

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Gustavo Rojas Moya, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, Dra. Lilliana Abarca Guerrero, Ing. Sonia Vargas Calderón, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.




Ing. Gustavo Rojas Moya.
Director



Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Guía



Dra. Lilliana Abarca Guerrero.
Profesora Lectora



Ing. Sonia Vargas Calderón.
Profesora Observadora

**Gestión de residuos sólidos para
la empresa SYL Ingeniería S.A.
aplicado a los proyectos
Condominio San Martín y
Condominio Ventana.**

Abstract

In the guided professional practice "Solid waste management for SYL Ingeniería S.A., applied to San Martín and Ventana's condominiums" an investigation was performed where final waste disposal alternatives were identified, classified and proposed, adapted to the construction conditions and the fragile area where the projects are situated, Uvita, Puntarenas next to National Park Marino Ballena.

Additionally it was proposed: containers design, solid waste management plan record, accountability forms, contact list, waste volumes records, cubic meters against hundred square meters rate and final disposal diagrams. All these documents were developed to be functional for actual and future projects, in order to improve the solid waste management procedures. Through this investigation, it was possible to determine local companies, which are still resistant against the change required to enable this environmental commitment. However if there's a follow up and external control it is possible to develop sustainable projects.

Key words: *solid waste, reuse, recycle, environmental impact, construction, final disposition.*

Resumen

En la práctica profesional dirigida, "Gestión de residuos sólidos para la empresa SYL Ingeniería S.A. aplicado a los proyectos condominio San Martín y condominio Ventana", se realizó una investigación donde se identifican, clasifican y proponen alternativas de disposición final que se adaptan a las condiciones de la construcción y la zona, en Uvita, Puntarenas junto al Parque Marino Ballena, ya que dichos proyectos se encuentran en una zona de alta fragilidad ambiental.

Adicionalmente se desarrolló una propuesta de diseño de contenedores (cajones), un plan de manejo de residuos sólidos, boletas de registro y compromiso, lista de contactos, registro de volúmenes de residuos, metros cúbicos de residuos por cada cien metros cuadrados y diagramas de disposición final. Todos estos documentos se realizaron para que sirvan para estos y futuros proyectos, y de esta manera mejorar los procedimientos de manejo de los residuos sólidos. A través de la investigación fue posible comprobar que las empresas nacionales están todavía resistentes al cambio que requiere el compromiso ambiental. Sin embargo si se da seguimiento y control externo es posible poder desarrollar proyectos de construcción sostenibles.

Palabras clave: *residuos sólidos, reutilización, reciclaje, impacto ambiental, construcción, disposición final.*

Gestión de residuos sólidos para la empresa SYL Ingeniería S.A. aplicado a los proyectos Condominio San Martín y Condominio Ventana

KAREN VICTORIA BADILLA SALAZAR

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2015

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo	2
Introducción	4
Marco teórico.....	5
Metodología.....	9
Resultados	11
Análisis de los resultados.....	49
Conclusiones.....	56
Recomendaciones.....	57
Apéndices.....	58
Anexos	79
Referencias	81

Prefacio

La empresa SYL Ingeniería, cuenta con 16 años de experiencia en consultoría, trámites y permisos de construcción, procesos ambientales y otros. En el área ambiental la empresa tiene la meta de disminuir al máximo posible la generación de residuos, ya que un manejo inadecuado de los residuos de la construcción producen impactos significativos en el medio ambiente, como en los suelos, el agua, el aire, flora, fauna, entre otros.

Al ser la empresa SYL Ingeniería S.A. consciente de los efectos negativos que provocan los residuos de la construcción y en la zona donde se realizan los condominios San Martín y Ventana, los cuales se encuentran junto al Parque Nacional Marino Ballena, donde vive una gran biodiversidad de especies marinas y terrestres, y es el punto donde se da la reproducción de las ballenas jorobadas, por lo que decidieron tomar medidas para disminuir al máximo el impacto que se pueda generar por la construcción de dichos proyectos.

Con el presente proyecto pretenden mejorar el manejo de los residuos sólidos, por medio de la aplicación de la jerarquía de las cuatro erres, desarrollando un plan de manejo de residuos sólidos, registros de salida, boletas de compromiso, lista de contactos de artesanos y diagramas de disposición final aplicables dentro y fuera del proyecto. Todos estos documentos se realizaron con el fin de ser implementados para estos proyectos y otros proyectos futuros que vaya a desarrollar la empresa.

Se le agradece a la empresa SYL Ingeniería S.A. y a la empresa Quintana Ingenieros Constructores por permitir la ejecución de este proyecto en dos de sus obras, así mismo a todos los funcionarios de dichas empresas, maestros de obra e ingenieros que colaboraron con brindar la información necesaria.

Un agradecimiento especial a la profesora guía Ing. Ana Grettel Leandro, por

sus recomendaciones y aportes hechos, ya que fueron de gran ayuda durante todo el proceso de este trabajo de graduación. También a toda mi familia, quien me dio su apoyo incondicional durante todo el proceso.

Resumen ejecutivo

El Parque Nacional Marino Ballena es una zona de gran biodiversidad y fragilidad ambiental, daños ambientales en esta zona traerían grandes problemas irreversibles, por lo tanto existe leyes que protegen esta zona y limitan la construcción.

La empresa SYL Ingeniería S.A. se encuentra consciente de la importancia de la gestión ambiental en los proyectos constructivos, por lo que brindó completo apoyo al presente proyecto, el cual desarrolló un plan de manejo de residuos sólidos para los proyectos condominio San Martín, condominio Ventana y futuros proyectos. Adicionalmente, es de conocimiento de la empresa, que un adecuado manejo de los residuos reduce los accidentes, mejora la apariencia del proyecto, optimiza el área de trabajo, reduce gastos, entre otros beneficios.

Con base en la importancia de este tema y el apoyo proporcionado se planteó como objetivo general del proyecto proponer una metodología de disposición de residuos sólidos, adaptada a las necesidades de los proyectos Condominio San Martín y Condominio Vertical Ventana.

El proyecto se desarrolló en tres etapas, la primera fue investigación de buenas prácticas del manejo de residuos, alternativas de disposición final de los residuos y legislación ambiental de Costa Rica. La segunda etapa fue a recolección de datos en sitio, como volúmenes, anotaciones de las condiciones y progreso. La tercera etapa fue proponer soluciones de disposición final que se adapten a las condiciones de ambos proyectos. Durante la investigación se realizó una lista de contactos de artesanos y escuelas interesados en reutilizar y reciclar los residuos.

Como resultados del proyecto se obtuvo lo siguiente: diseño de cajones, registro de volúmenes de ambos proyectos, metros cúbicos de residuos por cada cien metros cuadrados de construcción, la de manejo de residuos sólidos, boletas de compromiso y registro, lista de contactos, productos artesanales y diagramas de disposición final de los materiales.

A partir del análisis de resultados, información recabada y las evaluaciones en campo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- Se realizaron tres propuestas de diseño para los cajones de residuos, los cuales tomaron en cuenta la fragilidad ambiental de la zona, analizando factores como nivel freático, topografía, clima y otros.
- Los volúmenes de residuos obtenidos para el proyecto condominio San Martín son 8,97 m³ de madera y 1,93 m³ de acero, dando un volumen total de 10,9 m³ en el periodo del 15 de julio al 6 de noviembre del 2015.
- Los volúmenes de residuos obtenidos para el proyecto condominio Ventana son 32,49 m³ de madera; 24,02 m³ de acero; 3,96 m³ de plásticos; 62,63 m³ de estereofón y 3,96 m³ de otros, obteniendo un total de 127,06 m³ en el periodo del 15 de julio al 6 de noviembre del 2015.
- Los volúmenes y porcentajes de material reutilizable no se pudieron determinar, ya que la empresa Quintana Ingenieros Constructores por falta de interés no realizó los cajones con las especificaciones entregadas.
- En el proyecto Ventana se producen 3,87 m³ de residuos por cada 100 m² de construcción, donde un 49% corresponde a estereofón.
- Por medio de la aplicación de la jerarquía de las 4 erres, se encontró la pérdida económica de un millón de colones por entepiso, sólo en material, la cual se da por una optimización inadecuada del estereofón.
- Debido a la falta de capacitación en el manejo de residuos, fue necesario realizar un Plan de manejo de residuos sólidos el cual se encuentre visible en los proyectos, así como el cuadro de especificaciones de reutilización y desecho para colocar los residuos e la zona que corresponde.

- Se diseñaron y aplicaron boletas de compromiso ambiental para los artesanos y personas interesadas en reutilizar, lo cual dio como resultado que se dieran evidencias de la adecuada disposición final por parte de algunos artesanos.
- Las boletas de registro de salidas R1 y R2, no fueron aplicadas en estos proyectos, debido a la falta de interés de los encargados del proyecto, por lo que no se logró un control adecuado de la salida de residuos de los proyectos.
- Se investigaron alternativas de reutilización, reciclaje y reducción para los diferentes materiales sólidos, aplicables dentro y fuera de los proyectos, dieron como resultado los diagramas de disposición final.
- Se proponen diferentes alternativas de disposición final para cada material, las cuales toman en cuenta a personas de la comunidad, artesanos, escuelas, colegio y otros.
- Debido al tiempo entre visitas, un volumen indefinido de residuos no fue contabilizado, debido a que entraban y salían de la zona de almacenamiento, por lo que las mediciones no son exactas.
- Mediante la investigación en internet y en la zona, se obtuvo una lista de contactos de interesados en la reutilización de los residuos de los proyectos.

Para la empresa SYL Ingeniería se obtuvieron las siguientes recomendaciones:

- Investigar previo a cualquier proyecto, si la empresa constructora a la que se brinda consultoría, cuenta con un plan de manejo de residuos o no, en aquellos donde se realiza regencia ambiental solicitar uno.
- Determinar si los trabajadores cuentan con capacitación en el manejo de residuos, sino proceder a darles capacitarlos.
- Continuar con la investigación de diferentes alternativas de disposición final

de los residuos para asesorar a las empresas constructoras.

- Expandir la lista contactos de artesanos de diferentes zonas del país.
- Crear un plan de manejo de residuos completo, que incluya residuos líquidos y peligrosos para entregarlo a las empresas en caso de que no lo tengan.
- Solicitar a las empresas constructoras la realización de una propuesta de almacenamiento de residuos antes de iniciar los proyectos.
- Continuar con el registro de volúmenes de residuos, con el fin de tener una base de datos que permita establecer control de los residuos y facilitar el diseño para las zonas de almacenamiento.

Para la empresa Quintana Ingenieros Constructores se obtuvieron las siguientes recomendaciones:

- Realizar capacitaciones a todos los niveles, en el área de manejo de residuos.
- Construir los contenedores diseñados en este estudio para los dos proyectos analizados tal y como fueron establecidos.
- Desarrollar un plan completo de manejo y gestión de residuos para sus futuros proyectos.
- Mejorar las condiciones actuales de la zona de almacenamiento del proyecto condominio Ventana.
- Mejorar la optimización de los materiales para disminuir el volumen de los residuos que se producen en ambos proyectos.
- Colocar en un área más visible el plan de manejo que se les facilitó.
- Mejorar las condiciones de limpieza, orden y almacenamiento prolongado del proyecto condominio Ventana, por medio de una recolección frecuente y periódica de los residuos.

Introducción

En la zona de los proyectos se encuentra el Parque Nacional Marino Ballena el cual es una zona de gran biodiversidad, donde los daños ambientales en esta zona traería grandes problemas irreversibles, por lo tanto existe leyes que protegen esta zona y limitan la construcción.

A la hora de construir en esta zona se tiene que tomar en cuenta que no hay centros de acopio o recicladoras, y que el relleno sanitario más cercano, se encuentra a unos 80 kilómetros. Por lo tanto, es necesario buscar alternativas de disposición final distintas a los antes mencionados.

En el presente proyecto se incluye una investigación del manejo adecuado de los residuos sólidos y opciones de disposición final para los residuos que se generan en la construcción para la empresa SYL Ingeniería S.A. Así como el desarrollo de diferentes documentos como plan de manejo de residuos sólidos, boletas de registro, diagrama de disposición final por material, entre otros.

El análisis y propuestas se basan en la jerarquía de las cuatro erres y respetando la legislación de Costa Rica.

- Investigar diferentes alternativas de reciclaje, reutilización y disposición de los desechos sólidos en la construcción.
- Proponer alternativas para la disposición final de los desechos sólidos que sean diferente a la disposición en el relleno sanitario, adecuándose a las necesidades del proyecto.

Objetivo general

- Proponer una metodología de disposición de desechos sólidos, adaptada a las necesidades de los proyectos Condominio San Martín y Condominio Vertical Ventana.

Objetivos específicos

- Obtener el volumen de desechos sólidos que se producen en el proyecto y el porcentaje de material que se puede reutilizar y reciclar.

Marco teórico

Es muy importante entender la relación que existe entre la construcción y el medio ambiente, como ésta puede ser perjudicial o puede ayudar a preservarla. Antes de iniciar en el tema, primeramente se definirán algunos términos importantes relacionados con el tema de residuos a desarrollar en el presente informe.

Glosario de términos

Agregado: es el material granular utilizado para realizar mezclas de concreto o mortero, éstos pueden ser arena, piedra o grava.

Área ambientalmente frágil: es un espacio geográfico que en función de sus condiciones de geo-aptitud, de capacidad de uso del suelo, de ecosistemas que lo conforman y su particularidad socio-cultural; presenta una capacidad de carga restringida y con algunas limitaciones técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. También comprende áreas para las cuales, el Estado en virtud de sus características ambientales ha emitido un marco jurídico especial de protección, reserva, resguardo o administración.

Artesanías: son todos los productos realizados de forma manual por un(a) artesano(a), obteniendo piezas únicas y exclusivas.

Artesanos: personas que realizan productos de artesanías a mano y las venden.

Basura (residuos no valorizables): es el conjunto de residuos o productos no deseados, que se desechan por no tener valor, como lo son: comida, trapos, piezas rotas, papeles y otros.

Cajones: son cajas grandes que sirven para guardar o almacenar algo.

Centros de acopio: lugar donde se acumulan temporalmente materiales de diferentes fuentes donde son clasificados para ser reciclados o reutilizados.

Chatarreras: instalación donde se compran trozos de metales para clasificarlos y venderlos.

Concreto pobre: son concretos con resistencias menores de 150 kg/cm² a los 28 días.

Desecho: es todo lo que queda después escoger lo mejor, ya que no tiene ninguna utilidad o valor.

Disposición final: es la disposición permanente que se le da los desechos, algunas alternativas de disposición pueden ser rellenos sanitarios, recicladoras, artesanías, entre otros.

Escombreras: son lugares amplios donde se disponen los escombros. En el caso de la construcción estos escombros normalmente son residuos de concreto, adoquines, asfalto, entre otros.

Escombros: son el conjunto de fragmentos o desechos que se producen en una demolición o construcción, como sobrantes de concreto, polvo, ladrillos, cerámica, asfalto, entre otros.

Gestión: es el conjunto de procesos que se dan para administrar una actividad o negocio.

Impacto ambiental: es el cambio o efecto negativo o positivo que se da en el medio ambiente por la actividad del ser humano.

Medio ambiente: es el sistema que lo conforman factores naturales y ambientales que se relacionan entre sí.

Nivel freático: profundidad a la que se encuentra el agua subterránea.

Optimización: es la acción que busca la reducción en el porcentaje de desperdicio de un proceso o producto.

Poliestireno Expandido: es un material plástico, derivado del poliestireno, es conocido en Costa Rica como el estereofón.

Recicladoras: empresas encargadas de reciclar materiales.

Reciclaje: es un proceso por el cuál pasa un residuo con algún tipo de valor para ser transformado en un nuevo producto.

Rellenos sanitarios: es el lugar o terreno donde se depositan todo tipo de desechos, estos se compactan y se cubren con una capa de tierra (idealmente limos arcillosos) con el fin de evitar malos olores, impermeabilizar los lixiviados y animales rastreros.

Residuo: es el material sobrante de alguna actividad, estos se dividen en, valorizables (tienen algún tipo de valor o uso) y no valorizables (desecho).¹

Residuos sólidos: son todos los residuos valorizables o no valorizables en estado sólido.

Reutilización: es la acción de volver a utilizar un material o producto, ya sea dándole otro uso o generando un nuevo producto.

Zona protegida: son áreas creadas por el gobierno, para asegurar las condiciones idóneas para conservar la biodiversidad y sus procesos ecológicos.

Gestión de residuos

La gestión de residuos existe desde los inicios del ser humano. El problema de los residuos empezó a crecer y ser más evidente con el crecimiento de la población mundial, ya que al inicio existía muy poca población y grandes extensiones terrenos para la disposición de los residuos.

En la actualidad las áreas de disposición de los residuos son muy limitadas, donde además

¹ (Leandro Hernández, 2015)

las cantidades y diferentes tipos de desechos están generando daños irreversibles en el medio ambiente y la salud humana. Como lo dice su definición, la gestión es el conjunto de procesos para administrar una actividad, en este caso la generación de los residuos.

Las fuentes que generan los residuos son muy variadas, algunas de estas son: doméstico, comercial, industriales, construcción, plantas de tratamiento, otros. Para efecto del presente informe se hablará de los residuos producidos por la construcción.

Según las investigaciones y observaciones realizadas en proyectos de construcción se desprende que los residuos que se generan en la construcción son de tres tipos: líquidos, sólidos y gaseosos. Los residuos sólidos típicos de la construcción son: madera, metales, suelos residuales (diferentes tipos de suelos), concreto, estereofón, tubo de PVC, entre otros.

Entre los residuos líquidos que se pueden encontrar en la construcción se tiene: aguas contaminadas, lechadas de concreto, ácido muriático, aditivos, pinturas, químicos, entre otros. Finalmente encontramos los residuos gaseosos, estos son normalmente partículas de polvo, que se generan de diferentes actividades del proyecto, como lo son pulido o lijado, y demolición.

Es importante hacer un manejo responsable de estos desechos, pues de no realizarse podrían generar problemas significativos en el medio ambiente y en la salud de los trabajadores, de acá la importancia de un adecuado manejo de los mismos.

Además un manejo inadecuado de los residuos no sólo afecta a la salud y al medio ambiente, sino también afecta la economía, ya que los presupuestos de recolección, reciclaje y solución a problemas públicos aumenta, debido a que podría generar enfermedades, contaminar fuentes de agua, los suelos donde se cultivan productos, entre otros.

Jerarquía de la gestión de residuos

La gestión de residuos normalmente se basa en la jerarquía de las 4 R's: reducir, reutilizar, recuperar y reciclar. Esto con el fin de obtener el

máximo beneficio de los residuos y disminuir al mínimo los desechos.

CUADRO 1. JERARQUÍA DE LAS 4 R`S ²	
1.REDUCIR	Es <u>minimizar</u> la generación de residuos en el sitio, por medio de no realizar compras de productos innecesarios y con en embalaje adicional.
2.REUTILIZAR	Es darle un segundo uso a los productos, ya sea en la tarea para la cual fue creado o en otra.
3.RECICLAR	Los residuos son seleccionados para ser utilizados como materia prima, en procesos industriales que generan nuevos productos de igual calidad o inferior.
4.RECUPERAR	Es aplicado en los procesos industriales, donde se recupera materia prima o elementos que sirvan de materia prima en los futuros procesos.

Primera R es la reducir, pues es lo primero que se debe de buscar en cualquier actividad que se vaya a realizar. Para poder reducir la generación de residuos, se pueden poner en práctica las siguientes recomendaciones que se obtuvieron de la investigación y observación en campo:

- Evitar comprar productos con embalaje innecesario o muy voluminoso, por lo tanto obtener sólo productos con el empaque necesario.
- Comprar los materiales estrictamente necesarios, evitando comprar al por mayor.
- Evitar comprar productos con envases desechables, y comprarlos en envases retornables o reciclables.

El volumen de residuos que genera una persona o una empresa constructora o industrial se relaciona con elementos como el grado de educación, cultura, clase social y recursos económicos.

La **segunda R** es de reutilizar, como lo dice palabra, es volver a utilizar el material en la misma función para la cual fue creada o en otra actividad diferente a la que se produjo el residuo.

² (Valerio Meléndez, 2009)

En el caso de proyectos de construcción, los productos de vidrio y plásticos son los más reutilizados.

Una práctica que se puede aplicar para determinar si es reutilizable o no, es preguntarse “¿Se puede volver a utilizar para lo mismo u otra cosa, ó ya no tiene ningún valor adicional y hay que desecharlo?”.

La **tercera R** se refiere a reciclar. Esta acción ha venido tomando fuerza en las últimas décadas. Reciclar no sólo implica el proceso de transformación de un material en otro, el reciclaje implica todo el proceso de clasificación, selección y separación de los materiales por sus características físicas.

Muchos de los materiales que hemos considerado “basura” en hogares, industrias y construcción, realmente no lo son. Actualmente en el caso de los residuos ordinarios domésticos, en muchas instituciones, colegios, escuelas, universidades, comunidades y otros lugares, se observa que cuentan con programas de reciclaje.

En el caso de los proyectos de construcción, los materiales que más se reciclan son el papel, vidrio, plástico y aluminio. Es muy importante tener en cuenta que reciclaje sólo es factible cuando se da una separación adecuada de los materiales.

Cuando separamos los materiales se tienen grandes ventajas, entre ellas tenemos:

- Disminución de los espacios vacíos, por lo tanto se reduce el volumen necesario para almacenar los residuos.
- Se mejora significativamente la presentación del área del proyecto, tanto en campo como en el área de disposición de residuos.
- Se evitan accidentes en el proyecto.
- Se puede observar con más claridad los materiales que se pueden reutilizar dentro o fuera del proyecto.
- La vida útil de los materiales se extiende, ya que no se encuentra en contacto con otros materiales que los puedan dañar o contaminar.
- Se evitan criaderos de mosquitos y atraer animales, que puedan ser perjudiciales para la salud humana.

La última y **cuarta R** es la de recuperar, lo que se busca es recuperar materiales que

sirvan de materia prima para un proceso. Esta materia prima puede ser utilizada en el mismo proceso de donde se produjo o en otro diferente. En algunos casos puede ser necesario que los materiales pasen por tratamientos adicionales antes de ser reutilizados.

Recuperar también abarca el tema de recuperar energía de los residuos, un ejemplo de ello es Japón, donde se extrae el calor de las aguas negras y es transformada en energía, la cual se utiliza en sistemas eléctricos como lo son el alumbrado público.

Legislación ambiental en Costa Rica

Costa Rica es un país que cuenta con políticas de conservación ambiental, con el fin de proteger su biodiversidad. Normalmente esto se realiza por medio de la protección de los parques nacionales, zonas terrestres y marítimas protegidas.

En el caso de proyectos de construcción de más de 1000 m², el primer paso a realizar es la evaluación de impacto ambiental de la SETENA, como se menciona en la Ley Orgánica Ambiental en el artículo 17:

"Artículo 17.- Las actividades humanas que alteren o destruyan elementos del ambiente o generen residuos, materiales tóxicos o peligrosos, requerirán una evaluación de impacto ambiental por parte de la Secretaría Técnica Nacional Ambiental creada en esta ley. Su aprobación previa, de parte de este organismo, será requisito indispensable para iniciar las actividades, obras o proyectos. Las leyes y los reglamentos indicarán cuáles actividades, obras o proyectos requerirán la evaluación de impacto ambiental".

Las categorías en las que esta ley divide el nivel de impacto ambiental son:

- **Categoría A:** Alto impacto ambiental potencial.
- **Categoría B:** Moderado impacto ambiental potencial. Esta categoría se subdivide en dos categorías menores:
 - **Subcategoría B₁:** Moderado-Alto impacto ambiental potencial.

- **Subcategoría B₂:** Moderado-Bajo impacto ambiental potencial.

- **Categoría C:** Bajo impacto ambiental potencial.

Para determinar la categoría y procedimientos a seguir en la evaluación de impacto ambiental, existe el Reglamento General sobre los procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental. Por otra parte, en la fase constructiva se cuenta con la Guía Ambiental para la Construcción y el Código de Buenas Prácticas Ambientales.

En el caso de los residuos existe específicamente la Ley para la Gestión Integral de Residuos, la cual busca dar solución a problemas que se presentan en la generación de los residuos.

Parque Nacional Marino Ballena

El Parque Nacional Marino Ballena se encuentra ubicado en el distrito de Bahía Ballena, cantón de Osa en la provincia de Puntarenas. Fue creado el 14 de diciembre de 1989 y tiene una extensión de 171 hectáreas terrestres y 5375 hectáreas marítimas.



Figura 1. Mapa Parque Nacional Marino Ballena . Fuente ABC Tours.

Este parque nacional es de gran importancia en la conservación de la biodiversidad, ya que es en este lugar donde se da la todo el proceso de reproducción de las ballenas jorobadas.

Además protege todo un sistema de arrecife coralino, variedad de especies de peces, estrellas de mar, delfines nariz de botella, entre otros. También se da la protección de aves, reptiles, mamíferos y otros.

Por tanto es área ambientalmente frágil, donde si se desarrollan proyectos de construcción se deben de tomar medidas adicionales para disminuir el impacto ambiental.

Metodología

La Práctica Profesional Dirigida se realizó en la empresa SYL Ingeniería, durante el período del 15 de julio al 6 de noviembre del 2015. Para su elaboración la metodología utilizada fue: revisión literaria nacional e internacional, visitas, entrevistas abiertas y revisión de posibles soluciones en la zona. A continuación se detalla la metodología:

- Investigación de la legislación nacional en los temas ambientales y de construcción, (del 15 al 22 de julio). La información específica que se recolectó e investigó en la normativa fue del manejo de residuos y la protección del medio ambiente. Por lo que se logró determinar cuáles son las medidas ambientales correctas a seguir en los procesos constructivos. La información se obtuvo a través de internet y la biblioteca José Figueres Ferrer.
- La primera visita a los proyectos se realizó el 15 de julio del 2015, en esta visita se analizaron y anotaron las condiciones de cada proyecto, como el avance de cada uno, procesos constructivos en los que se encuentran, condiciones de acceso, tipos de residuos que se están produciendo y disposición final de los residuos. Se hicieron anotaciones manualmente y se tomaron fotos.
- Se realizó una investigación de los posibles centros de acopio o recicladoras de la zona (22 al 29 de julio), por medio de internet y entrevistas abiertas a las personas de la comunidad, donde se preguntaba principalmente si realizaban trabajos de artesanía o si conocían alguien, así como proyectos de reciclaje o reutilización. Esto con el fin de determinar las posibilidades de reciclaje de la zona. Las entrevistas nos brindaban información más detallada del porqué no habían recicladoras o centros de acopio, mientras que el internet nos indicaba distancias, números telefónicos y ubicación exacta.
- Para realizar el diseño de los cajones, se entrevistaron a los ingenieros residentes sobre el volumen del cajón del camión que transportaría los residuos. Se indicó que el volumen del camión es de 12 metros cúbicos. Con este volumen y la lista de los materiales, se procedió a determinar las dimensiones necesarias para cada cajón y para cada proyecto, ya que el proceso constructivo de cada proyecto es diferente y por lo tanto se generaban diferentes tipos de residuos. Además se tomaron en cuenta las condiciones especiales como el nivel freático, topografía, nivel de impacto ambiental, entre otros. Para cada proyecto se hizo una propuesta de diseño de los cajones, la creación del documento se hizo con el paquete computacional Microsoft Word, donde se incluyeron imágenes en tercera dimensión de los cajones, los cuales se obtuvieron utilizando Sketch Up.
- Se realizaron visitas a 6 vistas durante el período de la práctica profesional, donde se realizaron las mediciones de los volúmenes de residuos de cada proyecto y se registraba el progreso de la construcción en metros cuadrados. Para las mediciones se utilizó una cinta métrica y el registro se realizó en el programa Microsoft Excel.
- Se realizó una investigación y análisis en cada visita sobre las normas y políticas de manejo de residuos de la empresa Quintana Ingenieros Constructores, y se determinó de que las prácticas de manejo de residuos no eran adecuadas para los proyectos. Por lo que procedió a elaborar un Plan de manejo de residuos sólidos para ambos proyectos. Para la

elaboración del plan de manejo de residuos sólidos, la información se obtuvo por medio de tesis, internet, legislación y artículos de revistas. El plan de manejo de residuos sólidos se realizó en el programa Microsoft Excel.

- Debido a que fue necesario fomentar una cultura de manejo de residuos, se procedió a realizar una tabla de especificaciones de reutilización y residuo de los materiales, que explica de manera breve y sencilla, cuando reutilizar un material y cuando desecharlo. La tabla fue elaborada en el programa Microsoft Excel.
- La investigación de alternativas de disposición final se realizó (22 de julio al 23 de setiembre) por medio de internet, entrevistas directas a personas de la comunidad y profesionales, inspecciones de campo y referencias bibliográficas. Se realizó una lista de posibles alternativas de disposición final, cada una de ellas se analizó para ver cuál de ellas se podía adaptar y aplicar a los proyectos. Luego se procedió a realizar los diagramas de disposición final por material en el programa computacional Microsoft Word.

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos durante la investigación del proyecto y el análisis de variables en los sitios de los proyectos.

Propuestas cajones de almacenamiento de residuos sólidos

Al realizar la primera visita en campo, se determinó que era necesario hacer una propuesta para el área del manejo de residuos. Se levantó una lista para los proyectos de los materiales que se cuantificarían, los cuales son:

- Madera.
- Metales (mayormente acero).
- Tubo de PVC.
- Eléctricos.
- Sacos de cemento.
- Estereofón.
- Otros (los que no se pueden clasificar en ninguno de los anteriores).

El contenedor se diseñó con base en tres criterios; tipo de transporte disponible en la zona para este tipo de residuos, cantidad y tipo de desecho generado y condiciones de la zona. En el caso de ambos proyectos el volumen del camión es de 12 m³.

Como primer paso se realizó una propuesta a la empresa SYL Ingeniería con el diseño de tres cajones diferentes con sus ventajas y desventajas. En las figuras 2,4 y 6 se observan el tipo de cajones. En las figuras 3,5 y 7 se observan los diagramas de sitio para cada tipo de cajón.

Las observaciones para la propuesta 1 fueron:

- Filas individuales, una fila de material reutilizable y otra de material de desecho.

- Facilita la clasificación para los trabajadores y evita que se mezclan los materiales reutilizables con los de desecho.
- Se colocará de ser posible, bisagras para facilitar la extracción del material.
- Durante el proceso de recolección de los materiales de desecho no se interrumpen los cajones de material reutilizable, y viceversa.

Las observaciones para la propuesta 2 fueron:

- Filas individuales, una fila de material reutilizable y otra de material de desecho.
- Facilita la clasificación para los trabajadores y evita que se revuelvan los materiales reutilizables con los de desecho.
- La pared frontal será de menor altura que la posterior, con el fin de facilitar la extracción del material.
- Durante el proceso de recolección de los materiales de desecho no se interrumpen los cajones de material reutilizable, y viceversa.

En el caso de la propuesta 3 tenemos las siguientes observaciones:

- Se dispondrá de una o más filas de cajones, donde el cajón de cada material se divide en dos espacios, una para material reutilizable y otra de material de desecho.
- Se puede presentar confusión a la hora de clasificar los materiales y se podrían revolver los materiales reutilizables con los de desecho.
- Durante el proceso de recolección de los materiales desechos se puede interrumpen los cajones de material reutilizable, y viceversa.
- Durante el proceso de recolección de materiales de desecho podrían llevarse

materiales reutilizables, por lo que podría perderse un volumen significativo del material a reutilizar.

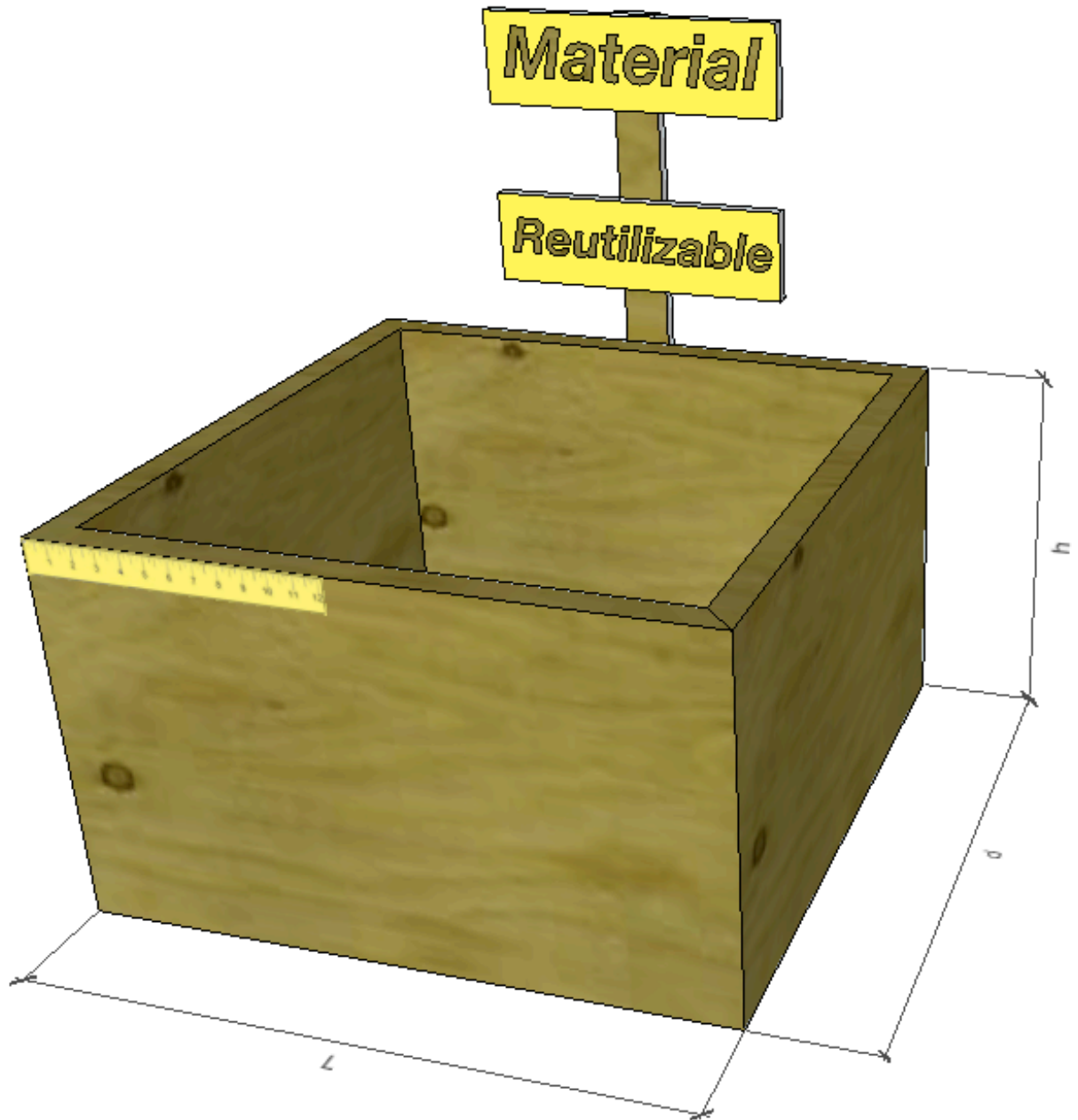


Figura 2. Dibujo de propuesta 1 de cajones.

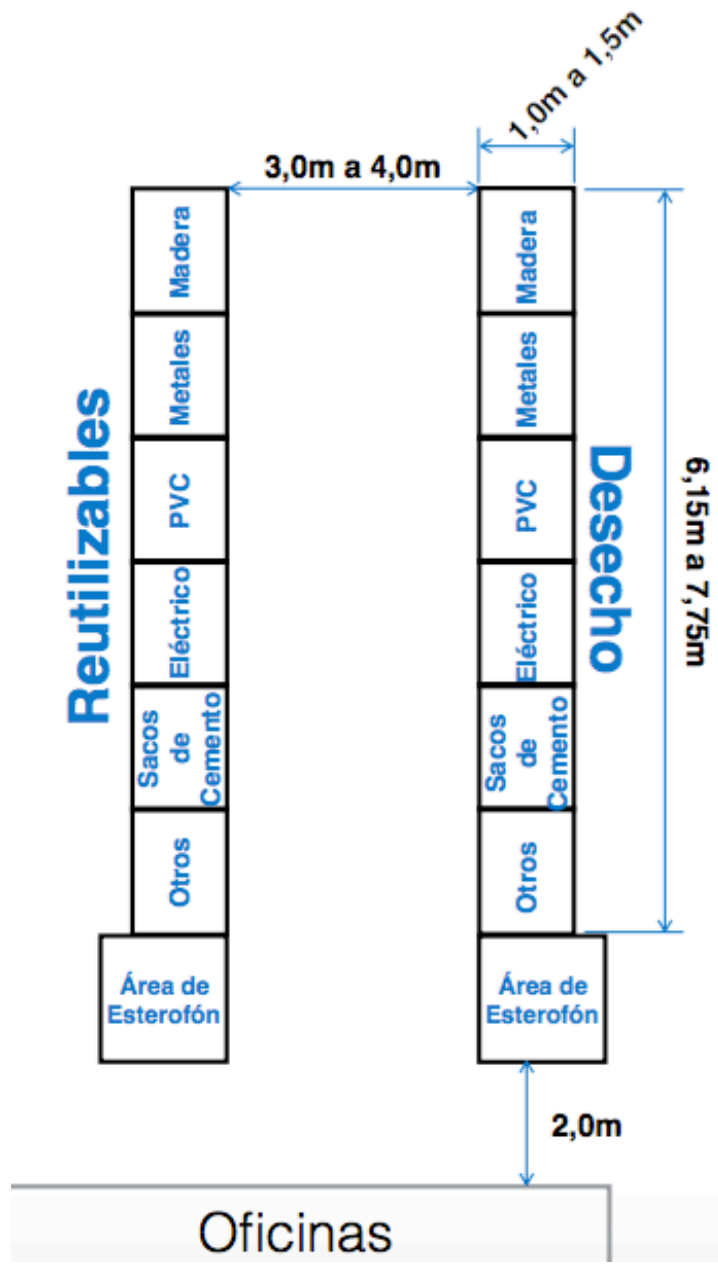


Figura 3. Diagrama de sitio propuesta 1.

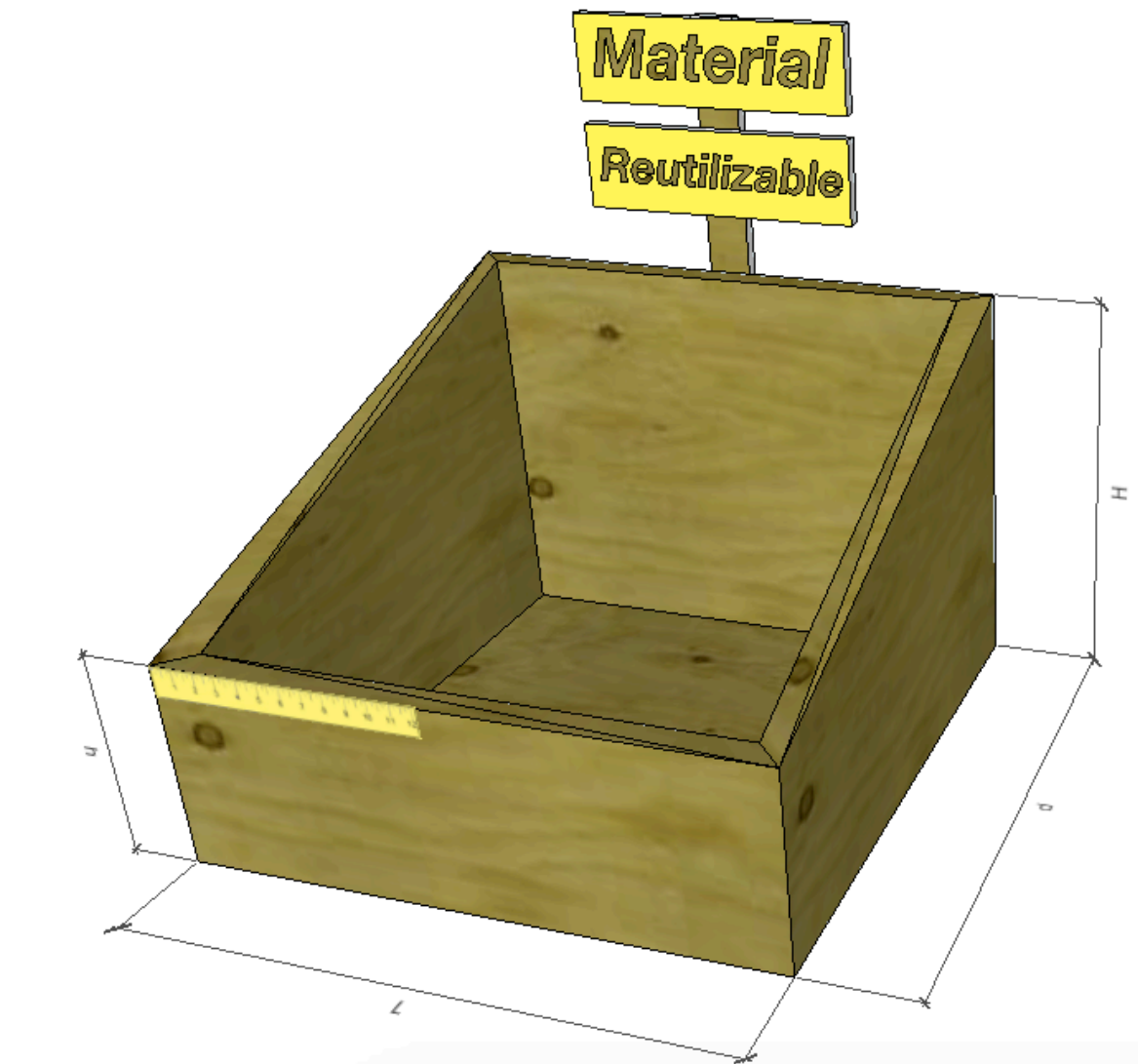


Figura 4. Dibujo propuesta 2 de cajones.

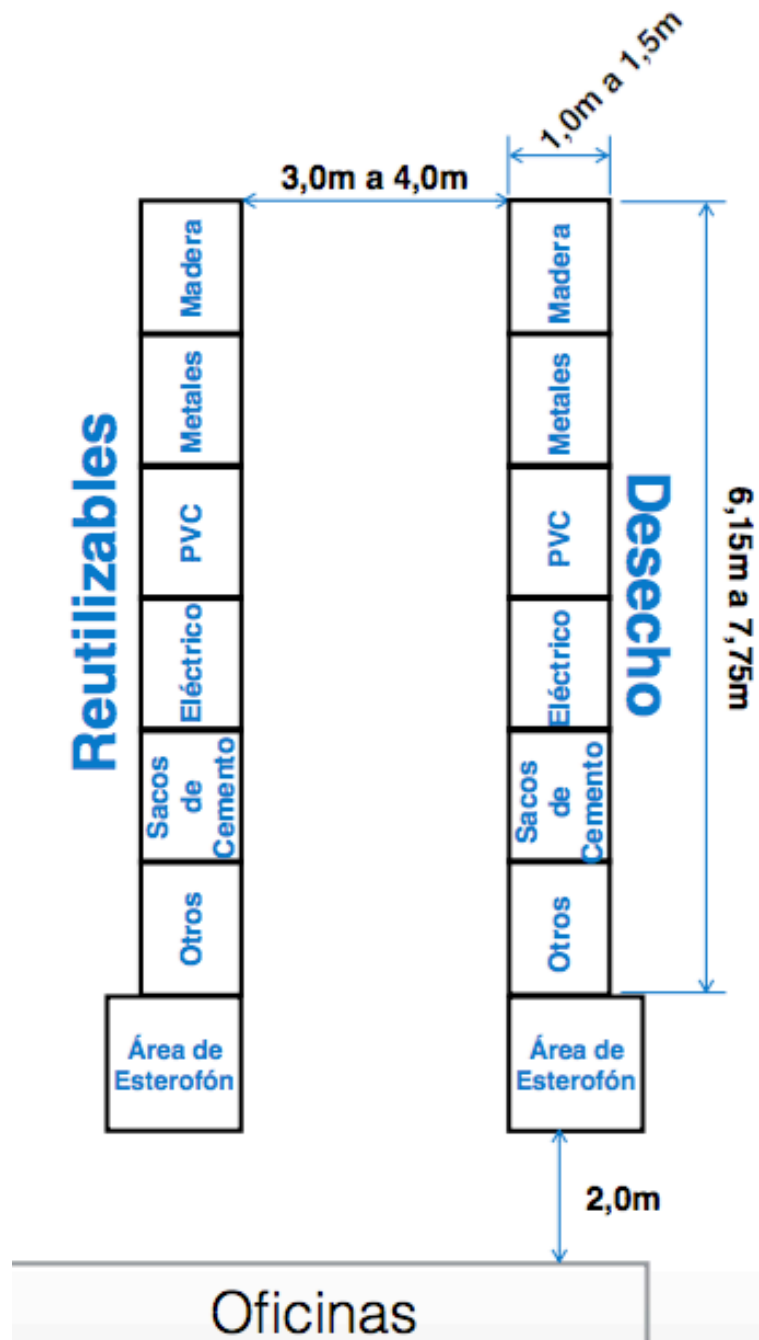


Figura 5. Diagrama de sitio propuesta 2.

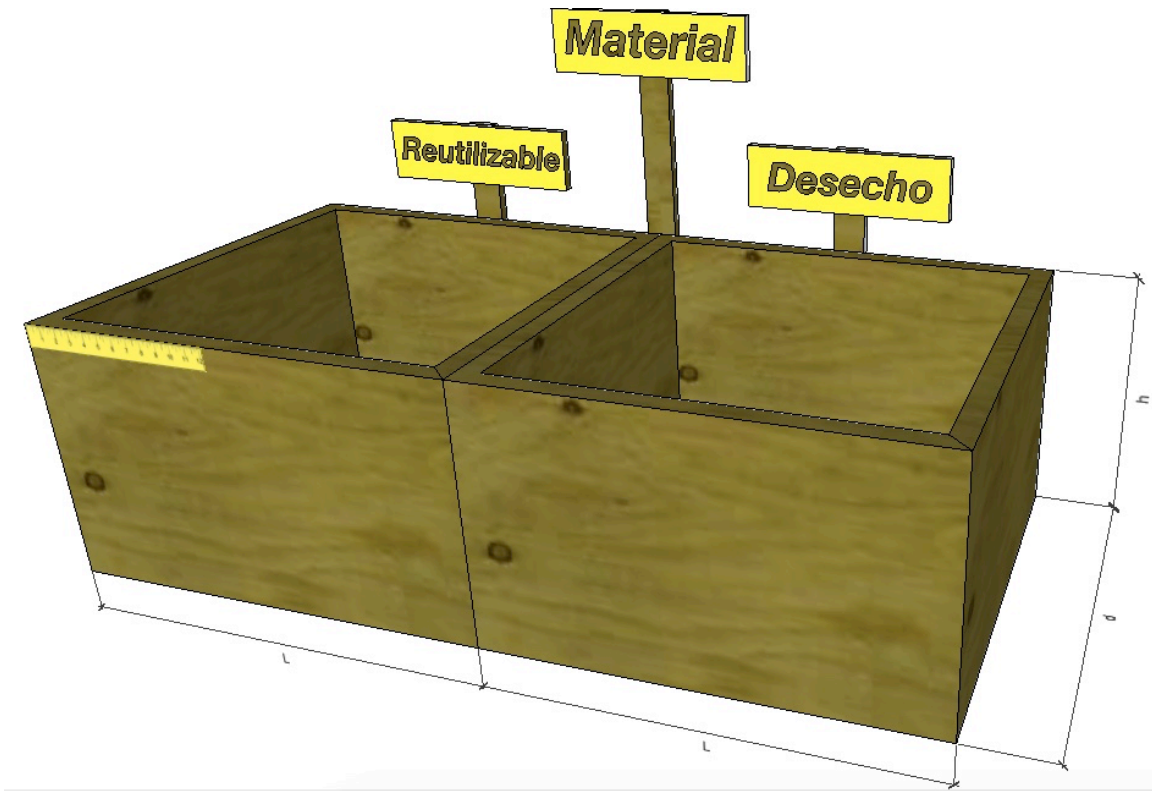


Figura 6. Dibujo propuesta 3 de cajones.

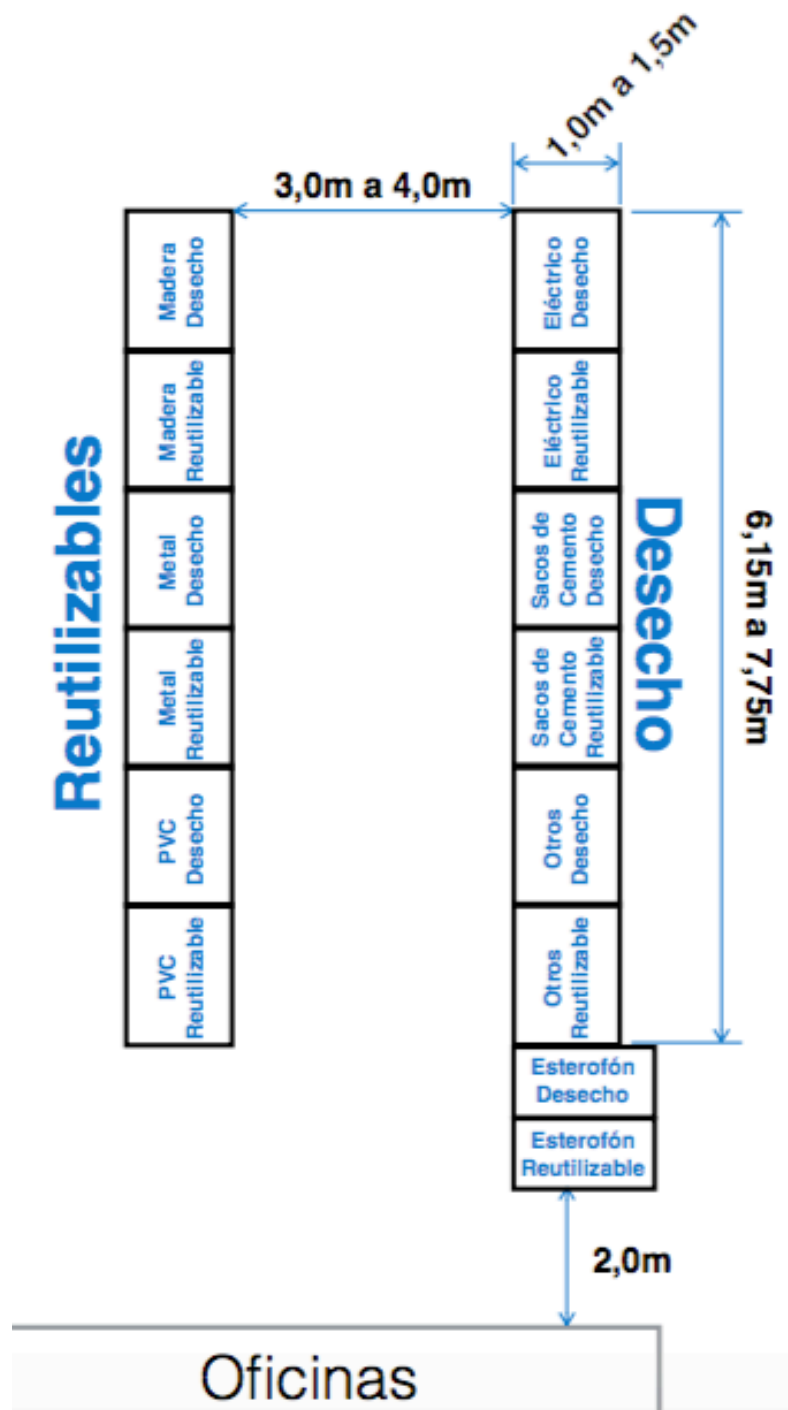


Figura 7. Diagrama de sitio propuesta 3.

Después de analizar las diferentes alternativas, se escogió la propuesta 2, por lo que

se procedió a realizar una lista de requisitos basado en a las condiciones del proyecto:

- Los cajones deben de estar bajo techo para extender la vida útil de los materiales, ya sea con una estructura de madera y cubierta de plástico negro o algo más elaborado como láminas de zinc, también puede ser una tapa para evitar que la entrada de animales.
- Cada cajón deberá encontrarse rotulado claramente con el nombre del material, si es desecho o reutilización y especificaciones correspondientes para ser reutilizado.
- La base de los cajones deberá tener plástico negro para evitar filtraciones de agua y evitar la contaminación del suelo.
- Evitar que el lugar tenga escorrentía de agua superficial, si el lugar no se puede cambiar y se presenta esta situación, proteger los cajones por medio de un drenaje que permita el desvío del agua.

Las dimensiones de cada contenedor responden a las necesidades de cada proyecto. Planteando que dada la etapa de obra gris en la que se encuentran los proyectos, se deben de tener cajones para los materiales que se producen en esta etapa: metales, tubo de PVC, residuos eléctricos, madera, sacos de cemento y otros.

En el caso del condominio San Martín, por tener poco espacio disponible para los residuos sólidos las siguientes dimensiones: la altura es de 0,60 metros y una profundidad de 1 metro, para facilitar la construcción de los cajones. En el cuadro 2, donde se presentan las dimensiones de anchos para cada contenedor:

CUADRO 2. DIMENSIONES DE CAJONES CONDOMINIO SAN MARTÍN	
Material	Longitud (m)
Metales	1,2
PVC	1
Eléctrico	1
Madera	1
Sacos de Cemento	0,75
Otros	1,2

En el caso del condominio Ventana se ajustaron las dimensiones para satisfacer el volumen de metales y madera, ya que éstos son

los que más se generan. Esta situación se debe a que el proyecto es casi 20 veces mayor en área que el condominio San Martín.

La altura propuesta es de 0,60 metros y de 1,5 metros de profundidad, esto para facilitar la construcción de los cajones. En el cuadro 3 se presentan las dimensiones de los anchos para los cajones.

CUADRO 3. DIMENSIONES CAJONES CONDOMINIO VENTANA	
Material	Longitud (m)
Metales	2
PVC	1
Eléctrico	1
Madera	2
Sacos de Cemento	0,75
Otros	1

Como resultado del diseño de los cajones, se desarrolló una lista de variables que influyen en su diseño y se deben de tomar en cuenta siempre para optimizar el su uso:

- **Tamaño del camión:** es muy importante conocer el tamaño o peso máximo del camión, ya que a partir de éste se pueden definir dimensiones de los cajones, con el fin de aprovechar al máximo cada viaje del camión al relleno sanitario autorizado.
- **Ubicación de la zona de disposición de residuos en el proyecto:** los contenedores deben encontrarse cerca de la entrada, para facilitar el acceso al camión recolector y la carga de los residuos, además por razones de seguridad de los trabajadores.
- **Topografía:** la topografía puede afectar el acceso al camión recolector, por lo que es necesario analizar si el camión propuesto puede llegar. En caso contrario si es necesario cambiar por otro tipo diferente de transporte tanto para retirar los residuos del proyecto como para transportarlos internamente hasta su sitio de acopio. La topografía también puede indicarnos si existe escorrentía de agua superficial. Si este es el caso se deben

- de tomar medidas adicionales para evitar el daño de los materiales almacenados.
- **Condiciones de acceso:** las condiciones de la calzada pueden complicar el acceso de los camiones de recolección ya sea del servicio de transporte contratado para este fin específico o del sistema privado en el caso de que se quisiera regalar a terceros dado que estos podrían no tener interés de la recolección por problemas de ingreso al sitio de acopio.
- **Agua en suelo:** es necesario conocer de la existencia de mantos acuíferos y sus respectivas redes de flujo en el sitio donde se ubica el centro de acopio dado que en estos casos se debe prevenir la infiltración de lixiviados (en el caso de residuos orgánicos) u otras sustancias.
- **Nivel de fragilidad ambiental:** el nivel de fragilidad ambiental nos va a indicar si existe una capacidad de carga restringida y las limitaciones técnicas que deberán ser consideradas para su uso en actividades humanas. Este nivel se determina por medio de la evaluación de

impacto ambiental que realiza el regente ambiental antes de iniciar el proyecto.

- **Materiales para los cajones:** los cajones se pueden fabricar con materiales provenientes de otros proyectos en caso de excedentes o materiales nuevos los cuales deben de ser presupuestados previamente e incluidos en el presupuesto de la obra.
- **Presupuesto:** es necesario determinar un monto para el centro de acopio de un proyecto, dado que si éste no se contempla este puede limitar los resultados y operaciones del mismo.

En la figura 8 y 10 se observan las condiciones iniciales, donde se muestra que ya los proyectos contaban con algunos cajones en cada proyecto, antes de las propuestas. En la figura 9 se observa la condición actual del proyecto condominio Ventana y en la figura 11 se observa uno de los cajones construidos siguiendo las instrucciones de la propuesta.



Figura 8. Zona de acumulación de residuos en la visita del 15 de julio, condominio Ventana.



Figura 9. Zona de acumulación de residuos en la visita del 9 de setiembre, condominio Ventana.



Figura 10. Zona provisional de acumulación de residuos condominio San Martín.



Figura 11. Cajones para residuos del condominio San Martín.

La figura 12 muestra la zona de almacenamiento de residuos del proyecto condominio San Martín y la figura 13 del proyecto condominio Ventana.

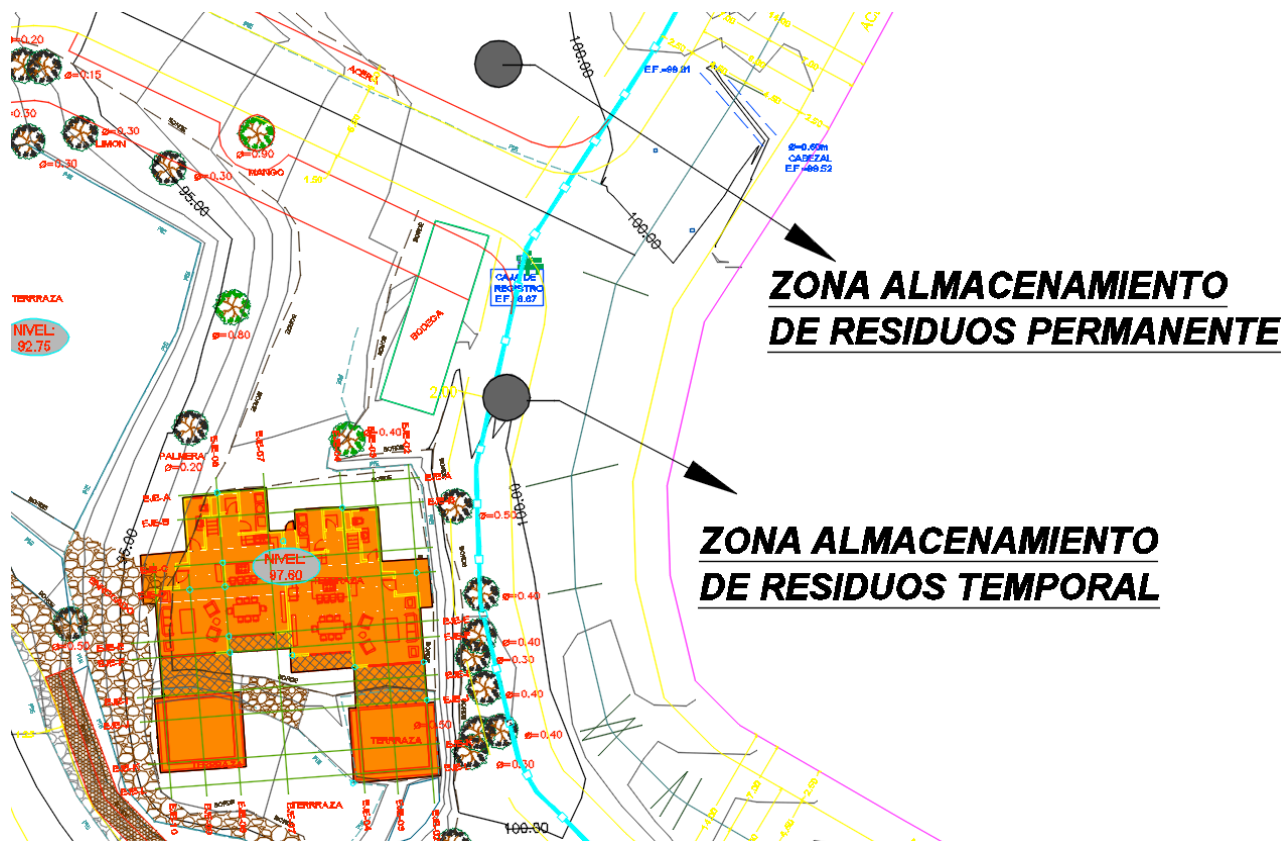


Figura 12. Diagrama de sitio donde se ubican las zonas de almacenamiento de residuos del condominio San Martín.

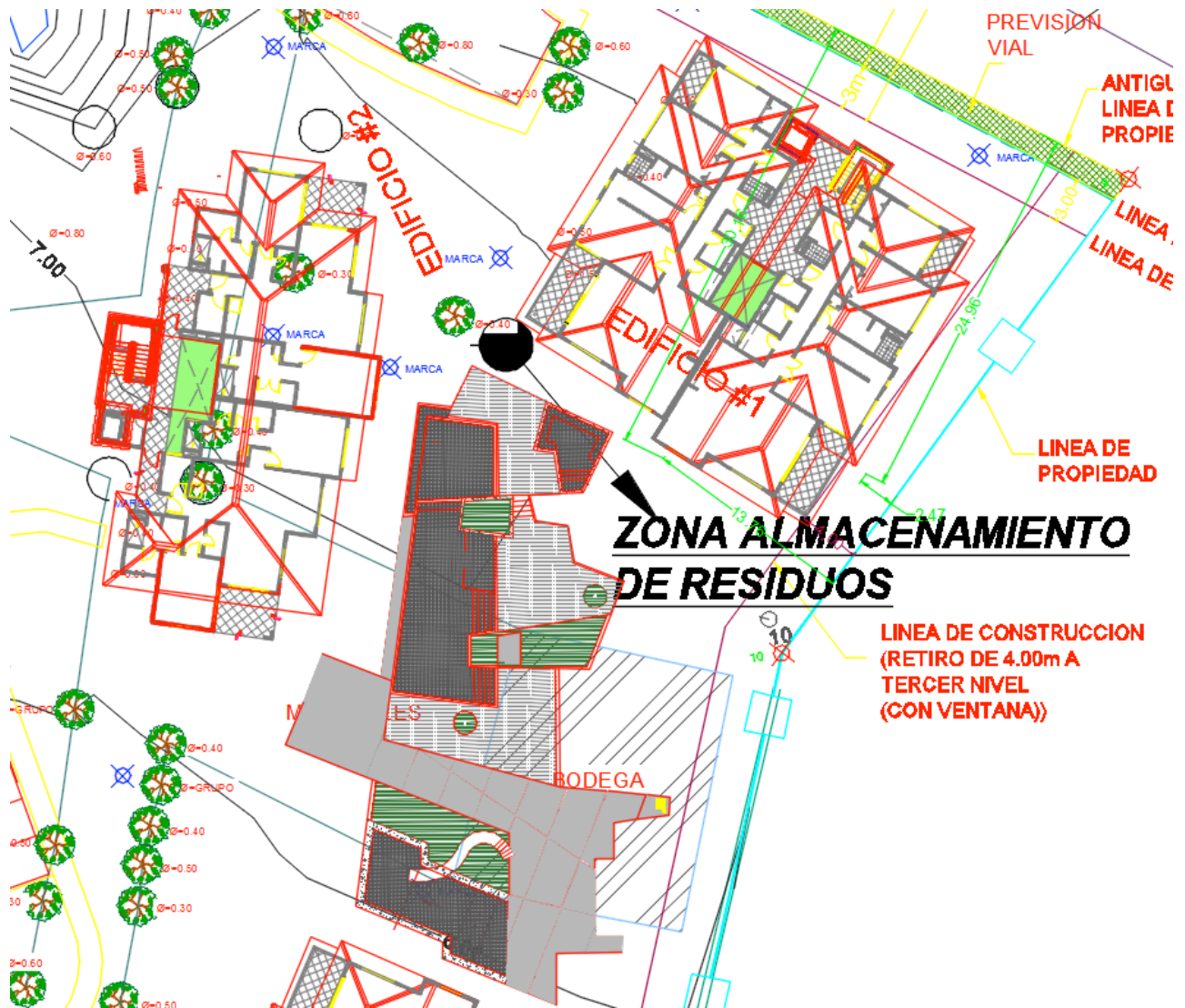


Figura 13. Diagrama de sitio donde se ubican la zona de almacenamiento de residuos del condominio Ventana.

Registro de volúmenes

Una vez construidos los cajones, se procede a realizar mediciones periódicas de los volúmenes de residuos. Pero en el caso de estos proyectos, los cajones no se llegaron a realizar en las medidas propuestas, por lo que se tomó las medidas de los cajones disponibles en sitio.

del 25 de agosto al 30 de setiembre del 2015. En la figura 14 se observan los valores de los volúmenes de cada material y al acumulado por fecha.

También se muestra en el cuadro 4 y 5 el volumen total acumulado durante todo el período, la figura 15 presenta un gráfico con los porcentajes acumulados durante todo este período.

Condominio San Martín

El cuadro 4 presenta los datos de volúmenes y porcentajes por visita que corresponde al período

CUADRO 4. VOLUMEN ACUMULADO DE RESIDUOS DEL CONDOMINIO SAN MARTÍN

Material	Volumen (m ³)	Porcentaje del material con respecto al total(%)
Madera	8,97	82
Acero	1,93	18
Total	10,9	100

CUADRO 5. VOLÚMENES Y PORCENTAJES POR FECHA DEL CONDOMINIO SAN MARTÍN

Fecha	25 de agosto 2015		8 de setiembre 2015		30 de setiembre 2015	
Material	Volumen (m ³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)	Volumen (m ³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)	Volumen (m ³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	3,06	73	4,59	92	1,32	76
Acero	1,15	27	0,37	8	0,41	24
Total	4,21	100	4,96	100	1,73	100

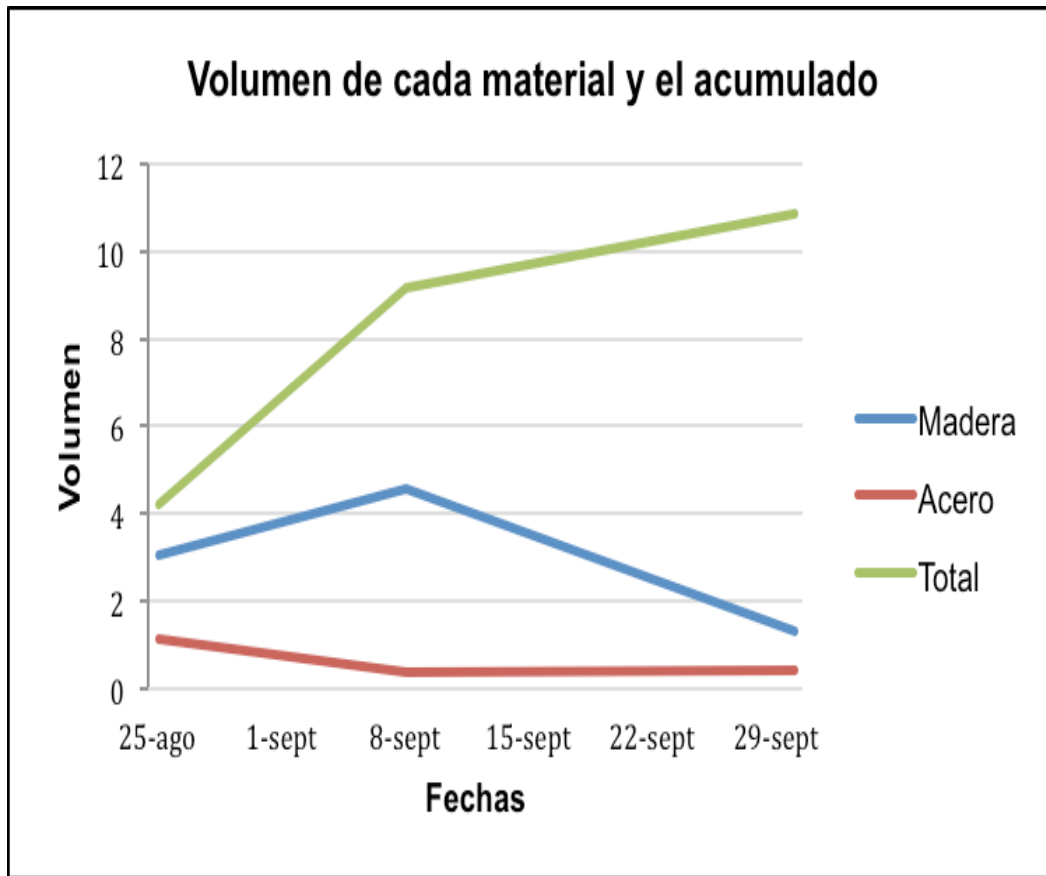


Figura 14. Volumen por material y total.

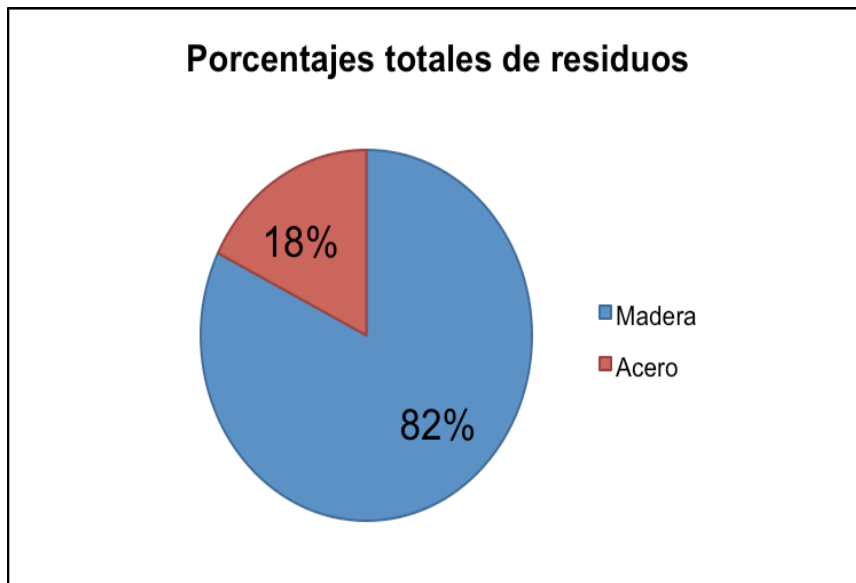


Figura 15. Porcentajes total de residuos.

Condominio Ventana

que corresponde para cada uno con respecto al volumen total.

Para este proyecto se cuenta con muchos más datos que el condominio San Martín. Los cuadros del 6 al 11 presentan los valores de volumen de cada material por visita, así como el porcentaje

CUADRO 6. VOLÚMENES DE VISITA 1, CONDOMINIO VENTANA.		
Fecha: 15 de julio		
Material	Volumen (m³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	6,2	32
Acero	7,1	36
Plásticos	0	0,00
Otros	2,07	11
Estereofón	4,2	21
Total	19,57	100

CUADRO 7. VOLÚMENES DE VISITA 2, CONDOMINIO VENTANA.		
Fecha: 29 de julio		
Material	Volumen (m³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	5,1	42
Acero	2,4	20
Plásticos	0,21	2
Otros	1,07	8
Estereofón	3,5	28
Total	12,28	100

CUADRO 8. VOLÚMENES DE VISITA 3, CONDOMINIO VENTANA.		
Fecha: 18 de agosto		
Material	Volumen (m³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	4,95	23
Acero	4,2	20
Plásticos	0,11	1
Otros	0,35	2
Estereofón	11,55	54
Total	21,16	100

CUADRO 9. VOLÚMENES DE VISITA 4, CONDOMINIO VENTANA.		
Fecha: 25 de agosto		
Material	Volumen (m³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	4,9	19
Acero	2,89	11
Plásticos	0,48	2
Otros	0,2	1
Estereofón	16,75	67
Total	25,22	100

CUADRO 10. VOLÚMENES DE VISITA 5, CONDOMINIO VENTANA.		
Fecha: 9 de setiembre		
Material	Volumen (m³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	6,14	26
Acero	0	0
Plásticos	1,31	6
Otros	0	0
Estereofón	16,17	68
Total	23,62	100

CUADRO 11. VOLÚMENES DE VISITA 6, CONDOMINIO VENTANA.		
Fecha: 30 de setiembre		
Material	Volumen (m³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	5,2	21
Acero	7,43	29
Plásticos	1,85	7
Otros	0,27	1
Estereofón	10,46	42
Total	25,21	100

En la figura 16 se observa el comportamiento del volumen de cada material en el tiempo, así como el volumen acumulado.

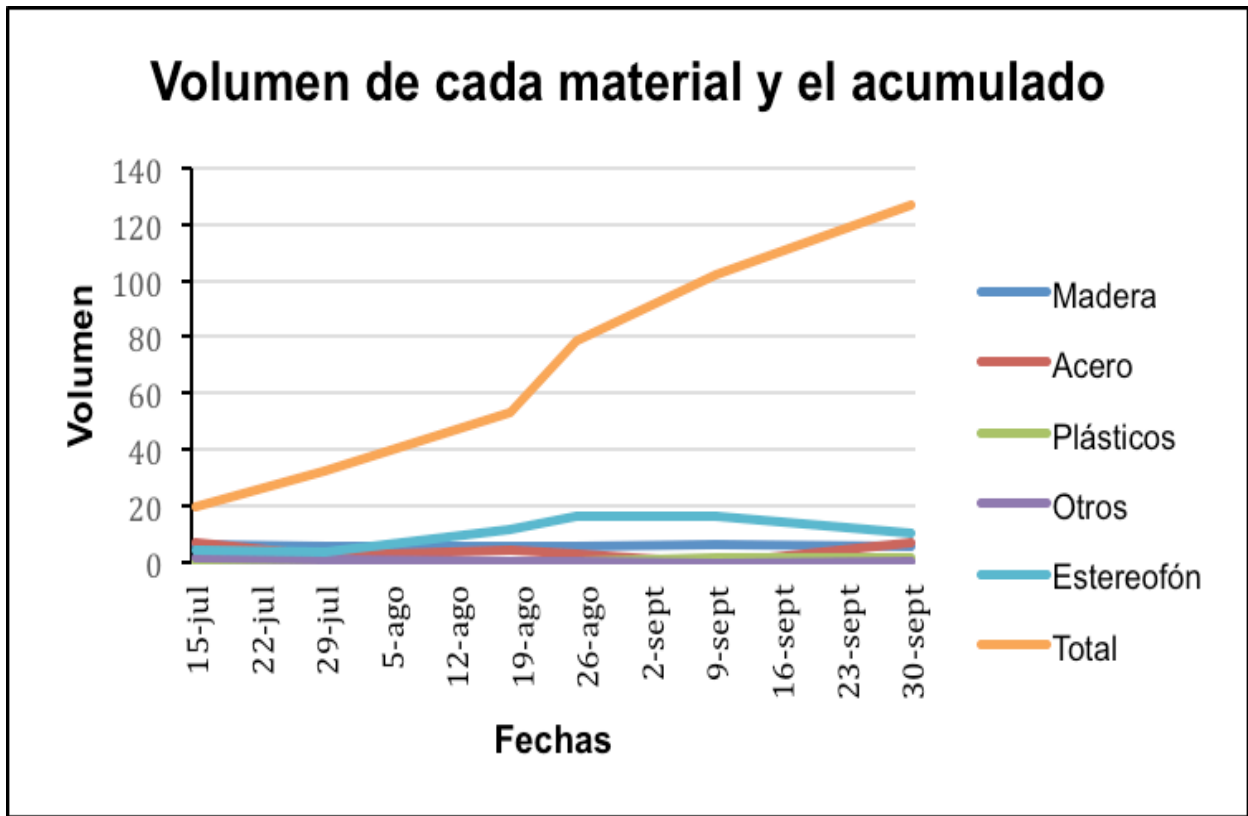


Figura 16. Volumen de cada material y volumen acumulado por fecha.

CUADRO 12. VOLUMEN TOTAL ACUMUADO, CONDOMINIO VENTANA.		
Material	Volumen (m ³)	Porcentaje de cada material con respecto al total (%)
Madera	32,49	26
Acero	24,02	19
Plásticos	3,96	3
Otros	3,96	3
Estereofón	62,63	49
Total	127,06	100

En el cuadro 12 se observan los volúmenes totales acumulados de cada material durante todo el período, así como el porcentaje

El cuadro 13 se muestran el peso de la chatarra basado en el registro de los recibos del recolector de chatarra, en este cuadro se observan los pesos obtenidos por fecha. En la

que representa cada uno. En la figura 17 se observan los porcentajes de cada material con respecto al volumen total.

figura 19 se observan los recibos reales de las facturas y en la figura 18 se encuentran los pesos por fecha y el acumulado por fecha.

Porcentajes totales de residuos

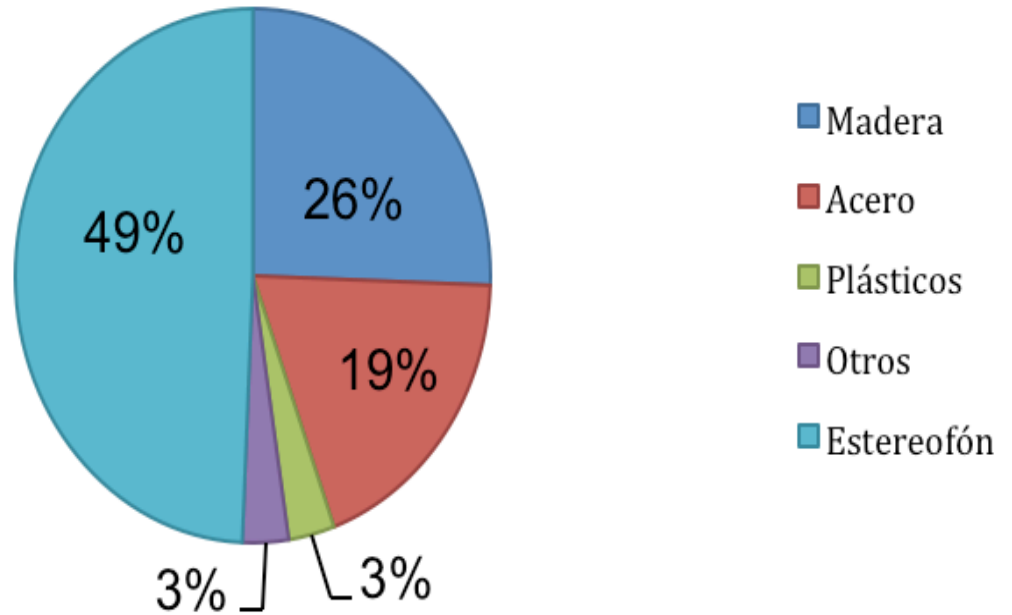


Figura 17. Gráfico de pastel con porcentajes totales de residuos.

CUADRO 13. PESOS REGISTRADOS DE CHATARRA.	
Fecha	Peso (kg)
22 de julio	600
12 de agosto	900
27 de agosto	800
10 de setiembre	470

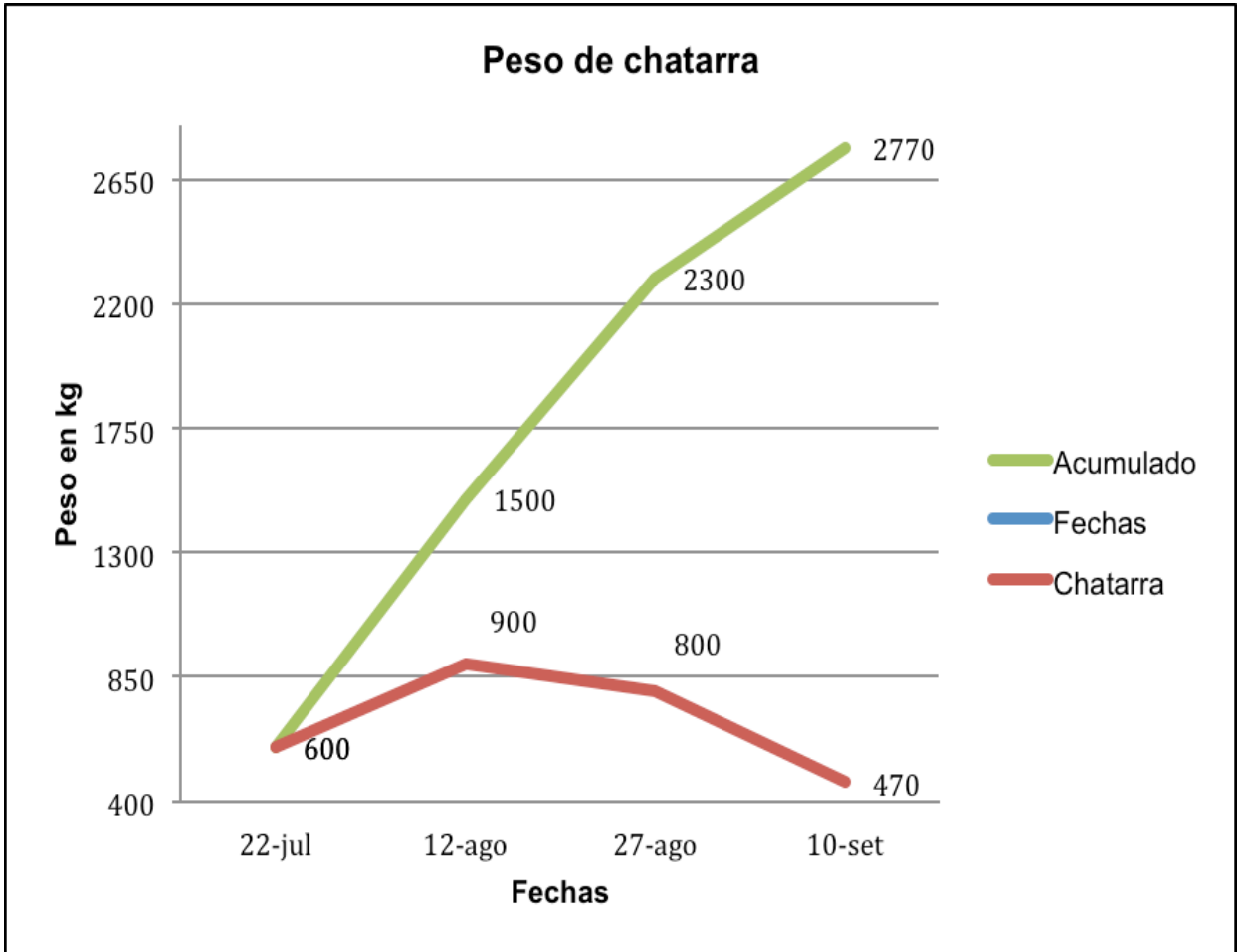


Figura 18. Peso de chatarra de acuerdo a fecha.

CONTADO		DIA	MES	AÑO	FACTURA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	09	15	No. 0156254
SEÑOR		TEL.			
DIRECCIÓN		Gerardo Mora			
CANT.	DESCRIPCIÓN	TOTAL			
	470 Kg de chatarra				
SUB-TOTAL		TOTAL			
		7,000			
RECIBIDO CONFORME					
Gerardo Mora E 1601391					

CONTADO		DIA	MES	AÑO	FACTURA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	22	07	15	No. 0156251
SEÑOR		TEL.			
DIRECCIÓN		Gerardo Mora Elizondo			
CANT.	DESCRIPCIÓN	TOTAL			
	600 Kg de chatarra 0.35 \$				
SUB-TOTAL		TOTAL			
		9,000			
RECIBIDO CONFORME					
Gerardo Mora E 1601391					

CONTADO		DIA	MES	AÑO	FACTURA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	12	08	15	No. 0156252
SEÑOR		TEL.			
DIRECCIÓN		Gerardo Mora Elizondo			
CANT.	DESCRIPCIÓN	TOTAL			
	900 Kg de chatarra 15 \$				
SUB-TOTAL		TOTAL			
		13,500			
RECIBIDO CONFORME					
Gerardo Mora E 1601391					

CONTADO		DIA	MES	AÑO	FACTURA
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	27	08	15	No. 0156253
SEÑOR		TEL.			
DIRECCIÓN		Gerardo Mora Elizondo			
CANT.	DESCRIPCIÓN	TOTAL			
	800 Kg de chatarra \$15				
SUB-TOTAL		TOTAL			
		12,000			
RECIBIDO CONFORME					
Gerardo Mora E 1601391					

Figura 19. Fracturas reales que indican el peso de chatarra.

En el cuadro 14 se muestran los datos de los metros cuadrados de avance de la obra por fecha, el volumen de residuos y la cantidad de

volumen que se produce por metro cuadrado de construcción.

CUADRO 14. VOLUMEN DE RESIDUOS POR METRO CUADRADO DE CONSTRUCCIÓN			
Fecha de visita	Avance (m ²)	Avance acumulado (m ²)	Volumen residuos (m ³)
15 de julio	700	700	19,57
29 de julio	400	1100	12,28
18 de agosto	800	1900	21,16
25 de agosto	636	2536	25,22
9 de setiembre	350	2886	23,62
30 de setiembre	400	3286	25,21
Totales		3286	127,06
m3 de residuo por m2 de construcción			0,04
100 m2 de construcción producen 3,87 m3 de residuo			

En el cuadro 15 se muestra el impacto económico generado por el estereofón, en el período del 15 de julio al 9 de setiembre. El precio se obtuvo de la facturas reales del entrepiso brindadas por empresa Quintana Ingenieros Constructores.

CUADRO 15. IMPACTO ECONÓMICO DEL RESIDUO DE ESTEREOFÓN	
Costo por m ³ de estereofón	¢72.150
m ³ totales de estereofón	35,42
Costo total	¢2.555.553
Costo viaje a relleno 12 m ³	¢150.000
Total de viajes	3
Costo total de viajes	¢450.000
Total perdido	¢3.005.553
Entrepisos construidos a la fecha	3
Pérdida por entrepiso	¢1.001.851

Plan de manejo de residuos sólidos

En el cuadro 16 se muestra el plan de manejo, se divide en 5 columnas: actividades, materiales, especificaciones de manejo interno en el proyecto, almacenamiento y disposición final de cada material.

El plan se diseñó para que funcione a largo plazo, por lo que incluyen otros residuos que no se están generando en este momento como vidrio, cables eléctricos, cerámica, entre otros. Posteriormente se presenta el cuadro 17, donde se muestran las especificaciones y desecho de cada material, este es un resumen de las especificaciones para determinar cuándo reutilizo un material y cuando lo desechó.



PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS⁽¹⁾

Actividad	Material	Manejo en proyecto	Almacenamiento	Disposición Final
Campamentos	Plástico, papel, aluminio, residuos orgánicos	Separar adecuadamente cada material, los contenedores deben de estar cerca de las instalaciones del campamento y deben de haber tantos como sean necesarios.	Deben de almacenarse en recipientes como estafones u otros, claramente identificados, bajo techo y lejos de humedad o agua.	Los residuos reciclables de ser posibles, disponerlos en centros de acopiación de la zona de reutilización de materiales, y los no reciclables disponerlos como basura.
	Concreto (bloques, adoquines, repello, otros relacionados)	Si se encuentra en estado líquido, verificar si se puede aprovechar en obras menores, sino se deja fraguar se procede a demoler en partes pequeñas para ser utilizado como agregado en concretos pobres o mejora de caminos temporales.	Debe almacenarse en un cajón mientras se encuentre en estado líquido, en estado sólido se debe de almacenar en un lugar limpio y seco, debe de estar tapado, para ello se puede utilizar lonas o plástico negro.	Primeramente se debe de utilizar de ser posible dentro del proyecto, sino buscar escombreras o rellenos sanitarios que cumplan con los requisitos de disposición de este material.
Obra gris, instalación electromecánica, aceras, calles y cubiertas.	Madera	Se debe de retirar todo aquel material que no sea madera como clavos, alambre, entre otros. Debe separarse las piezas que son reutilizables de las de desecho, ya sea por contaminación, moho o que se encuentren podridas.	Almacenar en una lugar seco y techado, libre de escurrimiento y estancamiento de agua.	Primeramente se debe de utilizar de ser posible dentro del proyecto, sino buscar centros de reciclaje o proyectos de reutilización de la zona.
	Sacos de cemento	Los sacos que se encuentren completos se deben de colocar en un cajón limpio y seco, los sacos que no se encuentren completos o están parcialmente dañados se utilizarán para limpiar herramientas, protección de previstas o llenar bloques de concreto o para la colada respectiva.	Se deben de separar de los reutilizables de los de desecho, ambos cajones deben de estar techados. El cajón de los sacos reutilizables debe de estar seco y lejos del agua, se deben de comprimir para reducir el volumen.	Los sacos reutilizables deben de disponerse en centros que den un proceso adecuado de reciclaje o disposición final, vecinos o artesanos de la zona. Los sacos de desecho deben de ser enviados a rellenos sanitarios que cumplan con los requisitos de la ley.
	Acero	Optimizar el uso del acero al máximo posible por medio de la planificación. Aprovechar las piezas pequeñas sobrantes en otras actividades del proyecto.	Se deberá almacenar en un lugar techado para extender su vida útil, libre de escurrimiento o estancamiento de agua. Separar las piezas reutilizables de las de desecho.	De ser posible disponer en centros de reciclaje, chatarrerías o proyectos de reutilización de la zona. Este material debe de estar el menor tiempo posible en el proyecto para evitar la corrosión.
	Metales	No se deben de mezclar con otros residuos, a la vez de analizar cuales son reutilizables dentro o fuera del proyecto de los que no.	Se deberá almacenar en un lugar techado para extender su vida útil, libre de escurrimiento y estancamiento de agua.	De ser posible disponer en centros de reciclaje, chatarrerías o proyectos de reutilización de la zona. Este material debe de estar el menor tiempo posible en el proyecto para evitar la corrosión.
	Estereofón	Optimizar el uso del estereofón al máximo posible por medio de la planificación. Aprovechar las piezas pequeñas sobrantes en otras actividades del proyecto.	Se debe de destinar una zona limpia y seca, donde se estarán las piezas que se pueden reutilizar dentro y fuera del proyecto, y otra zona para las piezas de desecho.	Las piezas reutilizables deben de disponerse en centros que den un proceso adecuado de reciclaje o disposición final, vecinos o artesanos de la zona. Las piezas de desecho deben de ser enviados a rellenos sanitarios que cumplan con los requisitos de la ley.
	Cable eléctrico	Optimizar el uso del cable al máximo posible por medio de la planificación, separar los reutilizables de los desechos. Los cables que no se puedan usar dentro del proyecto se deben de separarse de su cubierta polimérica y enrollarse.	Deben de estar en un lugar seco y techado. Los cables libres de la cubierta polimérica y los que se encuentran en buen estado deben de estar enrollados.	Deben de disponerse en centros que den un proceso adecuado de reciclaje o disposición final, vecinos o artesanos de la zona para que realicen proyectos de artesanías.
	Tubo PVC	Separar las piezas reutilizables de las de desecho, deben de estar limpias y libres de sustancias como concreto, suelo, etc.	Debe de almacenarse techado, lejos de fuentes de calor y de los rayos del sol, ya que es un material inflamable y para evitar su deterioro.	Deben de disponerse en centros que den un proceso adecuado de reciclaje o disposición final, vecinos o artesanos de la zona. No se permite la incineración.
Acabados y otros.	Aluminio	Optimizar el uso del aluminio al máximo posible por medio de la planificación adecuada de corte. Aprovechar las piezas pequeñas sobrantes en otras actividades del proyecto.	Deben de almacenarse en recipientes claramente identificados, bajo techo y lejos de humedad o agua. Separar los elementos reutilizables de los de desecho.	Primeramente se debe de utilizar de ser posible dentro del proyecto, sino buscar centros de reciclaje, proyectos de reutilización, vecinos o artesanos de la zona.
	Vidrio	Se debe de optimizar el uso del material por medio de la planificación adecuada, manejarse con equipo de seguridad especial y colocar el vidrio dañado en un cajón o recipiente cerrado para evitar accidentes.	Deben de almacenarse en recipientes con tapa, claramente identificados y bajo techo. Separar los elementos reutilizables de los de desecho. Mantener el menor tiempo posible en el proyecto.	Deben de disponerse en centros que den un proceso adecuado de reciclaje o disposición final, vecinos o artesanos de la zona.
	Gypsum y fibrocemento	No se deben de mezclar con el resto de desechos, ni escombros. Reducir el desperdicio por medio de la planificación adecuada del uso del material y reutilización.	Almacenar en una lugar separado del resto de los materiales y debe de estar seco, techado, libre de escurrimiento y estancamiento de agua.	Primeramente se debe de utilizar de ser posible dentro del proyecto, sino buscar centros de reciclaje o proyectos de reutilización de la zona. Sino es posible la reutilización disponer en un relleno sanitario autorizado.
	Pollo	Minimizar la liberación de partículas de polvo en las actividades a acabados, humedeciendo la zona pero evitando la acumulación de agua. Se recomienda utilizar agua almacenada de lluvia o agua residual no tóxica.	Se puede almacenar con el resto de los escombros, teniendo el cuidado de taparlos o humedecerlos, para evitar que se liberen nuevamente.	Disponer igual que los escombros, en terrenos o rellenos sanitarios que cumplan con los requisitos de disposición de este material.
	Mármol, cerámica, azulejos, granito, otros.	Se deben de separar las piezas reutilizables dentro o fuera del proyecto, de las piezas dañadas que son de desecho.	Las piezas en buen estado se deben de mantener en un lugar abierto pero seguro para evitar daños. Las piezas dañadas o polvo de las mismas se pueden disponer en el área de escombros.	Las piezas reutilizables se debe de utilizar de ser posible dentro del proyecto, vecinos o proyectos de reutilización de la zona que las necesiten. Las piezas dañadas se disponen igual que los escombros, en terrenos o rellenos sanitarios que cumplan con los requisitos de disposición de este material.

(1) Bedilla Salazar, Karen (2013). Verde Arco, Estaban (2008)

Acá va el plan en tamaño real



Espeficaciones de reutilización y desecho de los materiales

Material	Reutilización	Desechar
Concreto	Fragmentar en trozos más pequeños para ser usados como agregado en concretos pobres.	Desechar todo aquel concreto que se encuentre sucio.
Metales	Reutilizar longitudes mayores a 50 centímetros ó piezas con tamaños adecuados, libres de oxidación.	Desechar las piezas que se encuentren con se pueda remover con facilidad.
Separadores (helados)	Recolectar semanalmente y disponer en el centro de acopio correspondiente.	Desechar piezas que no se puedan utilizar o que se encuentren quebrados y contaminados.
PVC	Reutilizar longitudes mayores a 1 metro. Limpiar la tubería de tal forma de que quede libre de sustancias como el concreto, suelo, entre otros.	Desechar todas aquellas piezas que estén menores a 1 metro.
Cable y accesorios Eléctricos	Reutilizar piezas y cable en buen estado, y a discreción del profesional.	Desechar todas las piezas que se encuentren que no se pueda remover con facilidad y que estén dañados.
Madera	Almacenar sin clavos, tornillos, tachuelas u otro material que se encuentre adherido. Reutilizar como leña para cocina o dentro de la construcción.	Desechar piezas contaminadas, podridas y dañadas.
Estereofón	Reutilizar piezas en buen estado que presenten daños menores. Debe mantenerse seco y limpio. Verificar toxicidad.	Desechar piezas quebradas y contaminadas.
Sacos de Cemento	Reutilizar los sacos que se encuentren completos, los sacos que no se encuentren completos o están parcialmente dañados se utilizarán para limpiar herramientas, protección de previstas o llenar bloques de concreto para la colada respectiva.	Desechar los sacos que se encuentren podridos por el contacto con el agua y despedazados.
Otros	Reutilizar los materiales que no estén clasificados en los otros cajones, tales como envases de pintura, de aditivos, entre otros, que puedan ser reutilizados dentro o fuera del proyecto.	Desechar los materiales que estén contaminados y dañados.

(1) Badilla Salazar, Karen (2015).

Acá va el cuadro en tamaño real, el cuál es tabloide.

El cuadro de especificaciones de reutilización se utiliza exclusivamente en la zona de los cajones, para dar una separación adecuada a los residuos, colocando el residuo en reutilizable si cumple con la especificación, sino se coloca en el contenedor de desecho.

Boletas de compromiso y de registro

La boleta de compromiso de disposición final se muestra en la figura 20 y en la figura 21 se muestran tres boletas llenas con los datos de dos

artesanos y el director de la escuela de Dominical.

En las siguientes páginas se muestran las boletas de registro de salida de los residuos sólidos de los estañones con el código R1 y la boleta de registro de salida de los residuos sólidos con el código R2.

Los estañones presentes en la construcción eran para plásticos y aluminio y materia orgánica.



Boleta de compromiso de la disposición adecuada de residuos

Fecha: _____
Yo _____, cédula número _____,
vecino de _____ me comprometo con la empresa
_____ a dar una disposición adecuada y responsable de
los residuos del proyecto _____, y a la vez entregando
evidencias (facturas, fotos, etc.) que lo respalden. Uso que se le dará al
material: _____

Firma:
Teléfono:

Firma Ingeniero residente

Figura 20. Boleta de compromiso final.

Artesanos Dominical



Boleta de compromiso de la disposición adecuada de residuos

Yo Kathia Vanessa Abad León cédula número 1826052
me comprometo con la empresa Q.I.C. a dar una
disposición adecuada y responsable de los residuos del
proyecto Ventana, y a la vez entregando evidencias
(facturas, fotos, etc.) que lo respalden. Uso que se le dará: Artesanos.

Kathia Vanessa Abad León
Firma:
Teléfono: 8252 2238

Collado N.
Firma Ingeniero residente

Artesanos Dominical



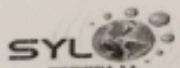
Boleta de compromiso de la disposición adecuada de residuos

Yo Carlos Guadamuz cédula número 1529493
me comprometo con la empresa Q.I.C. a dar una
disposición adecuada y responsable de los residuos del
proyecto Condominio Ventana, y a la vez entregando evidencias
(facturas, fotos, etc.) que lo respalden. Uso que se le dará: Artesanías

Carlos Guadamuz
Firma:
Teléfono: 62.38.0298

Collado N.
Firma Ingeniero residente

Escuela Dominical



Boleta de compromiso de la disposición adecuada de residuos

Yo Alexis Ramirez Badilla cédula número 1-718-489
me comprometo con la empresa Q.I.C. a dar una
disposición adecuada y responsable de los residuos del
proyecto Condominio Ventana, y a la vez entregando evidencias
(facturas, fotos, etc.) que lo respalden. Uso que se le dará: Academico.

Alexis Ramirez Badilla
Firma:
Teléfono: 85800459

Collado N.
Firma Ingeniero residente

Figura 21. Boletas de compromiso firmadas por las personas de la zona.

Contactos

construcción. Dicha lista se muestra en el cuadro 18.

Después de una investigación por internet, ferias artesanales y personas de la zona, se logró obtener una lista con los contactos de las personas de la comunidad interesadas en reutilizar o reciclar los residuos de la

CUADRO 18. LISTA DE CONTACTOS.		
Contacto	Teléfono	Ubicación
Escuela Flor de Bahía	27438454	Uvita
Escuela Dominicalito	27870355	Dominicalito
Liliam Bolaños	87522238	Dominical
Edwin Presidente de Arteciori	89313154	Pérez Zeledón
Sidey Martínez	88800487/ 85620146	Pérez Zeledón
Rosa Elena Valverde.	88201437/ 25466004	León Cortes
Escuela de Uvita	27438255	Uvita
Gerardo Mora	89839132/ 27714460	Pérez Zeledón

Productos artesanales

En la figura 22 se observan los productos artesanales producidos por medio de reutilizar sacos de cemento. Dichos productos los realizó la artesana Rosa Elena Valverde Granados.

Los productos que se muestran son: superior izquierda es un sobre de manila, inferior izquierda un separador de libros, superior derecha una billetera e inferior derecha un monedero.

En la figura 23 se observa un farol realizado por la artesana Sidey Martínez, donde el hongo fue hecho con el estereofón de residuo del proyecto Ventana.

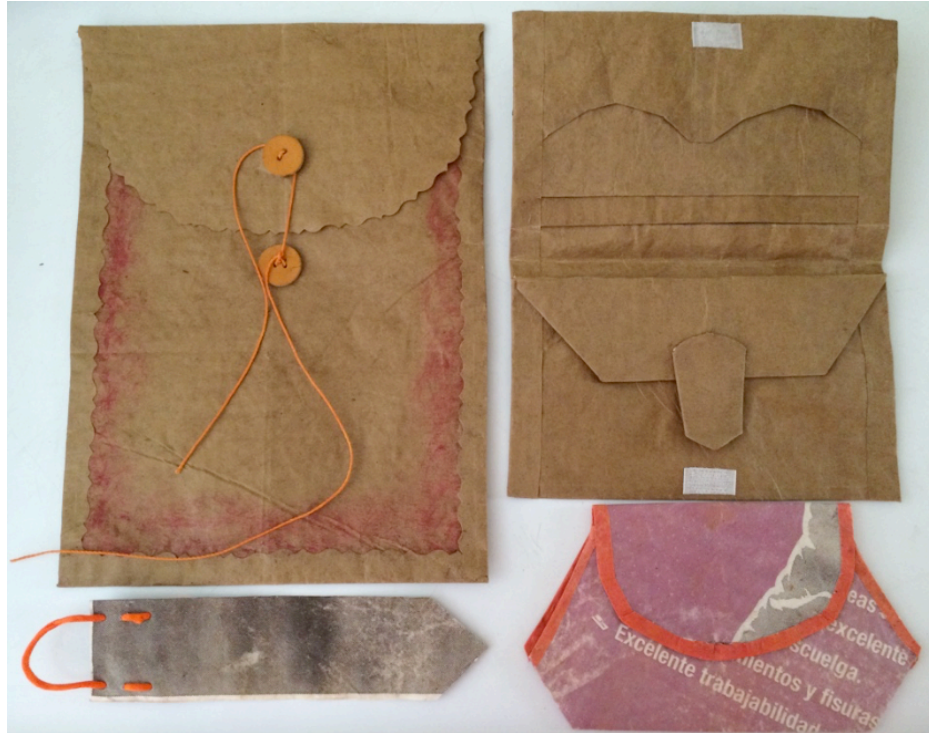


Figura 22. Artesanías hechas por medio de reutilización de sacos de cemento.

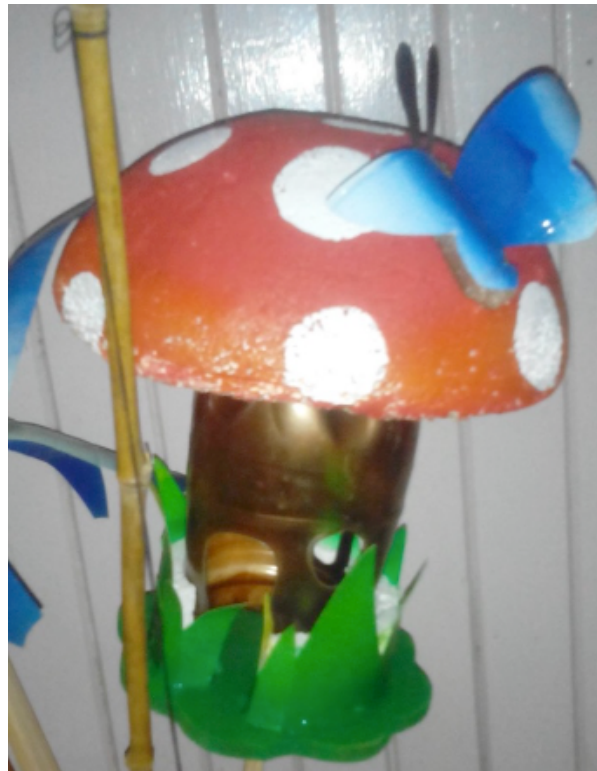


Figura 23. Hongo hecho con estereofón de residuo.

Diagramas de disposición final de los materiales

En las siguientes páginas se presentan los diagramas de opciones de disposición final, donde también se resumen las condiciones de almacenamiento de cada material y se indica cuando se reutiliza o se desecha. Los diagramas que se presentan son para el concreto, madera, sacos de cemento, metales, poliestireno expandido (estereofón), tubo de PVC, mármol, cerámicas y similares.