los residuos que allí se almacenen, además deberán:

- Contar con adecuada señalización;
- Permanecer en un estado de orden y aseo;
- Contar con protección para aguas lluvias;
- Contar con iluminación y ventilación adecuados;
- Poseer paredes lisas y de fácil limpieza, pisos duros y lavables, con ligera pendiente al interior;
- Poseer acometida de agua y drenaje para lavado;
- Contar con quipos adecuados para extinción de incendios y con fecha de vencimiento válida;
- Contar con un programa de control de vectores y con elementos que restrinjan el acceso de los mismos, con el fin de conservar los materiales y prevenir focos de enfermedad;
- Tener espacio suficiente por tipo de residuo o recipiente para esta labor
- Disponer de una báscula para establecer un control de generación por indicadores (para sector industrial, comercial, institucional y de servicios);
- No estar ubicados en áreas de espacio público;
- Contar con un sistema de control de olores." (ICONTEC, 2009)

Para el mantenimiento y organización del centro de acopio con los contenedores que en él se encuentren, se recomienda realizar el proceso de limpieza y desinfección dos (2) veces al mes, preferiblemente en los días y horarios después de la recolección por las empresas encargadas garantizando la ausencia de residuos dentro del espacio y facilitando la limpieza del mismo.

Finalmente, para la Escuela de Logística se recomienda que todos los residuos en su recolección estén debidamente empacados, esto con el fin de evitar el contacto directo con el ambiente y el personal encargado de este proceso; el personal civil y militar generador de residuos debe participar continuamente de las campañas de sensibilización aportando al proyecto para que se implemente y ejecute de forma exitosa.

7.3 Sensibilización, conocimiento y manejo adecuado por parte de la población sobre la temática de Residuos Sólidos Ordinarios en la ESLOG.

En la institución Escuela de Logística no existe una correcta información acerca de el por qué, se debe brindar un manejo adecuado a los residuos, el personal civil y militar que allí se encuentra no tiene la formación profesional adecuada para guiar los procesos de la gestión ambiental y sanitaria, pues los cargos que desempeñan no van enfocados a estos conocimientos.

Para que el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) funcione, entre el personal civil y militar fue necesario sensibilizar a cada uno de los miembros de la institución con el fin de que

se apropien de su entorno, aportando a la conservación y mejora de estos espacios; sembrando una cultura ambiental que no se aplicará solamente dentro de la institución, sino que también tendrá aplicación en cada uno de los hogares a los que dicha población pertenece.

Se establecieron y desarrollaron continuamente capacitaciones mensuales frente a la temática de los Residuos Sólidos, dando a conocer las causas, consecuencias, beneficios y desventajas que ocasiona el mal y buen manejo de Residuos, con los siguientes temas:

- ¿Que son los Residuos Sólidos?
- ¿Cómo se clasifican los Residuos Sólidos?
- Composición de los Residuos
- ¿Qué es la Gestión de los Residuos Sólidos?
- Cultura de las erres
- Beneficios económicos, sociales y ambientales
- Impactos sobre la salud publica
- Contaminación del Aire, Agua y Suelo
- ¿Qué es Consumismo?
- ¿Qué es un PGIRS y cuáles son sus objetivos?
- ¿Por qué es importante la participación de la comunidad?
- ¿Cuál es el tratamiento óptimo para los diferentes residuos?

Se plateo el indicador frente a las capacitaciones realizadas y ejecutadas para conocer el porcentaje de cumplimiento, de la siguiente manera:

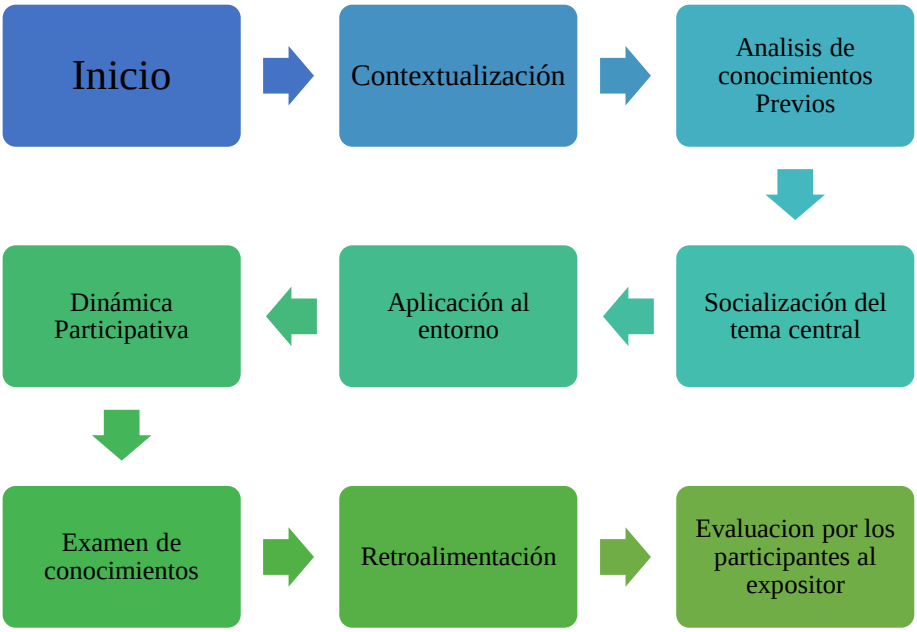
$$\%\ Cumplimiento = \frac{\text{N° Capacitaciones realizadas}}{\text{N° Capacitaciones ejecutadas}} * 100$$

Dando como resultado,

$$\%\ Cumplimiento = \frac{12}{12} * 100 = 100\%$$

Con base en el anterior indicador se alcanzó el objetivo y con apoyo del gestor ambiental se generaron los espacios de (dos) 2 horas entre el personal militar y civil para que accedieran a esta dinámica, darles a conocer el inicio del proyecto y las ventajas que con su implementación podrían evidenciar. Se identificó que muchos de los participantes conocen la temática, fortalecieron sus conocimientos y apoyan dichos procesos para minimizar el deterioro e impacto ambiental que su desconocimiento ocasiona.

A continuación, se representa la dinámica desarrollada en las capacitaciones:



Grafica 9 Dinámica de las Capacitaciones
Fuente: Autor

En algunas capacitaciones no fue posible la asistencia de todo el personal, para esto se realizaron difusiones vía correo electrónico facilitando el aprendizaje mediante folletos del tema socializado, con el fin de sensibilizar a la mayor parte de la población en la Escuela de Logística.

Evidencias fotográficas se visualizan en el Anexo G.

8. CONCLUSIONES

- Se determinó mediante el diagnóstico realizado las fuentes generadoras de residuos, la composición física de los materiales, y segregación que actualmente manejan; donde se evidencio la ausencia de un control ambiental frente a las falencias que esto ocasiona en la población civil y militar de la institución.
- Se establecieron condiciones óptimas de transporte y almacenamiento de los residuos sólidos generados en la ESLOG de acuerdo a la normatividad vigente, encontrando en ellos un gran potencial de aprovechamiento que actualmente no se tiene en cuenta y puede generar beneficios económicos, sociales y ambientales para la institución.
- Se realizaron las campañas de sensibilización programadas, frente a la temática de Residuos sólidos para la población, logrando incentivar el cuidado por su entorno y dinamizando estrategias para la conservación del mismo, que a su vez los invitan a continuar con el desarrollo del proyecto en pro de una mejora continua.

9. REFERENCIAS

CEPIS. (s.f.). *Guia para Caracterización de Residuos Sólidos.*

Congreso de Colombia. (19 de Diciembre de 1973). *Ley 23 de 1973.* Obtenido de Ministerio de Ambiente: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley_0023_1973.pdf

Congreso de Colombia. (24 de Enero de 1979). *Ley 9 de 1979.* Obtenido de http://copaso.upbbga.edu.co/legislacion/ley_9_1979.Codigo%20Sanitario%20Nacional.pdf

Constitución Politica de 1991. (s.f.). *Constitucion Politica de 1991.* Obtenido de http://www.corteconstitucional.gov.co/inicio/Constitucion%20politica%20de%20Colombia.pdf

Ejercito Nacional. (s.f.). *Ejercito Nacional.* Obtenido de https://www.ejercito.mil.co/conozcanos/mision_vision_362168

Escuela de Logistica Del Ejercito Nacional. (2018). *Escuela De Logistica Ejercito Nacional*. Obtenido de https://www.escueladelogistica.edu.co/organigrama.php

ICONTEC. (2009). *Guìa Tecnica Colombiana GTC 24.* Bogotá: ICONTEC.

IDEAM. (s.f.). *Caracteristicas climatológicas de ciudades principales y municipios turísticos* . COLOMBIA: IDEAM.

Ministerio de Educaciòn Nacional. (2015). *Decreto 1075 del 26 de Mayo de 2015.* Bogotà: Ministerio de Educaciòn Nacional.

Ministerio de Vivienda, A. y. (2014). *Resolucion 0724 del 25 de Noviembre de 2014.* Bogotà: Ministerio de Vivienda, Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2012). *RAS 2012 TITULO F.* Obtenido de http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/PGIRS/PGIRS%20de%20Segunda%20Generaci%C3%B3n/Titulo%20F%20del%20RAS%202000.PDF

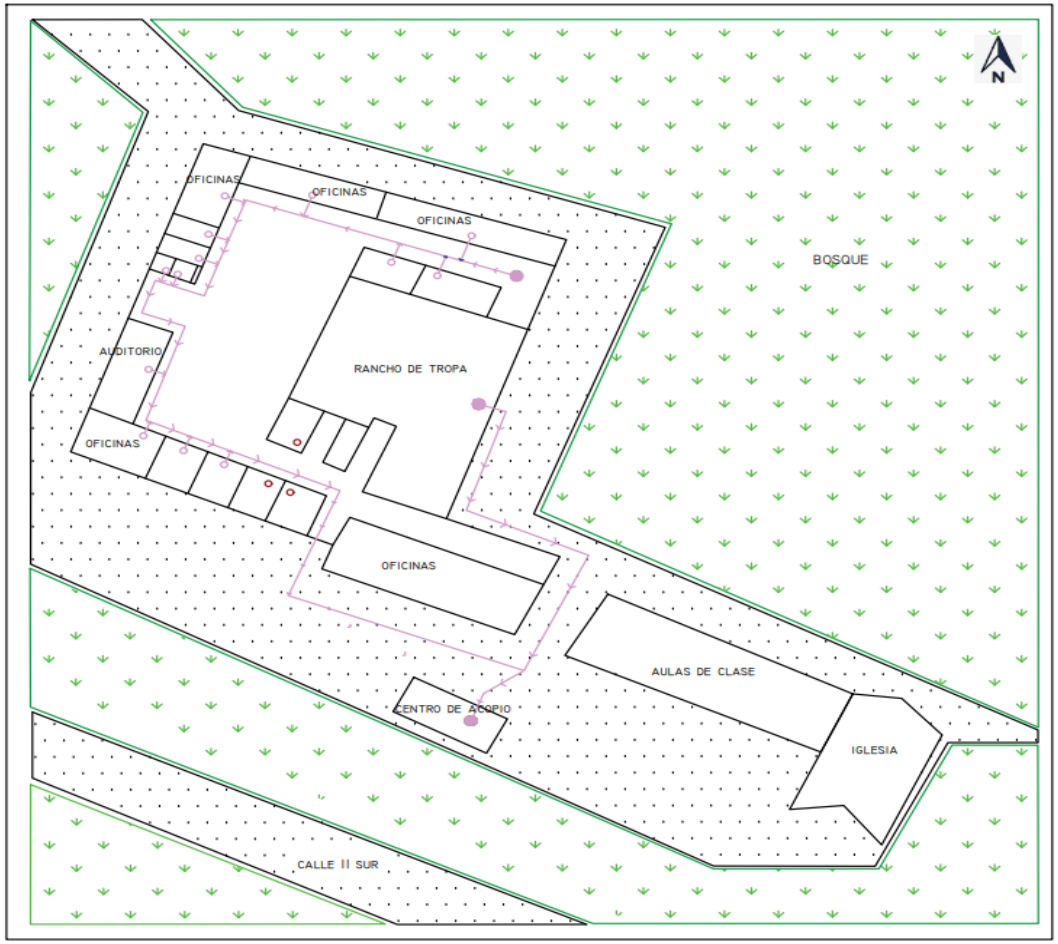
Namakforoosh, M. N. (2005). *Metodologia de la Investigación.* Balderas 95, Mexico: Limusa.

Ochoa Miranda, M. (2016). *Gestión Integral de Residuos.* Bogotá: Universidad del Rosario.

Quevedo Urías, H. A., & Perez Salvador, B. R. (2014). *Estadistica para Ingenieria y Ciencias.* Mexico: Patria.

Semana Sostenible. (05 de Noviembre de 2018). Basura a punto de explotar. *Semana Sostenible*, 2.

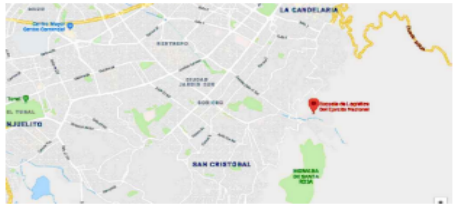
10. ANEXOS



CONVENCIONES

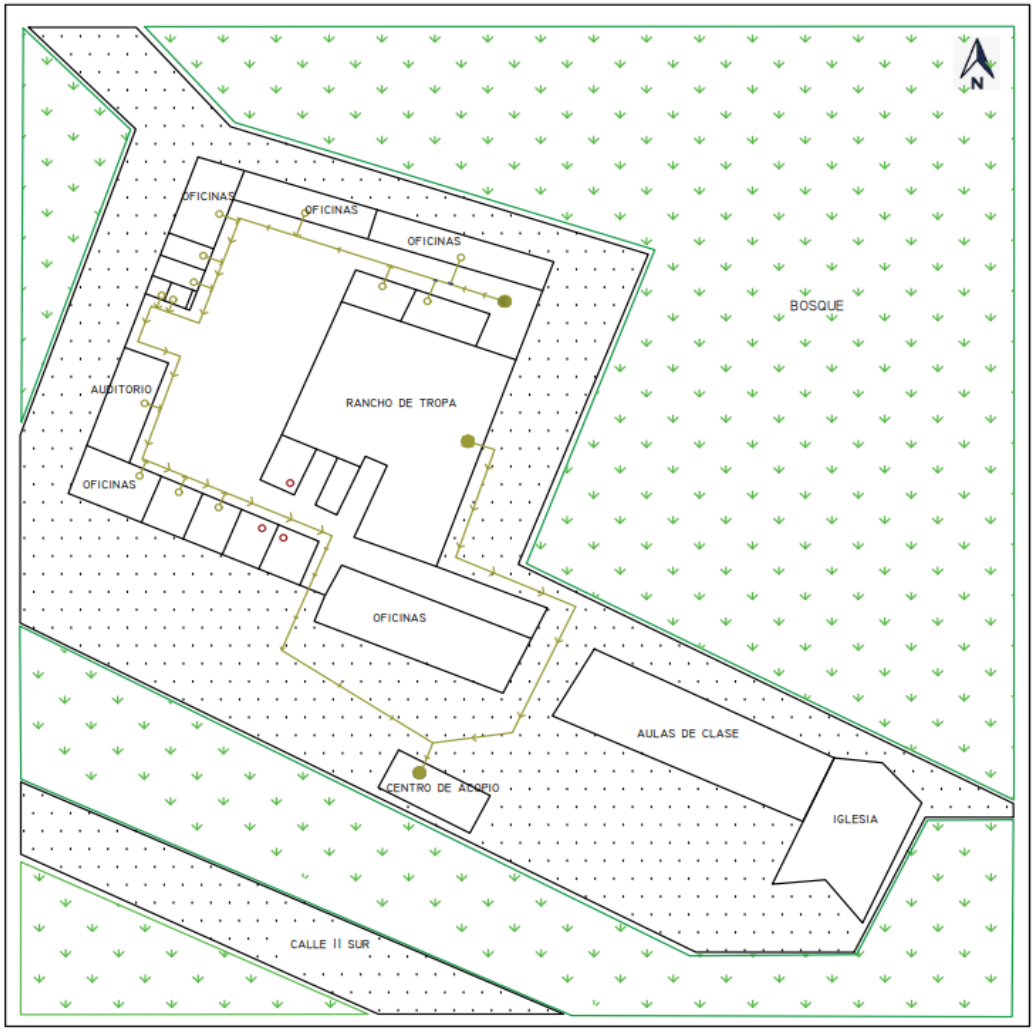
- INICIO Y FIN DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN INTERNA
- PUNTO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE POR AREA
- RUTA DE RECOLECCIÓN
- PUNTO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

UBICACIÓN DE LA ESLOG EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ



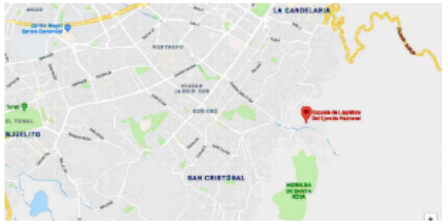
CALLE 11 SUR Nº 16 ESTE 99

ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA (ESLOG)	RECIBE: DIRECTOR: MSC JUAN PABLO RODRÍGUEZ M. PROFESIONAL: ING. ERIKA TATIANA PULIDO PRESENTADO POR: LAURA JAZMÍN SANABRIA REYES ESTUDIANTE DE INGENIERÍA SANITARIA UNIVERSIDAD DISTRITAL FCO. JOSE DE CALDAS	DESCRIPCIÓN: RUTA DE RECOLECCIÓN INTERNA PARA RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHABLES MAPA REPRESENTATIVO	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS ANEXO A	UBICACIÓN: SAN CRISTOBAL - SUR "FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ"	FECHA: 01/2019



CONVENCIONES	
●	INICIO Y FIN DE LA RUTA DE RECOLECCIÓN INTERNA
○	PUNTO DE SEPARACIÓN EN LA FUENTE POR AREA
→	RUTA DE RECOLECCIÓN
○	PUNTO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS

UBICACIÓN DE LA ESLOG EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ



CALLE 11 SUR Nº 16 ESTE 99

ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA (ESLOG)

RECIBE:
DIRECTOR: MSC JUAN PABLO RODRÍGUEZ M.
PROFESIONAL: ING. ERIKA TATIANA PULIDO

PRESENTADO POR:
LAURA JAZMÍN SANABRIA REYES
ESTUDIANTE DE INGENIERÍA SANITARIA
UNIVERSIDAD DISTRITAL FCO. JOSE DE CALDAS

DESCRIPCIÓN:
RUTA DE RECOLECCIÓN INTERNA PARA RESIDUOS SÓLIDOS NO APROVECHABLES

MAPA REPRESENTATIVO

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

ANEXO B

UBICACIÓN:
SAN CRISTOBAL - SUR

"FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ"

FECHA: 01/2019

ANEXO C

Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa de 240 Litros Plastic Omnium

REF No.	Color	Descripción	Dimensiones	Capacidad	Capacidad de Peso	Material	Proceso
CNC240-Azul		Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa	72.8cm (Largo) x 58.2cm (Ancho) x 107.5cm (Alto)	240 Litros	110 kilogramos	Polietileno	Moldeo por inyección
CNC240-Verde		Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa	72.8cm (Largo) x 58.2cm (Ancho) x 107.5cm (Alto)	240 Litros	110 kilogramos	Polietileno	Moldeo por inyección
CNC240-Gris		Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa	72.8cm (Largo) x 58.2cm (Ancho) x 107.5cm (Alto)	240 Litros	110 kilogramos	Polietileno	Moldeo por inyección
CNC240-Amarillo		Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa	72.8cm (Largo) x 58.2cm (Ancho) x 107.5cm (Alto)	240 Litros	110 kilogramos	Polietileno	Moldeo por inyección
CNC240-Rojo		Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa	72.8cm (Largo) x 58.2cm (Ancho) x 107.5cm (Alto)	240 Litros	110 kilogramos	Polietileno	Moldeo por inyección

Características

Contenedor de Basura con Ruedas y Tapa de 240 Litros Plastic Omnium

- Carro de Limpieza con cómodo mango vertical para fácil maniobrabilidad.
- Se desliza suavemente sobre la plataforma de ruedas giratorias silenciosas.
- Al quitar el organizador portátil se le puede acomodar una bolsa plástica alta para desperdicios de cocina.
- Posee un sistema de separación de agua limpia y sucia.
- El transporte de sus productos de limpieza puede ser una molestia, pero el Carro de limpieza incluye dos cubos de agua sucia y limpia, un escurridor, y un compartimiento de almacenamiento por lo que tiene todo lo necesario para hacer el trabajo!



PLASTIC OMNIUM

ANEXO D

FG9T1500BLA Practiwagon Volcador 800 Litros 1 Yarda con Tapa Negro

REF No.	Color	Descripción	Dimensiones	Capacidad	Material	Proceso
FG9T1500BLA	●	Practiwagon Volcador 800 Litros 1 Yarda Sin Tapa	197.7cm (Largo) x 85.1cm (Ancho) x 107.3cm (Alto)	800 L / 567 Kg	HDPE	Moldeo Espuma Estructural
FG9T2300BLA	●	Tapa Practiwagon Volcador 800 Litros Negro	169.9cm (Largo) x 87.6cm (Ancho) x 22.9cm (Alto)	N/A	HDPE	Moldeo Espuma Estructural

Características

- Ruedas que no dejan marcas, reducen los retoques de limpieza.
- Diseño ergonómico, asa en forma de volante para mayor maniobrabilidad.
- El carro volcador rubbermaid es durable y de gran capacidad para manejar grandes cargas.
- Tapa abisagrada y abovedada que le permite ocultar y mantener segura la carga.
- Fabricados en espuma estructural que les brinda las siguientes caracteristicas:
- Fuerza: Fuerza superior sin necesidad de un marco de metal.
- Durabilidad: Estructura de una sola pieza que no tiene fugas, no se oxida, astilla o descascara, aun ante el trabajo mas rudo.
- Eficiencia: Mas ligero significa mas fácil de operar. Su construcción de espuma estructural minimiza el mantenimiento.









Rubbermaid Commercial Products

ANEXO E

Contenedores De Basura Con Ruedas y Tapa De 1100 Litros Plastic Omnium

REF No.	Color	Descripción	Dimensiones	Capacidad	Capacidad de Peso	Material	Proceso
CNC1100		Contenedor De Basura Con Ruedas y Tapa De 1100 Litros Verde	107.3cm (Largo) x 137.3cm (Ancho) x 135.4cm (Alto)	1100 Litros	510 kilogramos	Polietileno de Alta Densidad	Moldeo Por Inyección
CNC1100GRIS		Contenedor De Basura Con Ruedas y Tapa De 1100 Litros Gris	107.3cm (Largo) x 137.3cm (Ancho) x 135.4cm (Alto)	1100 Litros	510 kilogramos	Polietileno de Alta Densidad	Moldeo Por Inyección
CNC1100AZUL		Contenedor De Basura Con Ruedas y Tapa De 1100 Litros Azul	107.3cm (Largo) x 137.3cm (Ancho) x 135.4cm (Alto)	1100 Litros	510 kilogramos	Polietileno de Alta Densidad	Moldeo Por Inyección

Características

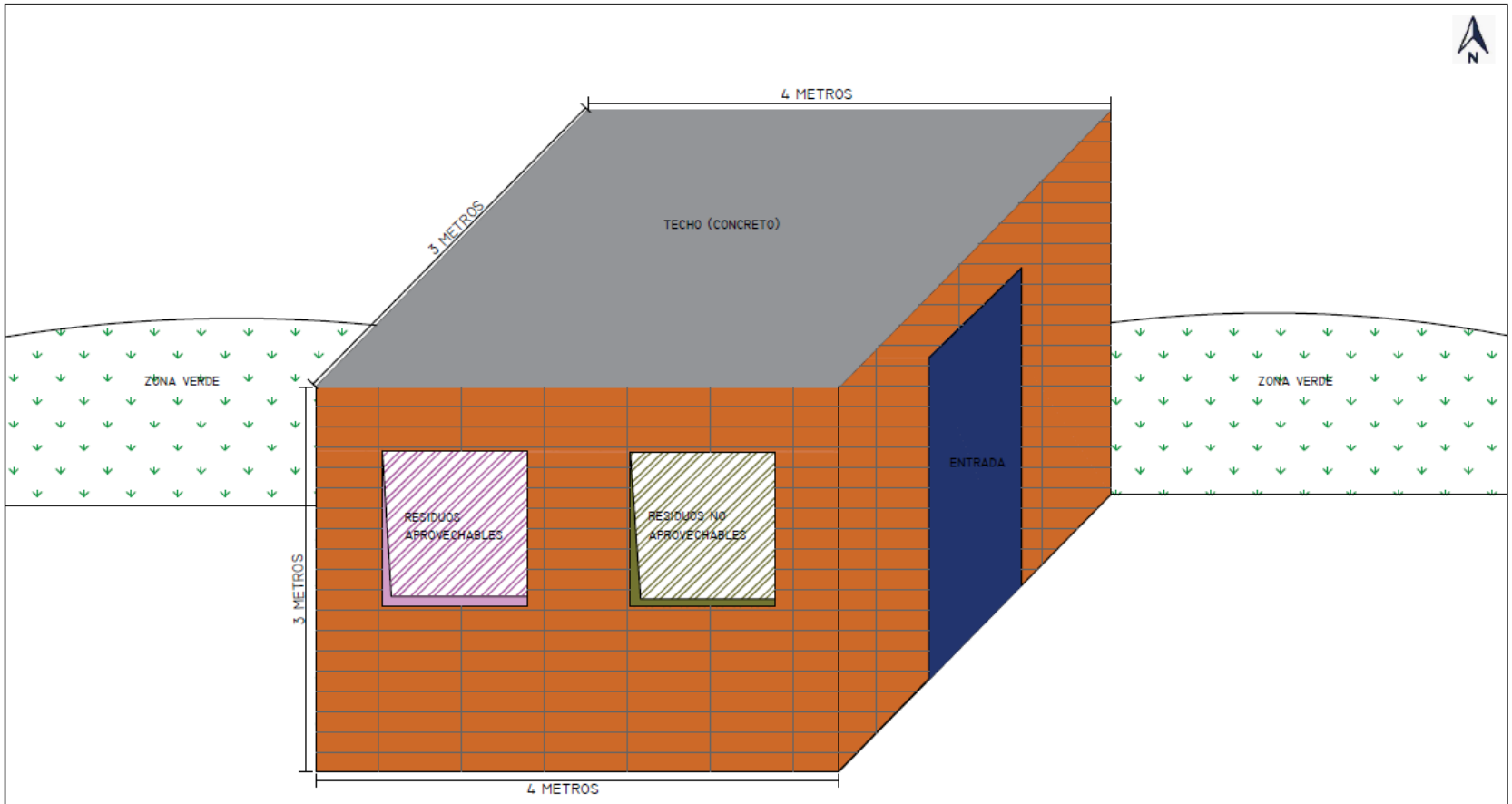
Contenedor De Basura Con Ruedas y Tapa De 1100 Litros Verde

- Construcción reforzada del cuerpo, especialmente en los bordes frontales y traseros.
- Base diseñada por computador de durabilidad comprobada.
- Las tapas cuentan con una pestaña lateral para un cierre automático y posicionamiento en terreno irregular.
- Cuatro asas ergonómicas laterales en estándar (dos asas son reemplazables).
- Montajes de las ruedas reforzados.
- Bordes redondeados en la base.
- 4 ruedas giratorias de goma con diametro de 20 cm, 2 de ellas con inmovilizador .
- Contenedor de basura con ruedas y tapa elaborado en polietileno de alta densidad fabricado por inyección, con protección UV resistente a la intemperie.





PLASTIC OMNIUM



ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA (ESLOG)	RECIBE: DIRECTOR: MSC JUAN PABLO RODRÍGUEZ M. PROFESIONAL: ING. ERIKA TATIANA PULIDO PRESENTADO POR: LAURA JAZMÍN SANABRIA REYES ESTUDIANTE DE INGENIERÍA SANITARIA UNIVERSIDAD DISTRITAL FCO. JOSE DE CALDAS	DESCRIPCIÓN: CENTRO DE ACOPIO GRÀFICO REPRESENTATIVO	UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSE DE CALDAS ANEXO F	UBICACIÓN: SAN CRISTOBAL - SUR "FORMULACIÓN DE UN PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS PARA LA ESCUELA DE LOGÍSTICA DEL EJERCITO NACIONAL DE COLOMBIA EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ"	FECHA: 01/2019

ANEXO G

Fotos tomadas por Laura Sanabria



