

CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DE PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de Graduación defendido públicamente ante el Tribunal Evaluador, integrado por los profesores Ing. Ángel Navarro Mora, Ing. Ana Grettel Leandro Hernández, Ing. Milton Sandoval Quirós, Ing. Sonia Vargas Calderón como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

ANGEL
HUMBERTO
NAVARRO MORA
(FIRMA)

Firmado digitalmente
por ANGEL HUMBERTO
NAVARRO MORA (FIRMA)
Fecha: 2020.08.13
14:42:34 -06'00'

Ing. Ángel Navarro Mora.
En representación del Director

ANA GRETTEL
LEANDRO
HERNANDEZ
(FIRMA)

Firmado digitalmente por
ANA GRETTEL LEANDRO
HERNANDEZ (FIRMA)
Fecha: 2020.08.13
15:38:42 -06'00'

Ing. Ana Grettel Leandro Hernández.
Profesora Guía

MILTON
ANTONIO
SANDOVAL
QUIROS (FIRMA)

Firmado digitalmente
por MILTON ANTONIO
SANDOVAL QUIROS
(FIRMA)
Fecha: 2020.08.14
14:53:06 -06'00'

Ing. Milton Sandoval Quirós.
Profesor Lector

SONIA VARGAS
CALDERON (FIRMA)

Firmado digitalmente por SONIA
VARGAS CALDERON (FIRMA)
Fecha: 2020.08.13 15:41:49
-06'00'

Ing. Sonia Vargas Calderón.
Profesora Observador

**Propuesta de buenas prácticas
de sostenibilidad para el
desarrollo de procesos
constructivos para la empresa
Ecosistemas de Construcción
S.A.**

Abstract

The objective of this project is to develop a proposal on good sustainability practices to implement in the development of construction processes for the company Ecosistemas de Construcción S.A. Which seeks to be a practical and simple guide to use in the field that reflects the company's commitment to the environment. The proposal was prepared based on a review of the Environmental Management Plans previously used by the company, the update with the country's current regulations and international guidelines on environmental practices. Subsequently, the activities in which the proposal on good sustainability practices would be implemented according to the company's requirements were selected. Which corresponds to machinery and equipment control, water and electricity management, waste management, dust control, noise, and air emissions. Checklists and Flowcharts were developed for the activities mentioned above for monitoring and control on site. In addition, a digital tool was developed to control the volume of waste generated and compare this volume with the project budget and determine an increase in project costs. For the implementation of the proposal, two projects in charge of the company were used: El edificio servicio fitosanitario del estado región Huetar-Caribe and the project Bodegas-Parque La Libertad.

Keywords:

Sustainability, sustainable construction, Environmental management, costs control, Construction waste

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar una propuesta que involucre buenas prácticas de sostenibilidad para implementar en el desarrollo de procesos constructivos para la empresa Ecosistemas de Construcción S.A. La cual busca ser una guía práctica y sencilla para utilizar en campo que refleje el compromiso de la empresa con el ambiente.

La propuesta se elaboró a partir una revisión de los Planes de Gestión Ambiental previamente utilizados por la empresa, la actualización con la normativa vigente del país y guías internacionales de prácticas ambientales. Posteriormente, se seleccionaron las actividades en las que se implementaría la propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad de acuerdo con los requerimientos de la empresa. Las cuales corresponde a control de maquinaria y equipo, manejo de agua y electricidad, manejo de residuos, control de polvo, ruido y emisiones al aire. Se desarrollaron Listas de Verificación y Diagramas de Flujo para las actividades mencionadas anteriormente para su seguimiento y control en obra. Además, se elaboró una herramienta digital para el control del volumen de residuos generado y comparar dicho volumen con el presupuesto del proyecto y determinar aumento en los costos del proyecto.

Para la implementación de la propuesta se utilizaron dos proyectos a cargo de la empresa: El edificio Servicio fitosanitario del estado región Huetar-Caribe y el proyecto Bodegas-Parque La Libertad.

Palabras clave:

Sostenibilidad, construcción sostenible, Gestión Ambiental, control de costos, Residuos

**Propuesta de buenas prácticas
de sostenibilidad para el
desarrollo de procesos
constructivos para la empresa
Ecosistemas de Construcción
S.A.**

Propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad para el desarrollo de procesos constructivos para la empresa Ecosistemas de Construcción S.A.

VIVIANA GARITA RODRÍGUEZ

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

Junio del 2020

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo.....	2
Introducción.....	3
Marco Teórico	5
Metodología	10
Resultados	12
Análisis de los resultados	87
Conclusiones.....	98
Recomendaciones	100
Apéndices	101
Referencias	142

Prefacio

A través de los años se han realizado esfuerzos internacionales para alcanzar el desarrollo sostenible, el cual, desde el informe “Nuestro Futuro” de 1987 del ministro Gró Harmen Brundtland se define como el desarrollo que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer la suyas. Por lo que debido al impacto en el ambiente que genera la industria de la construcción, esta debe comprometerse a mitigar los efectos provocados en el ambiente.

Nuestro país no se queda atrás en el tema y cuenta con organismos y normativa que velan por la conservación del ambiente cuando se trata de realizar proyectos de construcción.

La Empresa Ecosistemas de Construcción S.A. se compromete a representar un organismo comprometido con el ambiente por lo que busca la manera de mejorar los procesos constructivos para responder a esta problemática. De esta manera, la propuesta desarrollada representa un plan piloto para la empresa que pueda acoplarse a los diferentes proyectos de construcción en los que se involucre para asegurar que cada uno se comprometa a mitigar los efectos negativos asociados a la industria de la construcción.

El presente proyecto busca responder a esa necesidad y funcionar como una guía práctica en campo que permita el control, seguimiento y evaluación en el uso de maquinaria y equipo, uso de recursos de agua y electricidad, manejo de residuos, control de polvo y emisiones al aire provocados por los procesos en la etapa de constructiva.

Para la implementación de la propuesta se eligieron dos proyectos piloto a cargo de la empresa con los cuales se determinaron las oportunidades de mejora en los procesos constructivos para los siguientes proyectos a desarrollar por la empresa.

Resumen ejecutivo

Los proyectos constructivos nacen para suplir necesidades humanas, sin embargo, no se pueden dejar a un lado los impactos negativos que acarrea esta intervención en el ambiente; los cuales corresponden a generación de desechos, generación de ruido, generación de polvo, generación de residuos sólidos y tóxicos, contaminación del aire, contaminación del agua, generación de aguas residuales, emisiones al aire y remoción de la vegetación (Kaur & Arors, como se menciona en Enshassi, A. *et al*, 2014). Como mecanismo de combate a estos impactos es que nace la construcción sostenible, aquella que busca mitigar los efectos mencionados a través del diseño, planificación, ejecución, operación y mantenimiento de una obra de construcción.

La empresa Ecosistemas de Construcción tiene experiencia en el desarrollo de proyectos que requieren la implementación de conceptos de sostenibilidad; sin embargo, no cuenta con una estrategia de trabajo que funcione de manera integral en los proyectos de construcción que desarrolla, sino que cuenta con Planes de Gestión Ambiental específicos para cada proyecto. Por esta razón, requería de una metodología que reflejara el compromiso con el ambiente en su afán de buscar el mejoramiento de las prácticas constructivas con un enfoque sostenible. De esta manera, el objetivo del proyecto es el desarrollo de una propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad para el desarrollo de procesos constructivos para los proyectos de la empresa Ecosistemas de Construcción S. A.

Para lograrlo, en primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica de los Planes de Gestión Ambiental previamente utilizados por la empresa en sus proyectos de construcción. Lo anterior con el propósito de conocer los criterios de sostenibilidad empleados y las actividades en las que se implementaban dichos planes de Gestión Ambiental. Posteriormente, se seleccionaron las actividades a tomar en cuenta en la propuesta de acuerdo con los requerimientos de la empresa y, una vez seleccionadas, se procedió a actualizar

los criterios considerados en cada una de ellas con la normativa vigente del país y las guías internacionales de buenas prácticas ambientales en la construcción. Seguidamente, se comenzó el desarrollo de la propuesta bajo conceptos de sostenibilidad enfocada en los procesos constructivos, la cual involucró la creación de listas de verificación para cada una de las etapas a implementar, de diagramas de flujo del procedimiento a seguir para cada actividad de la propuesta y de una herramienta digital para el control del volumen de residuos generados en sitio. Con esta, se pretendía realizar un seguimiento y control de volumen de residuos de acuerdo con las cantidades de desperdicio estimadas en el presupuesto del proyecto. Y, de esta manera, determinar el aumento en el volumen de residuos de la mano con el aumento en términos de costos que representaba dicho volumen.

La implementación de la propuesta se realizó en dos proyectos piloto. El primero corresponde al Edificio servicio fitosanitario del estado región Huetar-Caribe ubicado en Siquirres, Limón; el cual es de aproximadamente 900 m² y se encontraba con un porcentaje de avance de obra de 24 % al inicio de la implementación de dicha propuesta. El otro proyecto se trató de Bodegas-Parque La Libertad con un área de 1300 m² ubicado en Río Azul, San José, el cual se formuló desde el Ministerio de Cultura y Juventud.

En dichos proyectos piloto, se determinaron los problemas asociados al manejo de residuos, se realizó el control de uso de recursos de agua y electricidad, se estimó la cantidad de residuos generados en los proyectos y se comparó dicha cantidad con los costos y las estimaciones del presupuesto. Se dio el seguimiento a las actividades involucradas en el control de polvo y en las emisiones al aire. Finalmente, se realizaron las observaciones para las oportunidades de mejora en aquellas actividades que presentaron problemas en campo.

Introducción

Según los datos de la ONU, la industria de la construcción es responsable del 30 % de la emisión de los gases del efecto invernadero y del 40 % de la generación de residuos (Zárate, 2016). Además, a causa de la intervención que provoca en el ambiente, genera una serie de impactos negativos en la etapa constructiva, tales como la generación de desechos, ruido, polvo, residuos sólidos y tóxicos, contaminación del aire, contaminación del agua, aguas residuales, emisiones al aire y remoción de la vegetación (Kaur & Arors (como se menciona en Enshassi, A. *et al*, 2014).

La construcción sostenible se encuentra en crecimiento alrededor del mundo como mecanismo para mitigar los efectos en el ambiente desde la etapa del diseño, planificación, ejecución, operación y mantenimiento de un proyecto de construcción. Nuestro país no se queda atrás y cuenta con organismos que impulsan lo sostenible y, además, cada vez son más las edificaciones que implementan parámetros de sostenibilidad y que buscan certificaciones sostenibles en sus proyectos.

Ante el crecimiento de la edificación sostenible y el aumento en su demanda, es necesario que cada empresa involucrada en esta industria se comprometa a cambiar hábitos para garantizar acoplarse a las necesidades de desarrollo sostenible por el que nuestro país apuesta.

El trabajo final de graduación corresponde a la elaboración de una propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad para el desarrollo de procesos constructivos para los proyectos de la empresa Ecosistemas de Construcción S. A.; la cual se basa en la experiencia de la empresa, en la aplicación de nuevas guías y manuales tanto nacionales como internacionales; así como, en la utilización de nuevos recursos para la implementación, el seguimiento y el control de la propuesta en campo.

La implementación de la propuesta se realizó en el proyecto piloto “Edificio servicio fitosanitario

del estado región Huetaar-Caribe ubicado en Siquirres, Limón”. Este cuenta con un área de aproximadamente 900 m² y está formulado desde el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Este proyecto se encontraba con un porcentaje de avance de obra del 24 % al inicio de la implementación de dicha propuesta; el periodo de análisis va del 20 de febrero de 2020 al 2 de junio del 2020. Asimismo, con el proyecto denominado “Bodegas-Parque La Libertad” con un área de 1300 m² ubicado en Río Azul, San José, el cual se formuló desde el Ministerio de Cultura y Juventud. En este caso, el periodo de análisis va desde el 26 de abril del 2020 al 4 de junio del 2020.

Objetivo General

Realizar una propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad que permita el desarrollo de procesos constructivos para la empresa Ecosistemas de Construcción S.A.

Objetivos Específicos

- a) Revisar el plan inicial con el que cuenta la empresa para realizar los procesos constructivos bajo estándares de construcción sostenible para su actualización según la normativa vigente.
- b) Seleccionar las actividades en las que se implementará la propuesta en un proyecto piloto de la empresa.
- c) Desarrollar una herramienta digital para el control de los residuos generados en el proyecto piloto con base en el presupuesto estimado de la empresa.
- d) Elaborar la propuesta que permita el desarrollo y el seguimiento de procesos constructivos bajo los estándares requeridos de la empresa.

Antecedentes

La empresa Ecosistemas de Construcción S. A. es una constructora con más de 29 años de experiencia en proyectos de tipo gubernamentales, residenciales, comerciales y centros educativos, en los que buscan el desarrollo de proyectos de construcción con el menor impacto ecológico posible. Con la experiencia de la empresa en el desarrollo de proyectos bajo conceptos de construcción sostenible y el compromiso e interés en la búsqueda del mejoramiento en sus prácticas constructivas, nace la propuesta para el desarrollo de este proyecto de graduación. Ya que, a pesar de la vasta experiencia de la empresa, esta cuenta con manuales de gestión ambiental relacionados con un proyecto en específico, por lo que se pretende obtener un documento integral que contenga tanto los parámetros implementados previamente por la empresa como la actualización correspondiente de estos y la incorporación de nuevos parámetros, técnicas o recursos.

El proyecto piloto para este trabajo de graduación está ubicado en el Parque La Libertad y no es la primera obra que la empresa tiene a su cargo en dichas instalaciones; esto permite que la empresa conozca los requerimientos ambientales solicitados por parte de la Fundación Parque La Libertad y, de esta manera, garantizar que no se vean comprometidos en el desarrollo de la propuesta.

De esta manera, el proyecto de graduación busca proporcionar a la empresa una propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad capaz de mejorar los procesos utilizados por la empresa a lo largo de su trayectoria laboral en el desarrollo de diferentes proyectos de construcción.

Alcances y limitaciones

La propuesta busca conformar una guía que contribuya a que la empresa Ecosistemas de Construcción S. A. logre planificar, implementar, seguir y evaluar las actividades de uso de recursos, manejo de residuos, control de polvo y emisiones al aire en sus proyectos de

construcción. Para implementar la propuesta, se utilizaron dos obras de construcción a cargo de la empresa como proyectos piloto. En ambos proyectos, se implementaron las actividades elegidas por el encargado de la empresa, las cuales corresponden a aquellas con el mayor nivel de interés. El primer proyecto se encuentra ubicado en el cantón de Siquirres en la provincia de Limón y corresponde al “Edificio sede regional servicio fitosanitario del Estado región Huetar-Caribe” del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con un área de 900 m², el cual se trabajó a partir de un porcentaje de avance de la obra de aproximadamente un 24 %. El segundo proyecto se encuentra ubicado en Río Azul en el cantón de Desamparados en la provincia de San José; corresponde a unas Bodegas del Ministerio de Cultura y Juventud y cuenta con un área de 1300 m².

Debido a que la propuesta plantea la planificación e implementación de actividades previas a la etapa de construcción, en el proyecto Fitosanitario dichas fases previas no lograron ser intervenidas por el nivel de avance de obra. Sin embargo, se verificaron las actividades ya realizadas con el propósito de encontrar puntos de mejora y de corrección en dichas actividades completadas. Asimismo, con las actividades restantes no solo se realizaron las correcciones pertinentes, sino que se implementaron y evaluaron las actividades necesarias de la propuesta. En el caso del proyecto de Bodegas-Parque La Libertad, se visitó desde la segunda semana desde el comienzo del proyecto, y la etapa constructiva se controló de acuerdo con las actividades seleccionadas por el encargado de la empresa. Y, al igual que el proyecto Fitosanitario, se realizaron las observaciones pertinentes para encontrar las oportunidades de mejora.

Marco Teórico

Construcción sostenible

Para entender el concepto de construcción sostenible, es preciso aclarar que nace desde el concepto de desarrollo sostenible, que surge de la preocupación por los efectos del desarrollo económico y social y sus efectos sobre el medio ambiente (Gutiérrez, 2013). Razón por la cual, en 1983, la ONU crea la Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente bajo la presidencia del primer ministro de Noruega Gró Harlem Brundtland, quien, en 1987, publicó el informe “Nuestro Futuro”. En este informe, se define el desarrollo sostenible como aquel que asegura satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas.

El desarrollo sostenible se basa en tres pilares: ambiental, social y económico. El ambiental se refiere mitigar los impactos al ambiente de manera que se busque disminuir el consumo de recursos, el empleo de energía renovable y el respeto por el ambiente. El social hace referencia al entorno que garantiza la satisfacción de las necesidades básicas del ser humano, tales como educación, salud, vivienda, servicios básicos y un hábitat de calidad. Y el pilar económico busca impulsar la actividad monetaria con el menor impacto posible al ambiente mediante modelos económicos éticos y en búsqueda de tecnología innovadora para nuevas soluciones; es decir, la ganancia económica no debe estar por encima del equilibrio ecológico y social (Castro, M., s.f.).

Para el presidente del Consejo de la Construcción Verde en España, Aurelio Ramírez (2016), la construcción sostenible supone un respeto y un compromiso por el ambiente e implica el uso eficiente no solo de los recursos, sino también de los materiales, por lo que supone una reducción de los impactos ambientales.

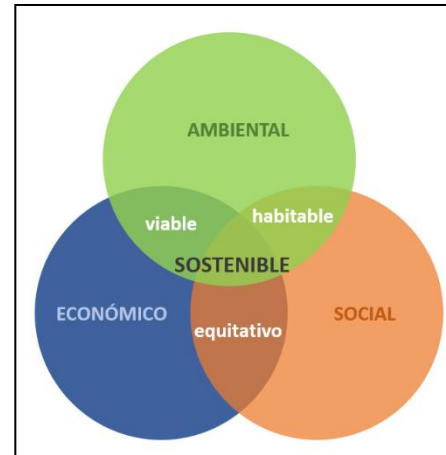


Figura 1. Pilares de la sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Campos, S. (2016).

La construcción sostenible supone un ahorro energético, minimiza el consumo de recursos, adopta medidas de reducción y reciclaje de materiales con el propósito de reducir los residuos generados, se adapta al entorno a intervenir, emplea materiales que sean amigables con el ambiente y que no sean perjudiciales para la salud del ocupante (Martinelli, 2019).

¿Cómo afecta la construcción al ambiente?

Para cumplir sus objetivos, el área de la construcción debe alterar las condiciones del ambiente. Esta alteración supone una serie de impactos negativos que, con una adecuada gestión, los impactos representados pueden disminuir y, en algunos casos, hasta evitarse por completo. Una obra de ingeniería produce un impacto ambiental de diferentes maneras, según Hernández, B. (2014), este nace al presentarse las siguientes condiciones:

- Cuando representa un riesgo para la salud de la población a causa de la cantidad y calidad de las emisiones y residuos.
- Cuando produce efectos significativos en cantidad y calidad de los recursos naturales renovables: suelo, agua y aire.
- Cuando provoca un reasentamiento de comunidades humanas o alteraciones significativas de los sistemas de vida
- Cuando existen poblaciones, recursos y áreas protegidas susceptibles a ser afectadas.
- Cuando hay una alteración del valor paisajístico de la zona
- Cuando produce alteración en sitios de valor antropológico, arqueológico, histórico.

De acuerdo con Kaur & Arors (como se menciona en Enshassi, A. *et al*, 2014), la construcción provoca la generación de desechos, ruido, polvo, residuos sólidos y tóxicos, contaminación del aire, contaminación del agua, aguas residuales, emisiones al aire y remoción de la vegetación. Las emisiones de ruido y las emisiones al aire se generan por el uso de diferente maquinaria y equipo en el proyecto. Estas emisiones y la generación de polvo producen efectos dañinos en la salud de las personas (Li *et al.*, 2010, como se menciona en Enshassi, A. *et al*, 2014). Los desechos y los residuos se deben a las actividades por la construcción, los campamentos, las plantas de tratamiento, entre otras. La contaminación del suelo y agua se puede generar por el vertido de sustancias inertes o tóxicas y el mal manejo de los residuos y desechos.

¿Por qué aplicar construcción sostenible?

La conservación del ambiente es un tema de interés mundial y, por esta razón, a lo largo de los años, se han optado por numerosos esfuerzos por parte de diferentes entidades para combatir en conjunto los efectos del cambio climático. El sector de la construcción no queda por fuera de este compromiso, ya que esta industria representa una

de las más perjudiciales para el ambiente. Según datos de la ONU, esta industria es responsable del 30 % de las emisiones de gases de efecto invernadero y de un 40 % de la generación de residuos (Zárate, 2016).

Existen diversas certificaciones que garantizan la sostenibilidad en las edificaciones. Distintos países han creado estos mecanismos de certificación con el propósito de normalizar los parámetros que dictan el grado de sostenibilidad en una edificación. Uno de los más utilizados en el mundo es el certificado LEED, que por sus siglas en inglés significa Leadership in Energy & Environmental Design (Líder en Eficiencia Energética y Diseño Sostenible), que corresponde a un sistema para medir, clasificar y certificar las edificaciones sostenibles. Este sistema fue desarrollado por el U.S. Green Building Council (Consejo de la Construcción Verde de Estados Unidos) (Ramírez, 2013). Otro sistema de certificación corresponde a EDGE, Excellence in Design for Greater Efficiencies, el cual fue desarrollado por la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Banco Mundial; brinda un software gratuito que permite generar autoevaluaciones para incorporar mejoras en tiempo real al proyecto de acuerdo con la economía y los sistemas constructivos de cada país. Asimismo, se pueden mencionar otras certificaciones como el BREEAM, originario del Reino Unido; DGNB, creado en Alemania en 2007, entre otras.

Estos sistemas de evaluación se han convertido en herramientas reconocidas a nivel mundial que logran destacar las edificaciones certificadas de aquellas convencionales.

La construcción sostenible es importante, ya que supone el arma para combatir los efectos negativos que la industria de la construcción genera en el ambiente. Es debido a este compromiso ambiental y social que día tras día las edificaciones sostenibles son preferidas por aquellas que no lo son. Una de las razones radica en que estas pueden mejorar hasta un 90 % en la productividad en las personas que trabajan en ambientes sostenibles (Labbé, 2019). Mejoran la calidad de vida de sus ocupantes al no utilizar materiales dañinos para la salud y, según un informe de la Corporación Financiera Internacional (IFC), los edificios sostenibles tienen hasta un 31 % más de prima de venta que aquellos convencionales.

Sin embargo, no solamente las certificaciones en construcción sostenible ayudan a que la industria constructiva adapte prácticas sostenibles, sino que, debido al compromiso de diferentes gobiernos, se ha logrado incentivar la construcción sostenible en cada país. Entre algunos esfuerzos, se puede mencionar el nuevo Plan de Acción de Economía Circular de la Comisión Europea que busca hacer que la economía se adapte a un futuro verde; por lo que cuenta con la sección de construcción sostenible con el propósito de promover principios de circularidad para los edificios (RETEMA, 2020). Además, en Colombia, se cuenta con la política nacional de edificaciones sostenibles, que obliga que para el 2030 el 100 % de las viviendas nuevas deben construirse bajo criterios de sostenibilidad (El Tiempo, 2020).

La industria de las finanzas está estrechamente relacionada con la construcción y esta no se queda exenta del compromiso con la preservación del ambiente. Para entender cómo el sector financiero busca comprometerse a contrarrestar los efectos del cambio climático y cómo se ve estrechamente relacionado con el área de la construcción sostenible, se pueden mencionar dos casos de entidades financieras. Primeramente, se refiere al Instituto de Crédito Oficial (ICO), un banco público de España que, de acuerdo con Jose García de Quevedo (2020), cada vez más introduce criterios de sostenibilidad en el tema de las inversiones. De esta manera, tiene como objetivo tanto nacional como internacional, la financiación de proyectos sostenibles y, así, ha logrado emitir bonos verdes por 500 millones de euros en 2019. Un bono verde, de acuerdo con la Bolsa Nacional de Valores de nuestro país (s.f.), es un “instrumento de deuda emitido por gobiernos, bancos comerciales o empresas privadas destinado a obtener capital cuyo uso es exclusivamente para financiar o refinanciar, parcial o totalmente proyectos que pueden generar beneficios ambientales”. Por lo que se puede determinar el esfuerzo adoptado por esta entidad por apoyar iniciativas que contribuyan a la protección del medio ambiente.

Asimismo, se puede mencionar el Banco Bilbao Vizcaya Argentaria (BBVA), que es una de las mayores entidades financieras del mundo con sede en España, México, América del Sur, Estados Unidos y Turquía, resulta ser un referente mundial en el desarrollo de las finanzas sostenibles, y cuenta con fondos específicos para financiar proyectos enfocados en la sostenibilidad.

De esta manera, en junio de 2019, se convirtió en la entidad financiera en realizar el mayor importe al otorgar un bono verde. El cual forma parte del compromiso de BBVA de movilizar 100 000 millones de euros en infraestructura sostenible, emprendimiento social e inclusión financiera de 2018 a 2025. Además, en América Latina, se ha convertido en el primer banco privado en emitir un bono verde (Garzón, 2019). Como se puede observar, las entidades financieras resultan una fuente de impulso para la industria de la construcción y logran potenciar el mercado de la construcción sostenible como uno de los medios para mitigar los efectos del cambio climático en el ambiente.

Por otra parte, en el informe: *Edificios verdes: un plan financiero y de políticas para los mercados emergentes* del IFC, se habla que para el 2030 los edificios verdes pueden llegar a ofrecer una inversión de \$24.7 billones para los mercados emergentes. Y que, para América Latina, supondrá una oportunidad de inversión de \$4.1 billones en edificios ecológicos.

¿Cómo se aplica a las edificaciones?

Para entender mejor la aplicación de este concepto, se presentan algunos ejemplos de edificaciones sostenibles. Primeramente, se puede mencionar la torre de Bank of America en New York, Estados Unidos. Este rascacielos es el cuarto edificio más alto de New York y el primer rascacielos del mundo en obtener la calificación platino en la certificación LEED. Se puede destacar que el 40 % de los materiales empleados en su construcción provenían de fuentes regionales, a no más de 600 km, por lo que no solo apoya la economía local, sino que reduce el uso de energía para transporte. Además, el techo recolecta agua de lluvia para su reutilización, cuenta con una planta de gas natural propia que le proporciona 70 % de la electricidad anual y el calor residual se reutiliza para producir vapor que alimenta aparatos de refrigeración. Sin olvidar que el 83 % de los residuos generados en la construcción se reciclaron (Meyer, 2019).

Otro ejemplo es el edificio The Crystal ubicado en Londres, Inglaterra. Obtuvo la certificación LEED platino y BREEAM outstanding ya que tiene un diseño que garantiza iluminación y ventilación

naturales, aparte de recolectar y depurar el agua de lluvia y aguas residuales para su uso y, además, cuenta con un sistema fotovoltaico instalado en la azotea. Por estas y otras características, este edificio consume 46 % menos energía y emite un 65 % menos de dióxido de carbono en comparación con edificios similares (Yáñez y Rodríguez, 2013).

En nuestro país, destaca el primer proyecto residencial en obtener la certificación LEED silver, el cual corresponde al edificio TriBca ubicado en Rohrmoser. Este proyecto, además de tomar en cuenta ahorros en el consumo eléctrico y de agua, incorporó cargadores para vehículos eléctricos en un 50 % de los parqueos, espacio para parqueo de bicicletas y un huerto ecológico urbano (Piñar, 2017).

Compromiso de Costa Rica

Costa Rica se ha esforzado por conservar el ambiente y es debido a este interés que cuenta con leyes que respaldan el cumplimiento a la conservación del ambiente en el área de la construcción. Además, el país cuenta con diferentes entidades nacionales que trabajan para impulsar y fortalecer la construcción sostenible, entre ellas: la Comisión de Diseño y Construcción Sostenible en el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, el Consejo de la Construcción Verde, la Comisión de Sostenibilidad de la Cámara Costarricense de la Construcción y el Programa de Bandera Azul Ecológica con la categoría en Construcción Sostenible.

En setiembre de 2015, fueron aprobados los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) por parte de la Asamblea General de las Naciones Unidas y nuestro país acuerda su cumplimiento. Entre los objetivos se puede destacar el número 11, enfocado al sector de la construcción que se refiere a las ciudades y comunidades sostenibles, con el cual se busca la implementación de políticas y planes para el uso eficiente de los recursos. Luego, en 2018, se publicó la Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible 2018-2030, que cuenta con una sección de construcción sostenible. En esta, se define el objetivo de “incrementar la cantidad de obras constructivas que aplican criterios de sostenibilidad en el país.”

Recientemente, el gobierno dio a conocer la publicación de la Directriz 050 del MINAE, la cual busca el desarrollo de los proyectos de

construcción del sector público, aplicando prácticas de construcción sostenible. Estos requerimientos están enfocados tanto para edificaciones nuevas como para aquellos proyectos de ampliación, rehabilitación, renovación, mejoramiento, mantenimiento o remodelación de edificios existentes.

Como se puede observar, nuestro país se encuentra altamente comprometido con adaptar las medidas que sean necesarias para contribuir a mitigar los efectos perjudiciales en el ambiente a causa de la industria de la construcción. Es gracias a este compromiso que Costa Rica se ha posicionado por encima de algunos de nuestros países vecinos en este tema. De acuerdo con el reporte del US Green Building Council en 2018, en la región de Centroamérica y el Caribe, se contaba con 97 edificaciones certificadas con el sistema LEED, de las cuales, un total de 45 corresponden a edificaciones en nuestro país. En la siguiente figura, se puede observar la distribución del total de certificaciones en la zona al 4 de enero del 2018.

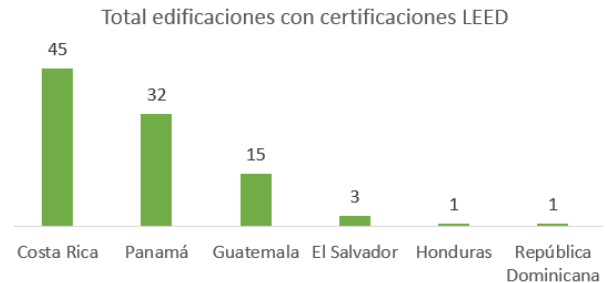


Figura 2 Edificios certificados en la región de Centroamérica y el Caribe al 4 de enero del 2018

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos de US Green Building Council (2018)

Uno de los mecanismos de incentivo con los que cuenta nuestro país son los premios de construcción sostenible que otorga la Cámara Costarricense de la Construcción (CCC). De esta manera, la CCC busca destacar aquellos proyectos que contribuyen a la protección y conservación del ambiente; y este se otorga en cuatro categorías: trayectoria profesional, empresa, proyecto y estudiante. Por otro lado, se cuenta con el Programa Bandera Azul Ecológica, el cual cuenta con la categoría XV de Construcción Sostenible, que reconoce diseños que incorporen buenas prácticas constructivas con tal de actuar de manera responsable ante los efectos del cambio climático y que, al mismo tiempo, propicien

el cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible

Residuos en la construcción

Los residuos en la construcción son aquellos materiales valorizables o no valorizables provenientes de excedentes del proceso constructivo (Leandro y Guerreo, 2015). Según los datos de la ONU, la industria de la construcción es responsable de generar cerca de 40 % de los residuos (Zárate, 2016).

En nuestro país, se cuenta con la Ley para la Gestión Integral de Residuos N.º 8839, la cual busca regular la gestión integral de residuos, así como el uso eficiente de los recursos. Para lo que establece una jerarquización en la gestión integral de residuos, tal y como se muestra en la figura 3.

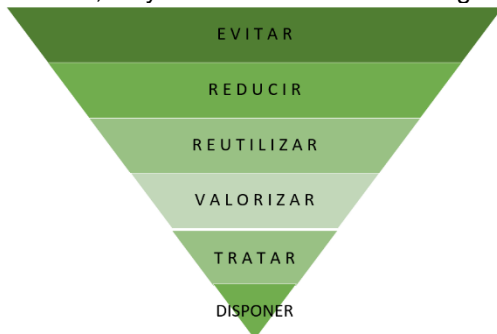


Figura 3 Jerarquización en la gestión integral de residuos.
Fuente: Elaboración propia a partir de Ley N°8839.

De esta manera, evitar la generación de residuos es la prioridad. Seguidamente, se debe reducir al máximo la generación de estos; reutilizar significa buscar la manera de emplear los residuos en la misma cadena de producción o en otros procesos. Y, cuando no sea posible, se deben valorizar ya sea con reciclaje, coprocesamiento, reensamblaje u otro procedimiento capaz de recuperar el material y su aprovechamiento energético. Los residuos generados deben ser tratados antes de enviarlos a disposición. Finalmente, se busca disponer la menor cantidad de manera sanitaria y ecológicamente adecuada.

De igual forma, se cuenta con el Reglamento General para la Clasificación y Manejo de

Residuos Peligrosos Decreto Ejecutivo 37788, el cual contiene las obligaciones al generar dicho tipo de residuos.

De acuerdo con Abarca y Leandro (2016), se determinó que en nuestro país los materiales más desechados corresponden al concreto armado materiales de paredes livianas, residuos de yeso, mortero y de pega. Los tres materiales más reutilizados son la madera, cobertura vegetal y residuos de piedras naturales, mármoles y granito. Los metales corresponden a los materiales más reciclados.

Metodología

La propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad para el desarrollo de procesos constructivos presentada se desarrolló a partir de una revisión de las diferentes estrategias utilizadas previamente por la empresa Ecosistemas de Construcción S. A. para llevar a cabo los procesos constructivos de manera sostenible. Así como la investigación de nuevas prácticas a implementar, la actualización con la normativa vigente y la implementación de una herramienta digital para controlar el volumen de residuos generados en los proyectos piloto.

La implementación de esta propuesta se realizó en el proyecto “Edificio sede regional fitosanitario del estado región Huetar-Caribe” ubicado en Siquirres, en la provincia de Limón. Además, fue implementada en el proyecto “Bodegas-Parque La Libertad” del Ministerio de Cultura y Juventud ubicado en Desamparados, en la provincia de San José.

Planes de Gestión Ambiental

Inicialmente, se estudiaron los Planes de Gestión Ambiental previamente utilizados por la empresa en tres proyectos anteriores para conocer la manera en que desarrollan los procesos constructivos para que cumplan con estándares de sostenibilidad. Los planes de Gestión Ambiental utilizados corresponden a los proyectos para la Universidad Nacional de Costa Rica: edificio de formación integral y permanencia residencias de Nicoya, edificio de Movimiento Humano y Terapias Complementarias sede Lagunilla de Heredia y el Proyecto Residencias Estudiantiles Universidad Nacional Sede Sarapiquí.

Al revisar los planes mencionados anteriormente, se logró obtener la lista de los estándares utilizados en los procesos constructivos y las actividades que debían incorporarse en la propuesta.

Normativa vigente

Una vez revisados los planes de gestión ambiental de la empresa, se procedió a revisar la normativa vigente del país en temas de construcción sostenible para determinar no solo los parámetros que debían actualizarse, sino también aquellos que debían incorporarse en la propuesta. Entre las cuales se mencionan: Ley Orgánica del Ambiente, Ley de Gestión Integral de Residuos, Reglamento sobre Emisión de Contaminantes Atmosféricos, Reglamento para el Control de Contaminación por Ruido, Código de Buenas Prácticas de SETENA.

Adicionalmente, se realizó una revisión bibliográfica de manuales utilizados fuera del país con el propósito de conocer la aplicación de estándares sostenibles en los procesos constructivos en otros países. Entre los cuales, se puede mencionar la Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el diseño, construcción, uso, conservación y demolición de edificios e instalaciones del Ayuntamiento de Madrid, la Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción de la Cámara Chilena de la Construcción y el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción de la Comisión Interempresarial Municipal de Protección Ambiental Rosario (CIMPAR) de Argentina.

Propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad

Con la revisión bibliográfica realizada y tomando en cuenta los requerimientos de la empresa, se desarrolla la propuesta para la propuesta necesaria para que la empresa pueda realizar los procesos constructivos de sus proyectos bajo conceptos de construcción sostenible. La propuesta se elabora en forma de diagrama para presentar el proceso a seguir de manera más sencilla. Además, como complemento al

diagrama, se incluyen las listas de verificación mencionadas anteriormente, así como la herramienta para el control del volumen de residuos a partir del presupuesto estimado de los proyectos.

Listas de Verificación

Se desarrollaron listas de verificación para el control de las actividades definidas en la etapa uno y dos de la propuesta. Estas funcionan como el instrumento de evaluación en los proyectos visitados y, de esta manera, facilitaron encontrar las oportunidades de mejora y las medidas correctivas pertinentes en las actividades establecidas en la propuesta.

Herramienta de control de residuos

Se desarrolló una herramienta digital en el programa Excel para realizar el control del volumen de residuos generados por las actividades en la etapa de construcción de un proyecto. Para esto, se dividieron los residuos en aquellos generados en las actividades de movimiento de tierra, en los generados por el campamento del proyecto y oficina del proyecto; y aquellos correspondientes a las actividades de obra gris, acabados y techos.

El propósito de la herramienta consiste en determinar si el porcentaje de desperdicio de cada actividad presupuestada se estaba cumpliendo o si, por el contrario, estaba aumentando el porcentaje de desperdicio de las actividades

Proyecto piloto

Para la implementación de la propuesta, se visitaron dos proyectos a cargo de la empresa como proyectos piloto. El primer proyecto corresponde al “Edificio sede regional servicio fitosanitario del Estado región Huetar-Caribe” del Ministerio de Agricultura y Ganadería, ubicado en Siquirres, Limón; el cual se comenzó a visitar el 20 de febrero del 2020 cuando llevaba un 24 % de avance de obra. Debido a que el primer proyecto se comenzó a visitar desde un importante nivel de avance de construcción y no se logró su

seguimiento desde el inicio, se tuvo la posibilidad de visitar un segundo proyecto. El cual había extendido su fecha de inicio al mes de abril, de esta manera, las visitas al segundo proyecto comenzaron el día 23 de abril, que corresponde a la segunda semana desde su inicio. Este otro proyecto se encuentra ubicado en Río Azul, en el cantón de Desamparados, en la provincia de San José y corresponde a “Bodegas-Parque La Libertad” del Ministerio de Cultura y Juventud.

Resultados

Revisión de planes de gestión ambiental

Se analizaron tres planes de gestión ambiental con los que contaba la empresa, los cuales corresponden al edificio de formación integral y permanencia residencias de Nicoya, edificio de Movimiento Humano y Terapias Complementarias sede Lagunilla de Heredia y el Proyecto

Residencias Estudiantiles Universidad Nacional Sede Sarapiquí. La revisión de dichos planes de gestión ambiental se muestra en el Cuadro 1, el cual muestra las actividades contempladas en cada plan y los criterios establecidos para cada una de ellas.

CUADRO 1. INFORMACIÓN RECOPILADA DE LOS PLANES DE GESTIÓN AMBIENTAL PREVIAMENTE UTILIZADOS POR LA EMPRESA ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.			
Categoría contemplada	Edificio de formación integral y permanencia residencias de Nicoya de la UNA	Edificio de movimiento humano y terapias complementarias de la UNA	Residencias estudiantiles Universidad Nacional sede Sarapiquí
Maquinaria y equipo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar una lista del equipo y maquinaria por utilizar durante la etapa constructiva. ▪ Verificar que se cuenta con RITEVE. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar una lista del equipo y maquinaria por utilizar durante la etapa constructiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar maquinaria en buen estado
Rutas y frecuencia de movilización	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir las rutas a utilizar hacia y desde el proyecto. ▪ Realizar un mapeo de las rutas más transitadas por efecto del proyecto, 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definir las rutas a utilizar hacia y desde el proyecto. ▪ Realizar un mapeo de las rutas más transitadas por efecto del proyecto, incluyendo los accesos. ▪ Identificar las condiciones de las rutas a utilizar. 	-

	<p>incluyendo los accesos.</p> <ul style="list-style-type: none"> Identificar las condiciones de las rutas a utilizar. 		
Factores del medio a ser susceptibles	<ul style="list-style-type: none"> Análisis de la afectación a flora, fauna, suelos, aguas subterráneas, aguas superficiales, aire, vecinos y comunidades cercanas, paisaje e infraestructura vial durante la etapa constructiva. 		-
Programas de capacitación	<ul style="list-style-type: none"> Concientizar a los colaboradores del proyecto sobre el cuidado del ambiente. Capacitación sobre adecuado manejo de desechos sólidos, productos peligrosos y desechos líquidos. Formación sobre uso racional y ahorro de agua y energía. Realizar sesiones de charlas una vez al mes. Implementación de las 4R: rechazar, reducir, reutilizar, reciclar 	<ul style="list-style-type: none"> Concientizar a los colaboradores del proyecto sobre el cuidado del ambiente. Capacitación sobre adecuado manejo de desechos sólidos, productos peligrosos y desechos líquidos. Formación sobre uso racional y ahorro de agua y energía. Realizar sesiones de charlas una vez al mes. Implementación de las 4R: rechazar, reducir, reutilizar, reciclar 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar capacitación en tema ambiental a personas que laboren de forma temporal o permanente. Otorgar certificados de participación. Realizar sesiones una vez al mes.

<p>Plan de reducción de ruido y contaminación del aire</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer el croquis de puntos de medición ▪ Realizar monitoreo mensual para medición de decibelio (dB) ▪ Tapar todas las vagonetas que transporten material. ▪ Limitar los tiempos de emisión a 10 horas del día. ▪ Limitar la velocidad de tránsito de los vehículos en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer el croquis de puntos de medición ▪ Realizar monitoreo mensual para medición de decibelio (dB) ▪ Tapar todas las vagonetas que transporten material. ▪ Limitar los tiempos de emisión a 10 horas del día. ▪ Limitar la velocidad de tránsito de los vehículos en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humedecer con agua de lluvia o aquella con residuos sólidos la superficie en actividades de demolición.
<p>Plan de manejo de calidad del agua</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer el croquis de muestreo. ▪ Solicitar un certificado de calidad de agua a la municipalidad antes de comenzar las obras, cada 4 meses después de iniciada y al finalizar la misma. ▪ Controlar parámetros del agua: pH, conductividad, turbidez, alcalinidad, cloruros, sulfatos, etc. ▪ Establecer zona de lavado de vehículos y maquinaria en parqueo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer el croquis de muestreo. ▪ Solicitar un certificado de calidad de agua a la municipalidad antes de comenzar las obras, cada 4 meses después de iniciada y al finalizar la misma. ▪ Controlar parámetros del agua: pH, conductividad, turbidez, alcalinidad, cloruros, sulfatos, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utilizar trampas de sedimentación. ▪ Recolectar agua de lluvia y canalizar hasta el sistema recolector.

<p>Plan de manejo de residuos</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control mensual del tipo y cantidad de residuo generado y entregado a entes externos para su disposición final. ▪ Utilizar pinturas a base de agua. ▪ Incorporar compras verdes, adquiriendo productos desinfectantes que sean amigables con el medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Adquisición de productos que generen menor cantidad de desechos ▪ Rechazo de productos que contengan presentaciones contaminantes y preferir productos que contengan envases reciclables ▪ Realizar control mensual de residuos generados y debidamente entregados. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de salida de residuos del proyecto con su debida documentación de entrega. ▪ Disposición final de los residuos de acuerdo con la clasificación: <ul style="list-style-type: none"> - Residuos sólidos valorizables: enviados a recicladores autorizados. - Residuos no valorizables: enviados a rellenos sanitarios autorizados. - Residuos peligrosos: enviados a Geocycle. - Madera: relleno sanitario y otros usos. - Escombro limpio: reutilización en rellenos menores.
--	---	---	---

Fuente: Elaboración propia a partir de los planes de gestión ambiental utilizados por la empresa

Revisión de la normativa vigente

Con el propósito de actualizar los criterios utilizados previamente por la empresa en los planes de gestión ambiental revisados e incorporar nuevas prácticas de sostenibilidad en la propuesta, se

realizó una revisión de la normativa vigente y, de guías de buenas prácticas ambientales nacionales. En el cuadro 2, se detalla la revisión bibliográfica mencionada.

CUADRO 2. ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS ESTABLECIDOS EN LA NORMATIVA NACIONAL REVISADA

Categoría	Referencia	Criterio
Manejo de materiales	Directriz 050 MINAE	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se diseña de manera modular e industrializada reduciendo desperdicio. ▪ Se utilizan materiales constructivos livianos que representen una reducción del peso de la edificación. ▪ Se fomenta el uso de materiales con contenido reciclado y/o reciclable reduciendo la demanda de materiales vírgenes ▪ Se escogen acabados de bajo mantenimiento y fácil limpieza, y que disminuyen la frecuencia de cambio. ▪ Se debe dar prioridad a los materiales y productos de construcción extraídos, cosechados y/o fabricados en las localidades vecinas al sitio de construcción o con baja huella de carbono.
	Código de buenas prácticas de SETENA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Promover el uso de materiales no contaminantes, inocuos o bien biodegradables y amigables con el ambiente.
	Manual de procedimientos del programa Bandera Azul ecológica categoría XV: Construcción Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Incorporación de estrategias para optimizar el adecuado almacenamiento de los materiales. ▪ Uso de materiales locales en al menos un 50 %. ▪ Incorporación de estrategias y técnicas constructivas que maximicen la reutilización de materiales durante el proceso constructivo.
Manejo de residuos	Ley de Gestión Integral de Residuos. Ley 8839	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Separar los residuos desde la fuente, clasificarlos y entregarlos a gestor autorizado.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener un registro actualizado de generación y forma de gestión de cada residuo. ▪ Fomentar el uso de alternativa de producción más limpia.
	Código de buenas prácticas de SETENA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contar desde su etapa de planificación con un conocimiento y valoración aproximativa sobre los residuos sólidos y los tipos que generará en cada una de sus etapas, a fin de que se cuente con un plan integral de manejo de desechos sólidos. ▪ Velar por corregir y prevenir la contaminación generada por la producción de residuos sólidos. ▪ Los trabajadores deberán conocer los lineamientos básicos de la política ambiental sobre el manejo de residuos ▪ Colocar recintos para acumular los residuos de forma separada, de acuerdo con su origen y operaciones que se den en el sitio de trabajo. ▪ Reutilizar los desechos que se produzcan dentro del mismo proceso operativo de la actividad. ▪ No se permite quemar los desechos. ▪ Contar con un sitio de acumulación de residuos protegidos de la lluvia y dispuesto de forma tal que facilite su recolección. ▪ Los residuos orgánicos producidos por el proyecto deberán ser separados y promover su compostaje.
	Manual de procedimientos del programa Bandera Azul ecológica categoría XV: Construcción Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presentar un plan de gestión de residuos del proyecto. ▪ Incorporación de estrategias para reducir la cantidad de residuos. ▪ Asignación de espacio físico y contenedores para la debida clasificación de los residuos. ▪ Disposición final y apropiada de los residuos. ▪ Capacitación al personal de la construcción sobre gestión adecuada de residuos.
	Protocolo de Evaluación Ambiental de DIGECA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se implementan prácticas de reutilización de materiales en aquellos casos cuyas características lo permiten. ▪ Se cuenta con un área destinada al almacenamiento colectivo y temporal de los residuos debidamente rotulada, protegida de la lluvia, con fácil acceso para el servicio de recolección.

		<ul style="list-style-type: none"> Se sensibiliza/capacita a los funcionarios sobre temas vinculados con gestión de residuos sólidos.
Manejo del agua	Directriz 050 MINAE	<ul style="list-style-type: none"> Se reduce el abastecimiento de agua potable captando agua pluvial. Se evita la contaminación de agua potable
	Código de buenas prácticas de SETENA	<ul style="list-style-type: none"> Impulsar la recolección de agua de lluvia para su uso en actividades directas del proyecto. Promover medidas y acciones directas para el uso racional del agua en cualquiera de sus etapas.
	Manual de procedimientos del programa Bandera Azul ecológica categoría XV: Construcción Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de estrategias de ahorro de agua en los sistemas temporales que se emplean durante el proceso constructivo. Incorporar estrategias para reducir la generación de aguas residuales, así como la disposición adecuada de las mismas. Aprovechar fuentes alternativas de recurso hídrico de acuerdo con el tipo de procesos constructivos que se ejecuta.
	Protocolo de Evaluación Ambiental de DIGECA	<ul style="list-style-type: none"> Se lleva un registro del consumo de agua mediante medidores. Se cuenta con un programa rutinario de detección, control de fugas y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua. Se cuenta con un plan para el ahorro del agua. Se sensibiliza/capacita a los funcionarios sobre el uso racional del recurso hídrico.
Manejo de la electricidad	Manual de procedimientos del programa Bandera Azul ecológica categoría XV: Construcción Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de estrategias de ahorro de electricidad para el proceso constructivo. Evidenciar un programa de control del consumo de electricidad mensual
	Código de buenas prácticas de SETENA	<ul style="list-style-type: none"> Se desestimulará o se dará un uso muy limitado y restrictivo a fuentes de energía contaminantes como las baterías ácidas, pilas, plantas térmicas que utilicen carbón, búnker o diesel.

	Protocolo de Evaluación Ambiental de DIGECA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se registra adecuadamente el consumo de energía a través de contadores eléctricos y se lleva el control total de los medidores de la institución. ▪ Se promueve la implementación de programas para el ahorro de energía. ▪ Se toma en consideración características de eficiencia energética para la compra de equipos consumidores de energía. ▪ Se ha analizado la posibilidad de utilizar aparatos o equipos que utilicen o funcionen con fuentes renovables de energía.
Manejo de combustibles	Protocolo de Evaluación Ambiental de DIGECA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se tienen controles sobre las compras de combustibles. ▪ Mantienen informados a los funcionarios sobre la importancia del ahorro de combustible. ▪
Control de polvo	Código de buenas prácticas de SETENA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Humedecer el área donde se esté desarrollando las obras o el proyecto con la cantidad de agua necesaria. ▪ Regular velocidad (máximo de 30 km/h) de los vehículos que circulen en el área respectiva.
Control de emisiones al aire	Código de buenas prácticas de SETENA	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Determinar las fuentes de emisión de gases, partículas y ruido para mantener estas bajo las normas técnicas establecidas. ▪ Velar porque maquinaria y equipo cuenten con un eficiente y efectivo mantenimiento de forma tal que se aseguren su buen estado y provoquen el mínimo de contaminantes.

Fuente: Elaboración propia a partir de la normativa vigente consultada

Revisión de guías internacionales

Por último, se utilizaron guías internacionales de buenas prácticas ambientales con el objetivo de complementar la propuesta con nuevas categorías

de sostenibilidad. El análisis de las guías revisadas se detalla en el cuadro 3.

CUADRO 3. ANÁLISIS DE LOS CRITERIOS DE SOSTENIBILIDAD CONTEMPLADOS EN LAS GUÍAS INTERNACIONALES REVISADAS			
Categoría	Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción de la Comisión Interempresarial Municipal de Protección Ambiental Rosario (CIMPAR) de Argentina	Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción de la Cámara Chilena de la Construcción	Guía de Buenas Prácticas Ambientales en el diseño, construcción, uso, conservación y demolición de edificios e instalaciones del Ayuntamiento de Madrid
Maquinaria y equipo	-	<ul style="list-style-type: none"> Usar equipo en buen estado de mantenimiento. 	-
Uso del agua	<ul style="list-style-type: none"> Promover y participar activamente en las campañas de formación e información para el ahorro del agua. Revisar y reparar pérdidas de agua. 	-	<ul style="list-style-type: none"> Incorporar sistemas para la recogida y aprovechamiento de aguas pluviales y grises. Instalar contadores de agua por zonas para conocer consumos y evaluar los posibles ahorros. Utilizar maquinaria eficiente en el consumo de agua. Instalar superficies y balsas para recolectar las aguas de lluvia durante la obra. Impartir formación a los trabajadores sobre buenas prácticas en el uso del agua. Realizar programa de seguimiento del consumo de agua y programas para identificar malos hábitos y fugas. Reservar el agua potable para usos en los cuales ésta sea imprescindible.
Uso de la electricidad	<ul style="list-style-type: none"> Realizar campañas de información y formación 	-	<ul style="list-style-type: none"> Control de consumo de electricidad para evaluar los consumos y corregir el

	entre los empleados para el ahorro energético		exceso de consumo de energía eléctrica. <ul style="list-style-type: none"> No utilizar energía innecesariamente para acelerar procesos constructivos.
Uso de combustibles	<ul style="list-style-type: none"> Controlar pérdidas de aceites y combustibles. En caso de almacenar combustibles en la obra, realizarlo de manera adecuada, tratando de evitar el almacenamiento innecesario. 	-	-
Materiales	<ul style="list-style-type: none"> Optar por materiales que consuman menos recursos naturales y energía o son menos agresivos con el ambiente. Solicitar al proveedor que surtan los productos en envases fabricados con materiales reciclados, biodegradables y que puedan ser retornables. 	<ul style="list-style-type: none"> Optimizar cortes de los diferentes materiales utilizados en la construcción. 	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar familias de materiales y productos de construcción con garantías, certificados de calidad o etiqueta ecológica.
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> Según las características de cada tipo de residuos establecer su correcta gestión, de forma que se controlen las cantidades en origen, destino y costes asociados a su manejo. Acondicionar zonas para el almacenamiento temporal de residuos de manera que eviten derrames, vertidos y mezclas con residuos peligrosos. Realizar el transporte y gestión de los residuos a través de transportistas y tratadores autorizados. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitar al personal en relación con la reducción de generación y manejo de residuos. Utilizar métodos de separación y clasificación de los diferentes tipos de residuos que se generan en una obra. Contratar una empresa autorizada para su disposición final en un sitio autorizado y solicitar la documentación. Disponer residuos domésticos o 	<ul style="list-style-type: none"> Valoración aproximada de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos de los residuos de construcción y demolición que se vayan a generar. Criterios de prevención de residuos que se van a usar en la obra. Desarrollar un plan de gestión de residuos de construcción y demolición que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones en relación con estos residuos que se vayan a producir en obra. Formar e informar a todo el personal de la obra el plan de gestión de residuos de

		<p>similares a domiciliarios en contenedores para la recolección municipal.</p> <ul style="list-style-type: none"> Colocar una lámina de polietileno en las bodegas de almacenamiento de sustancias peligrosas. Programar el retiro de residuos a fin de evitar una mayor permanencia en las obras. 	<p>construcción y demolición y de sus obligaciones al respecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> Disponer de un protocolo de actuación ante accidentes con residuos peligrosos, así como la formación y entrenamiento adecuados para su aplicación. Habilitar contenedores para diferentes tipos de residuos para permitir una separación selectiva de los mismos en obra. Estimación del coste previsto para la gestión de los residuos
Control de polvo	<ul style="list-style-type: none"> Regar las superficies a demoler. 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitar al personal en relación con reducción de emisiones a la atmósfera. Humectar las zonas de trabajo que generen mayor emisión de material particulado. Usar mallas tipo Raschel para evitar emisión de polvo. Cubrir acopios de material granular con lonas de material plástico. Cubrir tolva de camiones durante el transporte. Restringir la velocidad de circulación en la obra. 	-
Control de ruido	<ul style="list-style-type: none"> Respetar los horarios establecidos por municipios. Instalar silenciadores en los equipos móviles. Tener en funcionamiento los equipos el tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> Capacitar al personal en relación con reducción de emisiones de ruidos en la obra. 	-

	imprescindible para reducir la emisión de ruido.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usar preferentemente equipos en buen estado de mantenimiento. ▪ Instalación de barrera acústica con presencia de material absorbente. 	
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia a partir de las guías de buenas prácticas consultadas

Elaboración de la propuesta

La elaboración de la propuesta se realizó luego de comparar los tres planes de gestión ambiental de la empresa, realizar la revisión bibliográfica en cuanto a la normativa vigente y guías de buenas prácticas internacionales, y, a la decisión en conjunto con el ingeniero representante de la

empresa para seleccionar las actividades a contemplar en la propuesta. De esta manera, el cuadro 4 muestra el resumen de las actividades seleccionadas a contemplar y los criterios establecidos para cada una de ellas de acuerdo con la información recopilada.

CUADRO 4. ACTIVIDADES SELECCIONADAS PARA LA PROPUESTA DE ACUERDO CON LAS CATEGORÍAS RESPECTIVAS

Categoría	Categoría de nueva propuesta
Maquinaria y equipo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar maquinaria y equipo a utilizar. ▪ Comprobar buen estado de maquinaria y equipo. ▪ Establecer centro de acopio para combustibles y controles de compra. ▪ Capacitar al personal en campo en caso de derrame de combustibles. ▪ Establecer parámetros para zonas de lavado de maquinaria y equipo.
Rutas y frecuencia de movilización de maquinaria y del personal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actividad no seleccionada para implementar en la propuesta debido a que no se ajusta a los requerimientos específicos de la empresa.
Lista de factores del medio a ser susceptibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer actividades requeridas para el correcto tratamiento de aguas, el control de polvo, la preservación de suelo y el consumo racional de recursos.
Programa de capacitación de personal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Realizar capacitaciones sobre: <ul style="list-style-type: none"> ○ Uso racional de agua y electricidad. ○ Uso racional de combustible. ○ Adecuado manejo de materiales de construcción. ○ Correcta clasificación de residuos. ○ Protocolo en caso de derrame de sustancias peligrosas/inflamables.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Establecer cronograma de capacitaciones.
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitar sobre la correcta clasificación de residuos y el manejo de materiales de construcción. ▪ Establecer centros de acopio en el proyecto para cada tipo de residuo generado. ▪ Controlar el volumen de salida de residuos con las boletas oficiales. ▪ Verificar gestores autorizados. ▪ Controlar condiciones de centros de acopio en inspecciones de obra. ▪ Verificar el volumen de residuos generados de acuerdo con el volumen estimado en el presupuesto inicial. ▪ Verificar la modulación de varillas de acero, bloques de mampostería, materiales de acabados y madera para formaleta de acuerdo con las dimensiones disponibles para cada uno.
Reducción de ruido y contaminación del aire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medición de niveles de ruido no corresponde a una actividad seleccionada a implementar. ▪ Verificar el uso de barreras de viento. ▪ Humedecer superficies previo a actividades de movimiento de tierra. ▪ Cubrir las vagonetas transportadoras de material. ▪ Limitar la velocidad a 30 km/h en el proyecto. ▪ Verificar correcto estado de maquinaria y equipo.
Manejo de calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Medición de calidad de agua no corresponde a una actividad seleccionada a implementar. ▪ Medición del consumo de agua y electricidad y su control de acuerdo con el presupuesto del proyecto.

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar las actividades mostradas en el Cuadro 4 y seleccionar aquellas que serán implementadas en la propuesta para la empresa, se encontraron los recursos utilizados en los planes de Gestión Ambiental previamente

utilizados por la empresa y, de esta manera, determinar los recursos necesarios para el control e implementación de cada actividad seleccionada para utilizar en la propuesta.

CUADRO 5. RECURSOS UTILIZADOS EN PLANES DE GESTIÓN AMBIENTAL PREVIAMENTE UTILIZADOS Y RECURSOS NUEVOS PLANTEADOS PARA LA PROPUESTA

Categoría	Recursos utilizados previamente	Recursos nuevos planteados
Maquinaria y equipo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lista de total de equipo y maquinaria a utilizar a lo largo del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de flujo del proceso de implementación del manejo de maquinaria y equipo (Figura 7 y 8) ▪ Lista de Verificación para control de manejo de maquinaria y equipo (Figura 15) ▪ Boletas oficiales de control de compra de combustibles (Apéndice 1)
Manejo de residuos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control mensual de residuo generado y entregado de acuerdo con cantidad, vehículo que transporta, placa, destino final, y fecha de recepción. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Herramienta digital (Figura 16) para el control de volumen de residuos de acuerdo con el volumen estimado en el presupuesto del proyecto. ▪ Boletas oficiales de control de salida de residuos (Apéndice 1) ▪ Diagrama de flujo del proceso de implementación del manejo de residuos (Figura 9 y 10) ▪ Lista de Verificación para el control de manejo de residuos. (Figura 15)
Reducción de ruido y contaminación del aire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Monitoreo mensual de niveles de ruido permitidos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de flujo del proceso de implementación de reducción de ruido y contaminación del aire (Figura 11 y 12) ▪ Lista de verificación para control de reducción de ruido y contaminación del aire (Figura 16)

<p>Manejo del agua y electricidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Control de parámetros del agua: pH, conductividad, turbidez, alcalinidad, cloruros, sulfatos, etc. ▪ Informe de calidad del agua de la municipalidad. ▪ Registro de consumo de agua y electricidad. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diagrama de flujo del proceso de manejo del agua y electricidad (Figura 7 y 8) ▪ Lista de verificación para control del manejo de agua y electricidad (Figura 16) ▪ Boletas oficiales de control de consumo de agua y electricidad (Apéndice 1) ▪ Herramienta para control de consumo de agua y electricidad de acuerdo con el consumo estimado en presupuesto del proyecto (Apéndice 2)
---------------------------------------	---	---

Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionadas las actividades a implementar en la propuesta y establecidos los recursos de apoyo necesarios para cada una de ellas, se realizó la propuesta de manera esquemática para que su comprensión e implementación resultara práctica y sencilla. En las siguientes figuras se muestra la propuesta para la empresa, en la cual, el esquema general de la propuesta corresponde a la Figura 6, y en las

figuras siguientes se señala detalladamente cada sección definida en la propuesta. Además, en la Figura 13 y 14, se muestra la lista de verificación de la etapa 1 de la propuesta, mientras que, en la Figura 15, se muestra la lista de verificación para la etapa 2. Por último, la herramienta digital para el control del volumen de residuos se detalla de manera general en la Figura 16, y en la figura 17 y 18 se muestra de observa con mayor detalle.

ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.

METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR
PROCESOS CONSTRUCTIVOS BAJO
CONCEPTOS DE SOSTENIBILIDAD

VIVIANA GARITA RODRÍGUEZ

JUNIO 2020



Figura 4. Documento oficial de la propuesta propuesta para la empresa.
Fuente: Elaboración propia

INTRODUCCIÓN

El siguiente documento presenta la metodología elaborada para implementar procesos constructivos bajo conceptos de sostenibilidad para la empresa Ecosistemas de Construcción S.A. La cual se basa en la experiencia de la empresa, en la aplicación de nuevas guías y manuales tanto nacionales como internacionales y así como en la utilización de nuevos recursos para la implementación, seguimiento y control de la metodología en campo. Para lograrlo, primeramente, se realizó una revisión bibliográfica de los Planes de Gestión Ambiental previamente utilizados por la empresa en sus proyectos de construcción. Lo anterior con el propósito de conocer los criterios de sostenibilidad empleados y las actividades en las que se implementaban dichos planes de Gestión Ambiental. Posteriormente, se seleccionaron las actividades a tomar en cuenta en la metodología de acuerdo con los requerimientos de la empresa, y una vez seleccionadas, se procedió a actualizar los criterios considerados en cada una de ellas con la normativa vigente del país y guías internacionales de buenas prácticas ambientales en la construcción. Seguidamente, se comenzó el desarrollo de la metodología bajo conceptos de sostenibilidad enfocada en los procesos constructivos, la cual involucró la creación de Listas de Verificación para cada una de las etapas a implementar, Diagramas de Flujo del procedimiento a seguir para cada actividad de la metodología y la creación de una

herramienta digital para el control del volumen de residuos generados en sitio. Con la cual se pretendía realizar un seguimiento y control de volumen de residuos de acuerdo con las cantidades de desperdicio estimadas en el presupuesto del proyecto. Y de esta manera, determinar el aumento en el volumen de residuos de la mano con el aumento en términos de costo que representaba dicho volumen de residuos.

La implementación de la metodología propuesta se realizó en dos proyectos piloto. El primero corresponde al Edificio servicio fitosanitario del estado región Huetar-Caribe ubicado en Siquirres, Limón. El cual es de aproximadamente 900 m² y su cliente corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería. Cabe mencionar que este proyecto se encontraba con un porcentaje de avance de obra de 24% al inicio de la implementación de dicha metodología. El otro proyecto se trató de Bodegas-Parque La Libertad con un área de 1300 m² ubicado en Río Azul, San José el cual se formuló desde el Ministerio de Cultura y Juventud.

Figura 5. Documento oficial de la propuesta propuesta para la empresa.
Fuente: Elaboración propia

PROPUESTA DE BUENAS PRÁCTICAS DE SOSTENIBILIDAD PARA EL DESARROLLO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

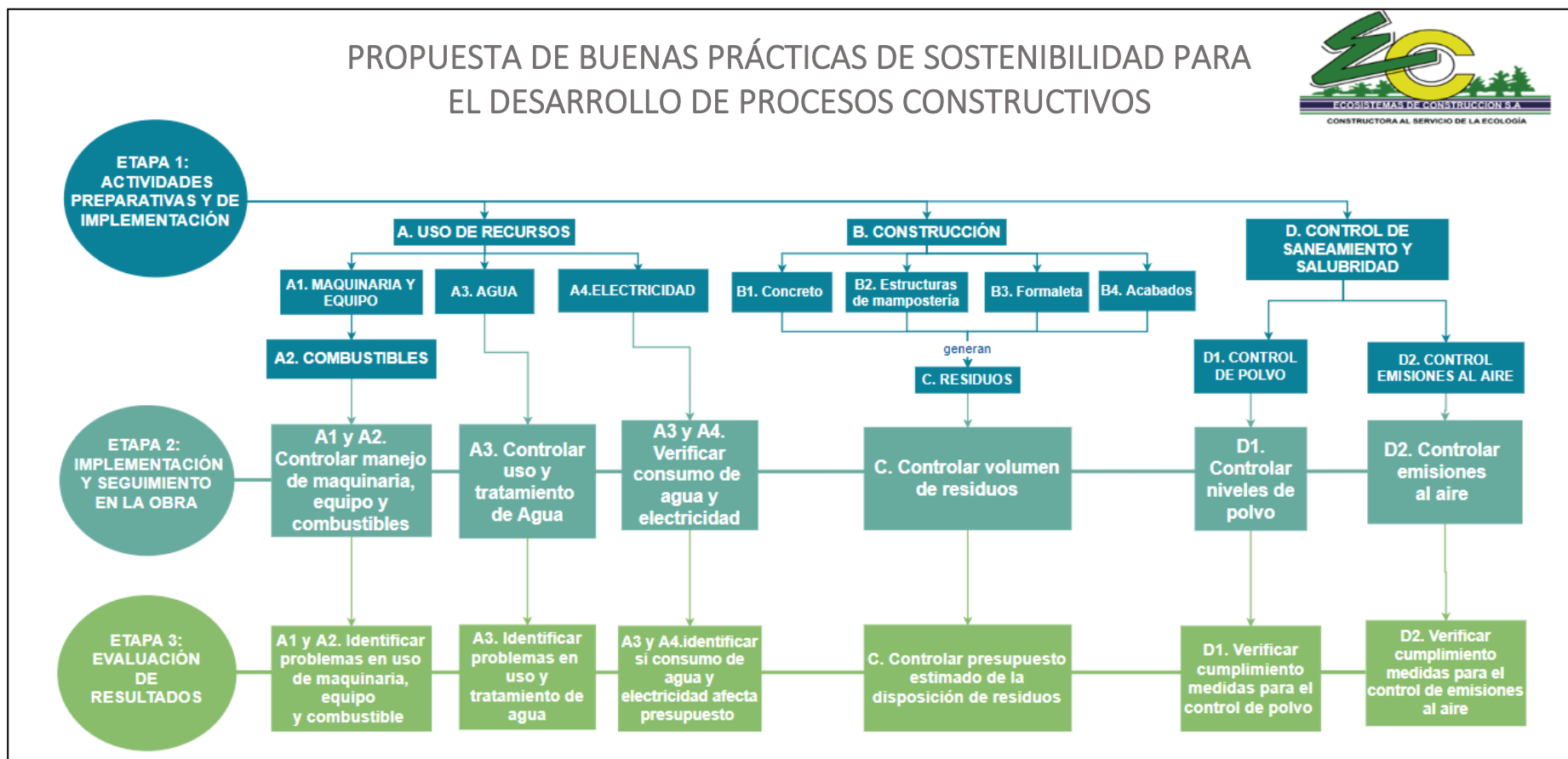


Figura 6. Esquema general de la propuesta
Fuente: Elaboración propia en Draw.io

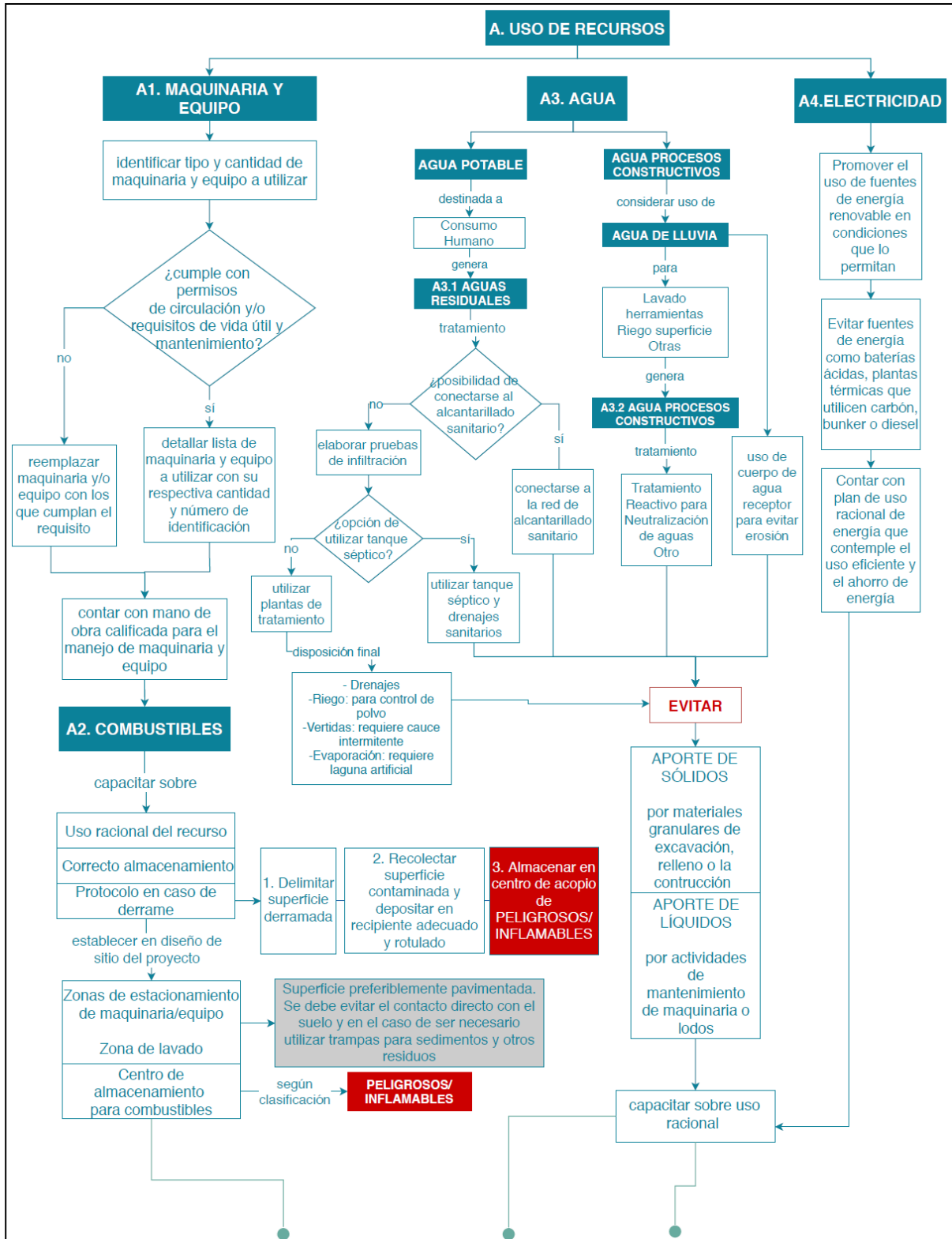


Figura 7. Diagrama de Flujo Uso de Recursos Etapa 1.

Fuente: Elaboración propia en Draw.io

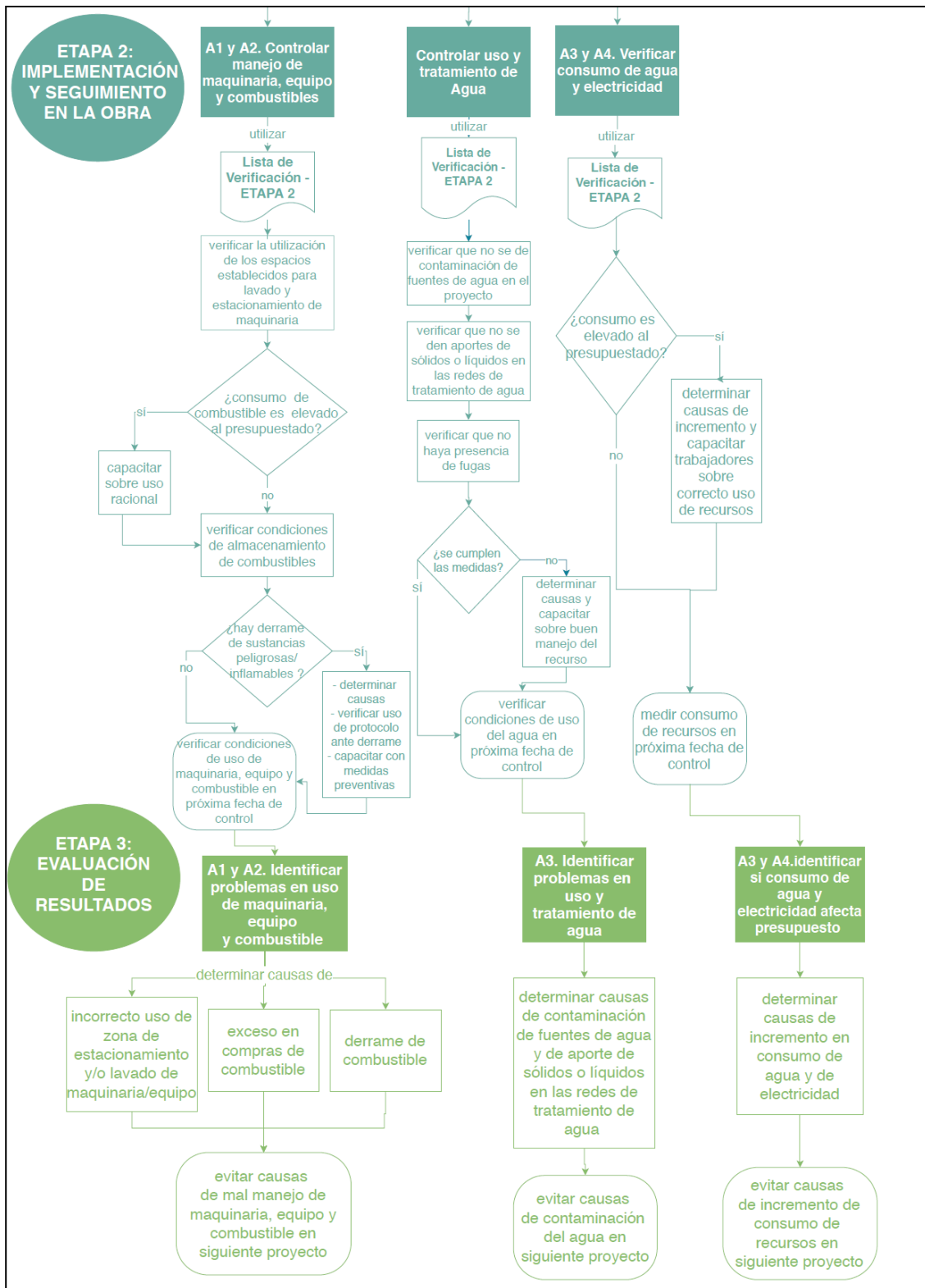


Figura 8. Diagrama de Flujo Uso de Recursos Etapa 2 y 3.
Fuente: Elaboración propia en Draw.io

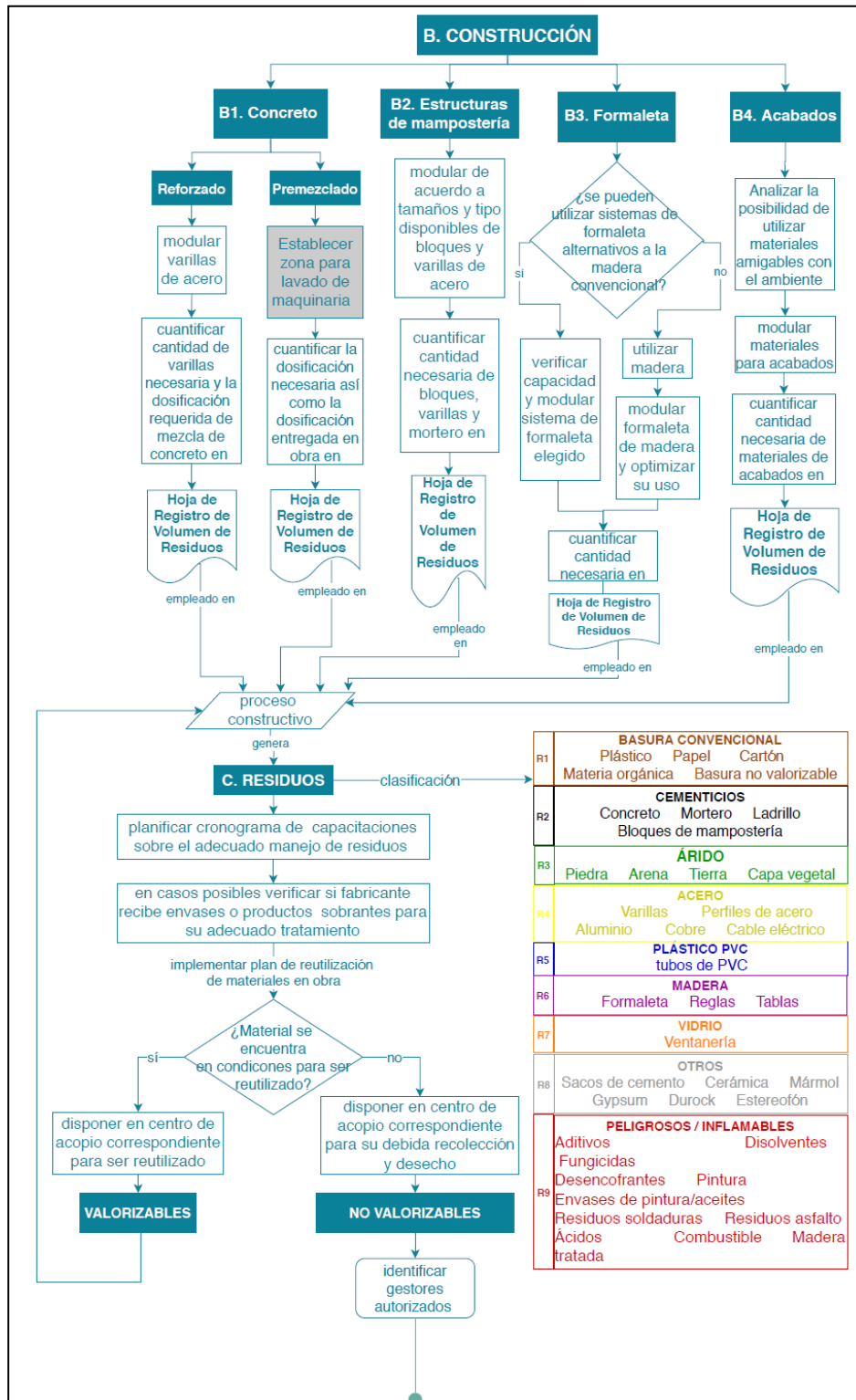


Figura 9. Diagrama de Flujo Construcción y Residuos Etapa 1
Fuente: Elaboración propia en Draw.io

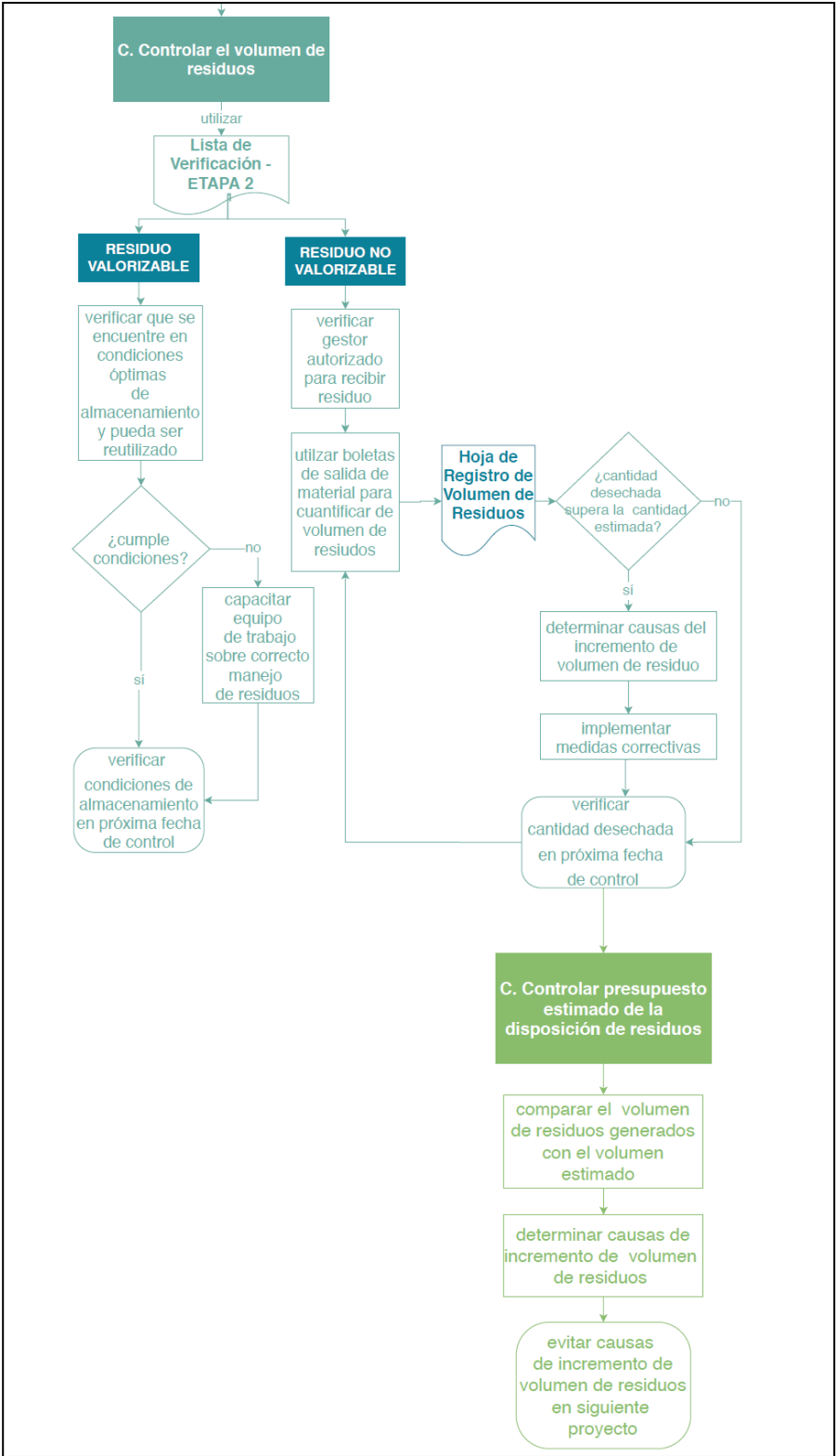


Figura 10. Diagrama de Flujo Residuos Etapa 2 y 3.
Fuente: Elaboración propia en Draw.io

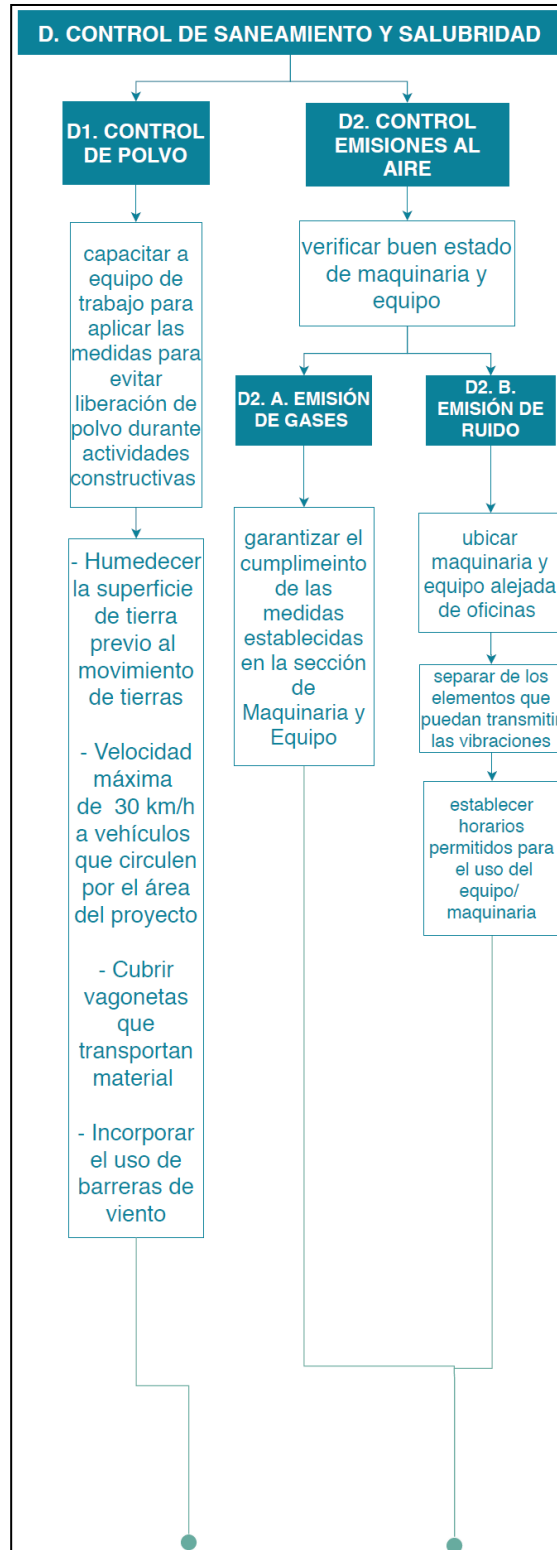


Figura 11. Diagrama de Flujo Control de Saneamiento y Salubridad Etapa 1.
Fuente: Elaboración propia en Draw.io

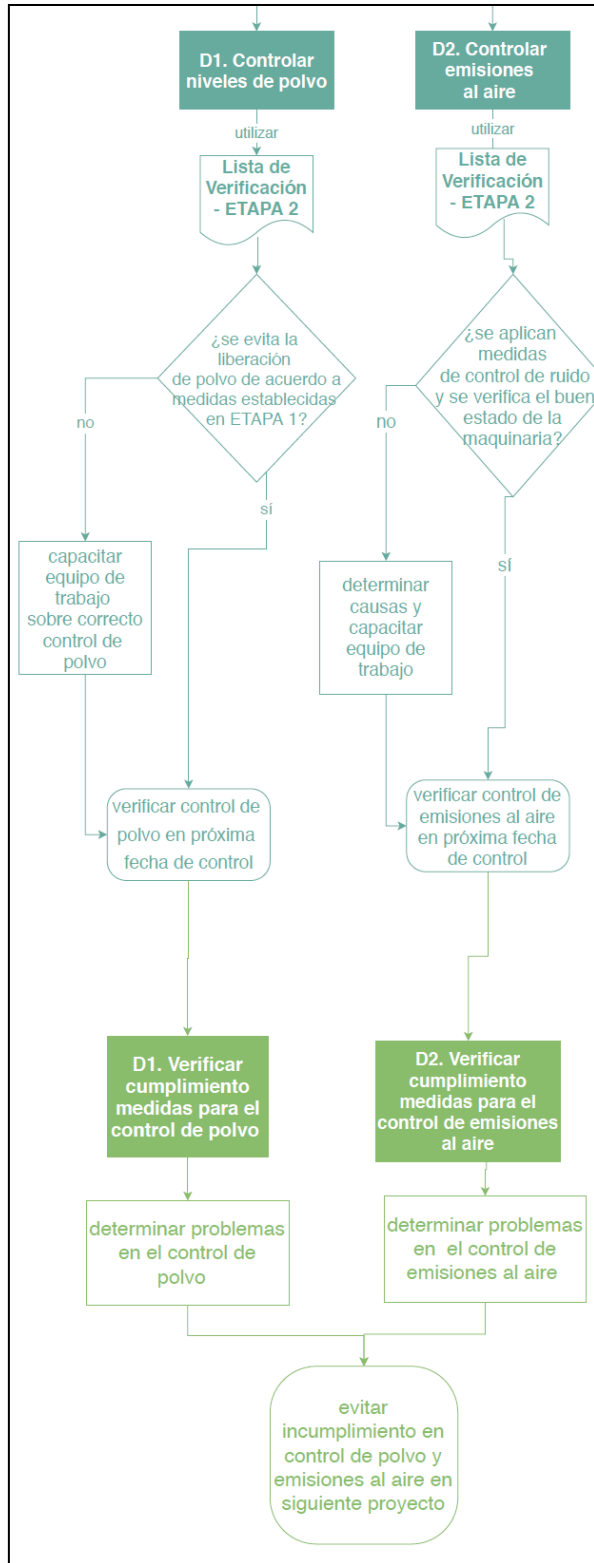


Figura 12. Diagrama de Flujo Control de Saneamiento y Salubridad Etapa 2 y 3.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1

PROYECTO					
	ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES
		SÍ	NO	N/A	
ETAPA 1: ACTIVIDADES PREPARATIVAS Y DE IMPLEMENTACIÓN					
A	USO DE RECURSOS				
A1	MAQUINARIA Y EQUIPO				
A1.1	Se cuenta con la lista de maquinaria y equipo que se requiere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A1.2	Maquinaria y equipo cumple con los permisos de circulación y mantenimiento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A1.3	Se cuenta con mano de obra calificada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A2	COMBUSTIBLES				
A2.1	Se capacita sobre uso racional del recurso, correcto almacenamiento y protocolo en caso de derrame de combustible combustibles, protocolo en caso de derrame de combustible	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A2.2	Se establecen en diseño de sitio del proyecto sitio para:				
A2.2.1	Zona de estacionamiento de maquinaria/equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A2.2.2	Zona de lavado de maquinaria y equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A2.2.3	Centro de almacenamiento para combustibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3	AGUA				
A3.1	Se realiza el correcto tratamiento de las aguas residuales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3.2	Se utiliza agua de lluvia en actividades del proceso constructivo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3.3	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de sólidos en redes de tratamiento de aguas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3.4	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de líquidos en redes de tratamiento de aguas tales como trampas de grasa u otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3.5	Se capacita al personal sobre el uso racional del agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A4	ELECTRICIDAD				
A4.1	En condiciones que lo permitan se promueve el uso de fuentes de energía renovable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A4.2	Se evita el uso de plantas térmicas que funcionan con carbón, bunker o diesel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A4.3	Se cuenta con plan y capacitación del uso racional de electricidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B	CONSTRUCCIÓN				
B1	CONCRETO REFORZADO Y PREMEZCLADO				
B1.1	Se realiza la modulación de varillas de acero con las longitudes disponibles en el mercado para las estructuras de concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B1.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de las varillas de acero y dosificación de concreto en la Hoja de Registro de Volumen de Residu cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B1.3	Se establece la zona de lavado para la maquinaria transportadora del concreto premezclado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 13. Lista de verificación Etapa 1.
Fuente: Elaboración propia en Excel

B1.4	Se cuantifica la dosificación necesaria de concreto premezclado en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos	cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2	MAMPOSTERÍA				
B2.1	Se realiza la modulación de bloques de mampostería de acuerdo con las dimensiones y tipos disponibles al igual que las varillas de acero en el mercado		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B2.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de bloques de mampostería, varillas de acero y mortero en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos	cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3	FORMALETA				
B3.1	Se realiza la modulación de sistemas de formaleta		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B3.2	Se realiza la modulación de formaleta de madera y se cuantifica la cantidad necesaria en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos	cuantifica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4	ACABADOS				
B4.1	Se buscan alternativas de materiales amigables con el ambiente		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4.2	Se realiza la modulación de materiales para	cuantifica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Pisos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Ventanería		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cerámica		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Cielos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Paredes liviana		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Otros		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B4.3	Se cuantifican los materiales de acabados en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos	cuantifica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	RESIDUOS				
C1	Se planifica cronograma de capacitaciones sobre adecuado manejo de residuos		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C2	Se verifica si fabricante recibe envases de productos/sobrantes/etc		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C3	Se realizó el diseño de sitio con la distribución de centro de acopio		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C4	Se verifican gestores autorizados de residuos cercanos al proyecto		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D.	CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD				
D1	CONTROL DE POLVO				
D1.1	Se establecen las medidas para el control de polvo que equipo de trabajo debe seguir		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D2.A	CONTROL DE EMISIÓN DE GASES				
D2.A.1	Se mitigan emisiones al aire de acuerdo con los requerimientos de maquinaria y equipo		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D2.B	CONTROL DE EMISIÓN DE RUIDO				
D2.B.1	Se establecen las medidas establecidas para el control de ruido en el proyecto		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 14. Continuación lista de verificación Etapa 1.
Fuente: Elaboración propia en Excel

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
PROYECTO		FECHA:		
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES
	SÍ	NO	N/A	
ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO EN LA OBRA				
A	USO DE RECURSOS			
A1	Manejo de Maquinaria, Equipo y Combustibles			
1	Se realiza control de compras de combustibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Correcto almacenamiento de combustible y sustancias peligrosas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Se registra el consumo de agua y electricidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2 y A3	Consumo de agua y electricidad			
1	Se verifica consumo de recursos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Consumo es elevado al consumo presupuestado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2	Uso de agua			
1	Las fuentes de agua se encuentran contaminadas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Hay aportes de sólidos o líquidos a los sistemas de tratamiento de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Hay fugas de agua	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C	RESIDUOS			
	Centros de acopio			
1	Se implementa centros de acopio para cada tipo de residuo de acuerdo con:			
2	Área correctamente identificada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Área protegida de la lluvia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Área con fácil acceso para el servicio de recolección/transporte	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Separación entre material reutilizable y material nuevo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Se realizan capacitaciones sobre el adecuado manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	El centro de acopio de residuos se encuentra en condiciones correctas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Se utilizan gestores autorizados para la disposición de residuos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Se cuantifica el volumen de residuos utilizando las boletas de salida de material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Se registra el volumen de residuos en la Hoja de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	Se incrementa el volumen de residuos estimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Se aplican medidas correctivas para corregir incremento en volumen de residuos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D	CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD			
D1	Control de polvo			
1	Se humedece la superficie de tierra previo a movimiento de tierras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Se utiliza velocidad máxima de 30 km/h en maquinaria y equipo que circula en obra	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Se cubren las vagonetas que transportan material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Se utilizan barreras de viento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D2	Control emisiones al aire			
1	Maquinaria y equipo se encuentra en buen estado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Maquinaria y equipo se encuentra alejada de oficinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Se establecen horarios permitidos para el uso de maquinaria/equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 15. Lista de verificación Etapa 2
Fuente: Elaboración propia en Excel

HOJA DE REGISTRO DE VOLUMEN DE RESIDUOS																					
PROYECTO																					
ACTIVIDAD GENERADORA	VOLUMEN TOTAL (M3)	DENSIDAD (TON/M3)	CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE MATERIAL	TIPO RESIDUO GENERADO	COSTO UNITARIO/TON DESECHADA	% DESECHO ESTIMADO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS	MEDICIONES EN SITIO MATERIAL DESECHADO					DESECHO TOTAL REAL	% RESIDUAL	COSTO REAL UNITARIO	COSTO FINAL REAL	CRITERIO			
									FECHA		FECHA		FECHA						FECHA		
									% AVANCE	cantidad (ton)	% AVANCE	cantidad (ton)	% AVANCE						cantidad (ton)	% AVANCE	cantidad (ton)
MOVIMIENTO DE TIERRA																					
Capa vegetal									✓	✓	✓	✓	✓								
Corta de árboles									✓	✓	✓	✓	✓								
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)									✓	✓	✓	✓	✓								
OBRAS GENERALES Y CAMPAMENTO																					
COMEDOR																					
Plástico ordinario									✓	✓	✓	✓	✓								
Papel									✓	✓	✓	✓	✓								
Cartón									✓	✓	✓	✓	✓								
Residuos de comida									✓	✓	✓	✓	✓								
Basura convencional									✓	✓	✓	✓	✓								
OBRA GRIS, ACABADOS Y TECHOS																					
Acero									✓	✓	✓	✓	✓								
Concreto premezclado									✓	✓	✓	✓	✓								
Arena									✓	✓	✓	✓	✓								
Piedra									✓	✓	✓	✓	✓								
Sacos de cemento									✓	✓	✓	✓	✓								
Aditivo									✓	✓	✓	✓	✓								
Formaleta madera									✓	✓	✓	✓	✓								
Tuberías									✓	✓	✓	✓	✓								
Cartón									✓	✓	✓	✓	✓								
Papel ordinario									✓	✓	✓	✓	✓								
Bloques de mampostería									✓	✓	✓	✓	✓								
Estructura metálica									✓	✓	✓	✓	✓								
Pinturas y solventes									✓	✓	✓	✓	✓								
Cableado eléctrico									✓	✓	✓	✓	✓								
Ventanería									✓	✓	✓	✓	✓								
Enchapes de pisos y paredes									✓	✓	✓	✓	✓								
Asfalto									✓	✓	✓	✓	✓								
Paredes livianas, cielos, cerramientos									✓	✓	✓	✓	✓								

Figura 16. Herramienta digital para el Control del Volumen de Residuos
Fuente: Elaboración propia en Excel

HOJA DE REGISTRO DE VOLUMEN DE RESIDUOS								
PROYECTO								
ACTIVIDAD GENERADORA	VOLUMEN TOTAL (M3)	DENSIDAD (TON/M3)	CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE MATERIAL	TIPO RESIDUO GENERADO	COSTO UNITARIO/TON DESECHADA	% DESECHO ESTIMADO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS
MOVIMIENTO DE TIERRA								
Capa vegetal								
Corta de árboles								
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)								
OBRAS GENERALES Y CAMPAMENTO								
COMEDOR								
Plástico ordinario								
Papel								
Cartón								
Residuos de comida								
Basura convencional								
OBRA GRIS, ACABADOS Y TECHOS								
Acero								
Concreto premezclado								
Arena								
Piedra								
Sacos de cemento								
Aditivo								
Formaleta madera								
Tuberías								
Cartón								
Papel ordinario								
Bloques de mampostería								
Estructura metálica								
Pinturas y solventes								
Cableado eléctrico								
Ventanería								
Enchapes de pisos y paredes								
Asfalto								
Paredes livianas, cielos, cerramientos								

Figura 17. Detalle hasta la columna "A" de la herramienta digital para el control del volumen de residuos
Fuente: Elaboración propia en Excel

HOJA DE REGISTRO DE VOLUMEN DE RESIDUOS															
PROYECTO															
ACTIVIDAD GENERADORA	MEDICIONES EN SITIO MATERIAL DESECHADO														
	FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		FECHA		DESECHO TOTAL REAL	% RESIDUAL	COSTO REAL UNITARIO	COSTO FINAL REAL	CRITERIO
	% AVANCE	cantidad (ton)	% AVANCE	cantidad (ton)	% AVANCE	cantidad (ton)	% AVANCE	cantidad (ton)	% AVANCE	cantidad (ton)					
MOVIMIENTO DE TIERRA															
Capa vegetal	✓		✓		✓		✓		✓						
Corta de árboles	✓		✓		✓		✓		✓						
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)	✓		✓		✓		✓		✓						
OBRAS GENERALES Y CAMPAMENTO															
COMEDOR															
Plástico ordinario	✓		✓		✓		✓		✓						
Papel	✓		✓		✓		✓		✓						
Cartón	✓		✓		✓		✓		✓						
Residuos de comida	✓		✓		✓		✓		✓						
Basura convencional	✓		✓		✓		✓		✓						
OBRA GRIS, ACABADOS Y TECHOS															
Acero	✓		✓		✓		✓		✓						
Concreto premezclado	✓		✓		✓		✓		✓						
Arena	✓		✓		✓		✓		✓						
Piedra	✓		✓		✓		✓		✓						
Sacos de cemento	✓		✓		✓		✓		✓						
Aditivo	✓		✓		✓		✓		✓						
Formaleta madera	✓		✓		✓		✓		✓						
Tuberías	✓		✓		✓		✓		✓						
Cartón	✓		✓		✓		✓		✓						
Papel ordinario	✓		✓		✓		✓		✓						
Bloques de mampostería	✓		✓		✓		✓		✓						
Estructura metálica	✓		✓		✓		✓		✓						
Pinturas y solventes	✓		✓		✓		✓		✓						
Cableado eléctrico	✓		✓		✓		✓		✓						
Ventanería	✓		✓		✓		✓		✓						
Enchapes de pisos y paredes	✓		✓		✓		✓		✓						
Asfalto	✓		✓		✓		✓		✓						
Paredes livianas, cielos, cerramientos	✓		✓		✓		✓		✓						

Figura 18. Detalle después de la columna "A" de la herramienta digital para el control del volumen de residuos
Fuente: Elaboración propia en Excel

Proyecto Fitosanitario

Con las visitas realizadas al proyecto ubicado en Siquirres, Limón, fue posible conocer la manera en la que se implementa el manejo de residuos en el proyecto. En este, los trabajadores no cuentan con supervisión en el tema de gestión de residuos, sino que implementan prácticas aprendidas en proyectos previos.

En las siguientes figuras, se pueden observar las condiciones de los diferentes centros de acopio utilizados en el proyecto.



Figura 19. Centro de acopio de madera, acero y plástico PVC.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 20. Taller de armadura y centro de acopio de acero y tubería PVC de material nuevo

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 21. Centro de acopio de sacos de cemento

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

El centro de acopio se ubica en una zona que permite el fácil acceso tanto para entregar material nuevo al proyecto como para la recolección de residuos. En la siguiente Figura se observa la accesibilidad de los camiones.



Figura 22. Acceso al centro de acopio para camiones.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

El centro de acopio para los materiales reutilizables y para aquellos que debían ser desechados no se encontraba debidamente separado, tal y como se muestra en la Figura 23. Por lo que, para mejorar las condiciones de almacenamiento del centro de acopio de madera, acero y tubos de PVC, se propone dividir de manera correcta los espacios destinados para cada material. Debido al nivel de avance de la obra, este centro de acopio se plantea con los materiales presentes en el proyecto. En la Figura 24, se muestra la división necesaria y, en la Figura 25, el centro de acopio en obra mejorado.



Figura 23. Centro de acopio de madera, acero y plástico PVC en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

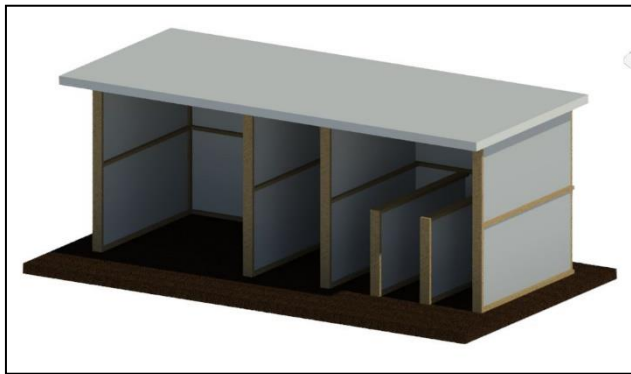


Figura 24. Propuesta mejora centro de acopio.
Fuente: Elaboración propia en REVIT 2018.



Figura 25. Centro de acopio mejorado en obra.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Sin embargo, al avanzar el proyecto, los problemas en la separación de residuos continuaron y, en la Figura 26, se observa que, en el espacio destinado a plástico PVC, se estaban depositando otro tipo de residuos, tales como botellas plásticas de uso ordinario, cubetas y recipientes de diluyente.

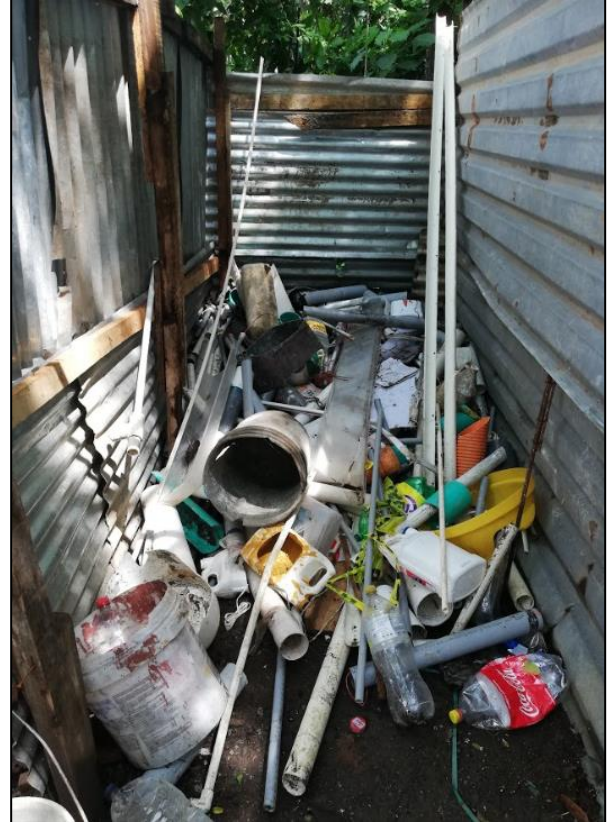


Figura 26. Problemas en correcta separación de residuos en centro de acopio del proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Con lo cual, se solicita al maestro de obras la colaboración con los trabajadores para mantener la separación establecida. Para lo cual, se asigna un encargado en la obra para la corrección del espacio y para separar correctamente los residuos mal clasificados. En la Figura 27 y 28, se observa el proceso de corrección de las condiciones del centro de acopio con la colaboración del encargado asignado por el maestro de obras y, en la Figura 29, se observa el espacio de plástico PVC debidamente ordenado.

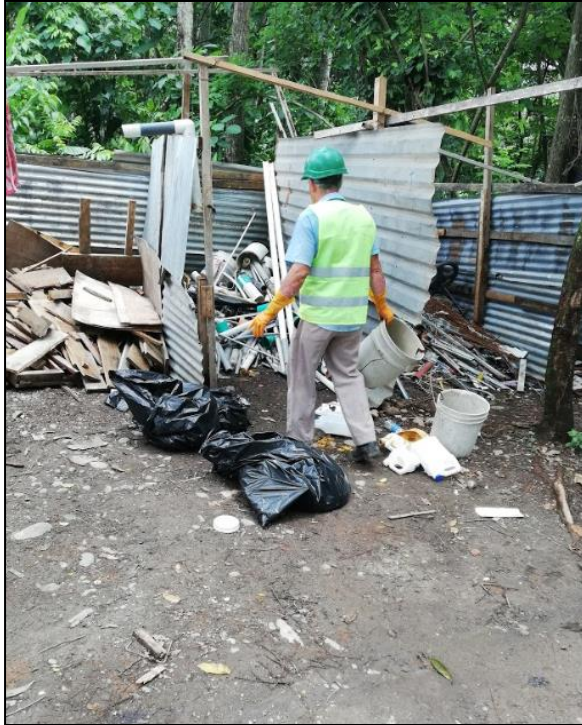


Figura 27. Proceso de mejora condiciones de centro de acopio de residuos en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

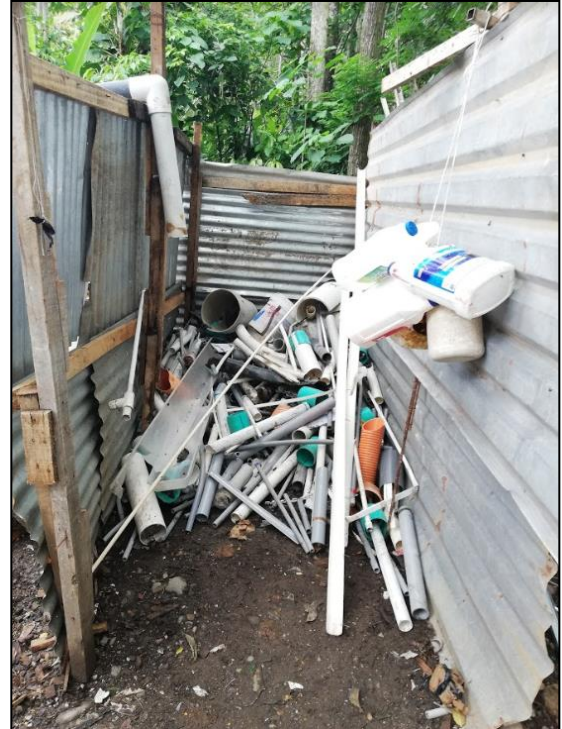


Figura 29. Correctas condiciones en centro de acopio del proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 28. Proceso de mejora condiciones de centro de acopio de residuos en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Finalmente, el centro de acopio de Madera, plástico PVC y acero debidamente rotulado se muestra en la Figura 30.



Figura 30. Centro de acopio mejorado
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

De la misma manera, se organizó el espacio destinado para basura ordinaria y para los escombros. Tal y como se muestra en la Figura 31.



Figura 31. Centro de acopio mejorado para los residuos de basura ordinaria y escombros.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En las siguientes figuras, se muestra el almacenamiento de los residuos en la sección de basura ordinaria del proyecto.



Figura 32. Almacenamiento de plástico de uso ordinario en centro de acopio de basura ordinaria.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 33. Almacenamiento de cartón en centro de acopio de basura ordinaria.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 34. Almacenamiento de recipientes de diluyentes
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En la Figura 35 se muestran los residuos de cobertura forestal y corta de árboles generados en el proyecto, los cuales fueron entregados al MAG para su disposición.



Figura 35. Residuos de cobertura forestal.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 36. Residuos de corta de árboles.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En cuanto a los residuos de cableado eléctrico, este no es depositado en el centro de acopio, sino que el bodeguero del proyecto se encarga de mantenerlo en la bodega para la correcta reutilización de este. En la Figura 37, se observa el correcto almacenamiento de los residuos de cableado eléctrico:



Figura 37. Almacenamiento de cableado eléctrico en obra.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

El registro de los residuos que salen de la obra está a cargo del bodeguero del proyecto, el cual utiliza boletas de la empresa para registrar la cantidad transportada. Las boletas correspondientes a la basura ordinaria, escombros, acero, capa vegetal y madera pueden observarse en el apartado de Anexos. Sin embargo, no se cuentan con todos los registros de salida de madera, ya que normalmente las personas a las que se le donaba este residuo llegaban a recolectarlo y este volumen no era registrado.

Uno de los mayores residuos generados en el proyecto corresponde a bloques de mampostería. En las figuras 38 y 39, se muestra la presencia de residuos de este material en la obra.



Figura 38. Residuos de bloques de mampostería en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 39. Residuos de blocks de mampostería en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 40. Residuos de bloques de mampostería en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 41. Residuos de bloques de mampostería en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

Los problemas asociados a la generación de residuos de bloques de mampostería se deben a la dificultad de modulación, lo que genera que se deba cortar una gran cantidad de material para ajustarse a las dimensiones establecidas en los planos y, también, debido a la utilización de herramientas como martillos al realizar los cortes en los bloques. A continuación, se muestran las estructuras que ocasionaron mayor quiebre de bloques de mampostería.



Figura 42. Tipo de columnetas en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 43. Tipo de columnetas del diseño.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 44. Tipo de columnetas del diseño.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 45 Uso de bloques de mampostería en tapichel en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 46. Problemas en colocación de bloques de mampostería.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres. Adicionalmente, la generación de residuos de madera se debe a la gran cantidad de formaleta de madera requerida en el proyecto para garantizar el diseño arquitectónico del proyecto. En las siguientes figuras, se muestran los diferentes usos utilizados con la formaleta.



Figura 47. Uso de formaleta en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 48. Uso de formaleta en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto.



Figura 49. Uso de formaleta en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 51. Uso de formaleta en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 50. Uso de formaleta en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 52. Uso de formaleta en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Una de las razones en el incremento del uso de madera de formaleta se debe, principalmente, a la gran cantidad de material que fue requerido para el uso en la formaleta de viga que permitía que el diseño arquitectónico simulara que el edificio se encontrara “flotando” a lo largo del perímetro del edificio. El concepto arquitectónico se muestra en las siguientes figuras.



Figura 53. Geometría del edificio que provocó incremento en uso de formaleta.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 54. Uso de formaleta en viga perimetral.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 55. Geometría del edificio que provocó incremento en uso de formaleta.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 56. Concepto de "edificio flotando" a lo largo del perímetro.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 57. Concepto de edificio "flotando" a lo largo del perímetro.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Esto a pesar de que también se utilizaron sistemas de formaleta y sistemas de apuntalamiento como los que se observan en las siguientes figuras:



Figura 58. Sistema de formaleta empleado en obra.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 59. Sistemas de apuntalamiento utilizados en obra.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En cuanto a las sustancias peligrosas e inflamables utilizadas en el proyecto, se puede observar que son manipuladas de manera que no

contaminen el suelo. Tal y como se observa en la siguiente figura:



Figura 60. Protección de suelo en actividades con pintura.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 61. Protección de suelo en actividades con pintura.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Sin embargo, no se cuenta con un centro de acopio adecuado para este tipo de material, sino que es almacenado en la bodega. En las siguientes figuras se muestra el almacenamiento en obra de pinturas y diluyentes utilizados.



Figura 62. Almacenamiento de pinturas en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 63. Almacenamiento de pinturas en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

La modulaci3n de piso y enchape de porcelanato se realiz3 de acuerdo con el tipo y

dimensiones disponibles en el mercado. Adem3s, se realiz3 una propuesta preliminar de la modulaci3n por el dibujante de la empresa, la cual fue revisada en campo y mejorada. En la siguiente Figura se muestra la propuesta preliminar para la modulaci3n, en la cual se nota que una gran cantidad de piezas de porcelanato deben cortarse.

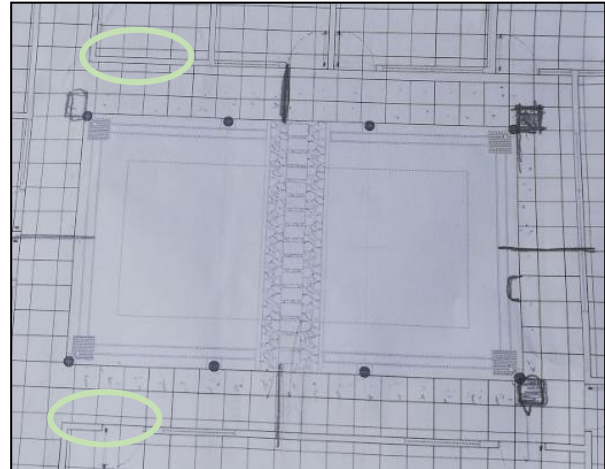


Figura 64. Propuesta de modulaci3n de piso.
Fuente: Modulaci3n realizada en AUTOCAD por dibujante de la empresa.

Con las piezas de porcelanato a utilizar, se determin3 en campo la colocaci3n deseada por el cliente, con el fin de reducir la cantidad de residuos al cortar piezas sin ser necesario. En las siguientes figuras, se muestra el proceso en campo para decidir con el cliente la modulaci3n de las piezas:



Figura 65. Evaluaci3n de la colocaci3n 3ptima de las piezas de porcelanato en proyecto.
Fuente: Elaboraci3n propia en visita a proyecto en Siquirres.

La colocaci3n final que permiti3 reducir desperdicios de porcelanato corresponde a la

mostrada en las figuras siguientes, en la cual, se optó por dejar una franja de concreto lavado en el pasillo de la zona verde interna.



Figura 66. Colocación final piso en pasillo de zona verde interna.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 67. Colocación de piso con franja de concreto lavado para reducir desperdicio de porcelanato.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 68. Franja de concreto lavado para sección de pisos en zona verde interna.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

El enchape de las paredes se realizó de la misma manera que el piso y, en las siguientes figuras, se observa la modulación y el producto obtenido para las paredes.

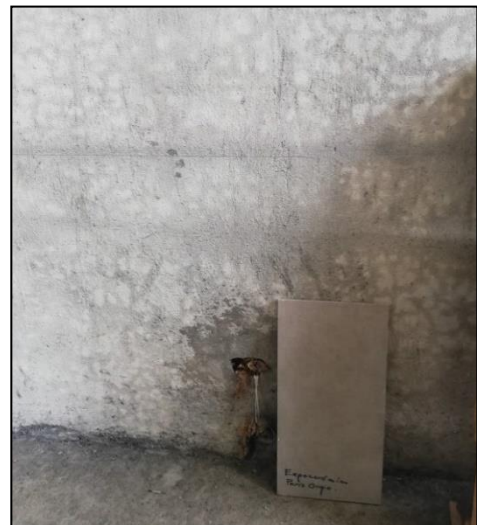


Figura 69. Evaluación de la colocación óptima de piezas para las paredes.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En las paredes de los baños del proyecto, se observa que, en la mayor parte, se logró utilizar piezas completas, evitando así el corte

innecesario, únicamente en aquellas partes en las que es completamente necesario.



Figura 70. Resultado de la colocación de la cerámica en las paredes de baños.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 71. Resultado de la colocación de cerámica en paredes de baños.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 72. Colocación final de cerámica en paredes de baños.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En cuanto a la reutilización de residuos en obra, se pueden mencionar los sacos de cemento, los cuales se utilizaban para protección de las instalaciones eléctricas y en las coladas de piso. En la Figura 68, se muestra lo descrito.

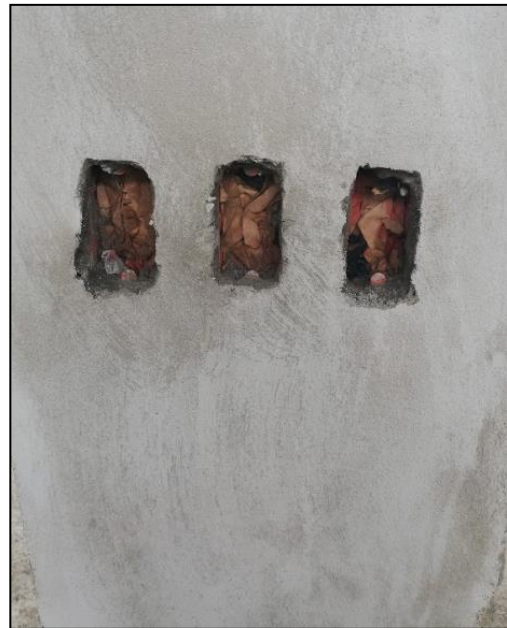


Figura 73. Reutilización bolsas de cemento en proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Además, los residuos de piso y cerámica son utilizados al igual que otros residuos cementicios, para actividades de relleno de contrapiso de la bodega del parqueo del proyecto.



Figura 74. Residuos cerámicos para reutilizar como relleno.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 75. Bodega para reutilizar residuos de cerámica en relleno de piso.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 76. Piso de bodega a ser relleno con materiales de tipo cementicios y áridos.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 77. Nivel de piso de bodega relleno.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

Para las actividades de relleno y compactación de las obras externas del proyecto, se realizó el control del polvo de manera que se utilizaron los materiales húmedos para de humedecer la superficie cuando fuera necesario. En la Figura 78, se muestra que los materiales se encontraban húmedos y, en la Figura 79, la actividad de humedecer la superficie para la compactación.



Figura 78. Actividades de compactación tomando medidas de control de polvo.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.



Figura 79. Riego de superficie en actividades de compactación.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres.

En cuanto al control del tratamiento del agua, se encontró que el agua proveniente del comedor del campamento se estaba depositando directamente en el suelo. Tal y como se muestra en las siguientes figuras.



Figura 80. Tuberías del comedor dirigidas sin ninguna filtración y depositadas en el suelo.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres



Figura 81. Disposición de aguas provenientes del comedor del proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres



Figura 82. Disposición final de aguas provenientes del comedor del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

La situación se intentó corregir por el personal en campo tal y como se muestra en la siguiente Figura:



Figura 83. Tratamiento de aguas del comedor del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

Proyecto Parque La Libertad

En las visitas realizadas al proyecto “Bodegas-Parque La Libertad” fue posible determinar e implementar las actividades establecidas en la propuesta. Al igual que en el proyecto de Siquirres, los trabajadores no cuentan con supervisión en el tema de gestión de residuos ni tampoco reciben capacitación sobre el tema.

En la Figura 84, se muestra la manera establecida para separar la basura ordinaria de los trabajadores.



Figura 84. Recipientes utilizados para la separación de basura ordinaria en el proyecto

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

Mientras que, para la separación de los residuos generados en obra, primeramente, los trabajadores utilizaron el espacio mostrado en la Figura 85. En la que se optó por separarla en acero y chatarra, madera y papel.



Figura 85. Opción de centro de acopio en proyecto.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

Sin embargo, al día siguiente, el mismo centro de acopio fue modificado, ya que en el proyecto se estaban generando otros tipos de residuos. Tal y como se observa en la Figura 86, ahora contaba con espacios destinados a basura ordinaria que no estuviese dentro de plástico, cartón o papel; cartón, acero, madera, gypsum, durock, plástico PVC y papel.



Figura 86. Centro de acopio adecuado al tipo de residuos en proyecto.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

En cuanto al almacenamiento de sacos de cemento, se optó por aprovechar una de las estructuras existentes del proyecto, tal y como se muestra en la Figura 87.



Figura 87. Uso de estructuras existentes en el proyecto para el almacenamiento de sacos de cemento.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

A pesar de contar con recipientes destinados a la basura ordinaria de los trabajadores, en la segunda semana desde el inicio del proyecto, se presentaron problemas en la separación de residuos en cuanto al plástico. Tal y como se observa en la Figura 88. Por lo que se realizaron las observaciones pertinentes al maestro de obras encargado para mantener la separación de los residuos adecuadamente. Sin embargo, el lugar del centro de acopio previamente establecido debió modificarse debido a que se iban a realizar actividades de demolición y relleno. Tal y como se muestra en la Figura 89. Por lo que el almacenamiento de residuos se colocó temporalmente en una zona inadecuada, la cual se evidencia en la Figura 90.



Figura 88. Incorrecta separación de residuos en proyecto
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.



Figura 89. Área de centro de acopio interrumpida por actividades de demolición y relleno.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.



Figura 90. Nueva área de centro de acopio.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

Una vez identificada la zona inadecuada que se estaba empleando para el almacenamiento de residuos, se procedió a trasladarla a una zona adecuada para dicho fin, tal y como se observa en la siguiente Figura 91. Y, en las figuras siguientes las condiciones de almacenamiento del centro de acopio.



Figura 92. Centro de acopio de acero.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad



Figura 91. Nueva área de centro de acopio adecuado establecido.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad

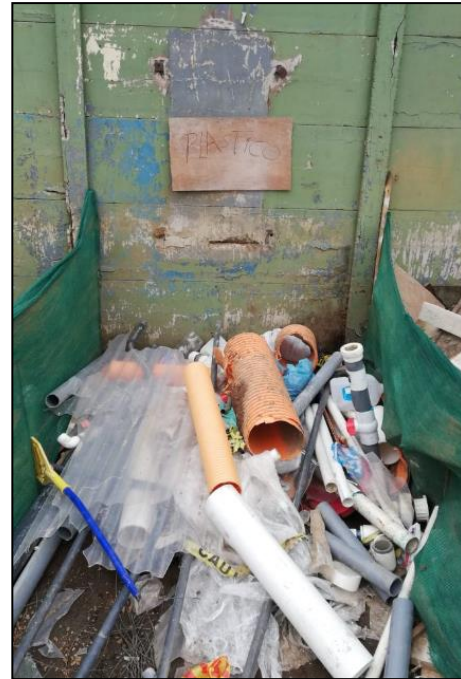


Figura 93. Centro de acopio de plástico PVC
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad



Figura 94. Centro de acopio de madera.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad

Otros de los residuos generados en el proyecto se muestran a continuación:

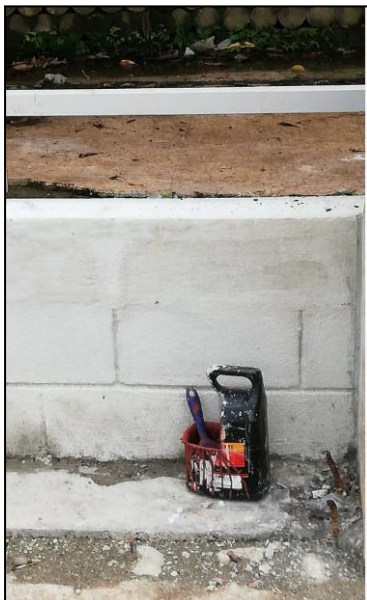


Figura 95. Recipientes utilizados para colocar pintura
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad



Figura 96. Residuos de helados de concreto en el proyecto.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad

A diferencia del proyecto Fitosanitario, en este, se implementaron las boletas de control de volumen de salida de residuos. Las cuales se realizaron con el propósito de evitar cuantificaciones erróneas y garantizar que todos los residuos serían cuantificados. En la Figura 97, se muestra uno de los trabajadores encargados de transportar la basura ordinaria del proyecto utilizando la boleta elaborada:



Figura 97. Uso de boletas de control de salida de residuos en campo.
Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

La boleta generada de la gestión de este residuo se detalla a continuación:

ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.
BOLETA DE CONTROL DE EXPORTACIÓN DE RESIDUOS

FECHA: 19-05-2020
N° BOLETA: 02

PROYECTO: Botadero Ministerio de Cultura y Juventud
MEDIO DE TRANSPORTE: Pick up
PLACA: CL 31614

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	MODOS DE ENVÍO	CANTIDAD	RECIPE
R1-1	plástico ordinario		kg			
R1-2	papel		kg			
R1-3	cartón		kg			
R1-4	basura ordinaria	110	kg	Pick up	1	Ebi
R1-5	no valorizable		kg			
R2	cementicios		m3			
R3	áridos		m3			
R4-1	acero		kg			
R4-2	cobre		kg			
R4-3	aluminio		kg			
R5	plástico PVC		kg			
R6	madera		m3			
R7	vidrio		kg			
RB-1	papel contaminado		kg			
RB-2	gypsum y durock		kg			
R9	envases metálicos		kg			

ENCARGADO DE DESPACHO: NOMBRE COMPLETO Liseth Palaco Gonzalez, FIRMA [Firma]
RECIBE: NOMBRE COMPLETO Carlos Barbaro Jimenez, FIRMA [Firma]

Figura 98. Uso de la boleta oficial para el control del volumen de salida de residuos del proyecto.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

Otra de las medidas implementadas para mejorar la cuantificación de residuos fue la implementación de una pesa romana, la cual se muestra en la Figura 99:



Figura 99. Pesa romana disponible en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

En cuanto a los botaderos utilizados en el proyecto, se muestra el espacio ubicado dentro de las instalaciones del Parque La Libertad, en el que, por solicitud del Parque, el material de excavación del proyecto se traslada a este botadero. En la siguiente Figura se muestra al lado izquierdo la zona utilizada para depositar el material. Además, en la sección de Anexos se incluyen comprobantes de los gestores utilizados.



Figura 100. Botadero dentro de Parque La Libertad.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

En cuanto al control de polvo, se dio un mal manejo del material que estaba siendo transportado en vagoneta, tal y como se muestra en la Figura 101. Para lo cual se solicitó al Maestro de Obras cubrir las vagonetas en cada viaje a realizar aun cuando se trasladara al botadero dentro del Parque ya que, en su trayecto, se encuentran demás instalaciones del parque y el tránsito constante de los guardas del Parque.



Figura 101. Incorrecto transporte de material en vagoneta.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

En este proyecto, los sacos de cemento también fueron reutilizados; en este caso, para rellenar las celdas de la segunda hilada del muro de mampostería. Tal y como se observa en la siguiente Figura.



Figura 102. Reutilización bolsas de cemento en muro de mampostería.

Fuente: Elaboración propia en visita a proyecto en Parque La Libertad.

Listas de Verificación

A continuación, se muestra la Lista de Verificación utilizada para la evaluación de la Etapa 1 de la propuesta en el proyecto Fitosanitario.

Figura 103. Lista de Verificación de la Etapa 1 de la propuesta con respecto al proyecto Fitosanitario.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1				
PROYECTO		FITOSANITARIO REGIÓN HUETAR CARIBE		
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES
	SÍ	NO	N/A	
ETAPA 1: ACTIVIDADES PREPARATIVAS Y DE IMPLEMENTACIÓN				
A	USO DE RECURSOS			
A1	MAQUINARIA Y EQUIPO			
A1.1	Se cuenta con la lista de maquinaria y equipo que se requiere	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A1.2	Maquinaria y equipo cumple con los permisos de circulación y mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A1.3	Se cuenta con mano de obra calificada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2	COMBUSTIBLES			
A2.1	Se capacita sobre uso racional del recurso, correcto almacenamiento y protocolo en caso de derrame de combustible combustibles, protocolo en caso de derrame de combustible	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Trabajadores no recibieron capacitaciones
A2.2	Se establecen en diseño de sitio del proyecto sitio para:			
A2.2.1	Zona de estacionamiento de maquinaria/equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2.2	Zona de lavado de maquinaria y equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> No se establece sitio
A2.2.3	Centro de almacenamiento para combustibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> El combustible de la maquinaria no se almacena en sitio
A3	AGUA			
A3.1	Se realiza el correcto tratamiento de las aguas residuales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.2	Se utiliza agua de lluvia en actividades del proceso constructivo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> Maestro de obras recolectaba agua de lluvia para su uso en obra
A3.3	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de sólidos en redes de tratamiento de aguas			
A3.4	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de líquidos en redes de tratamiento de aguas tales como trampas de grasa u otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A3.5	Se capacita al personal sobre el uso racional del agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> No se realizaron capacitaciones de este tema en el proyecto
A4	ELECTRICIDAD			
A4.1	En condiciones que lo permitan se promueve el uso de fuentes de energía renovable	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> El proyecto se puede conectar a la red eléctrica de las demás oficinas
A4.2	Se evita el uso de plantas térmicas que funcionan con carbón, bünjer o diesel			<input type="checkbox"/> No se evaluó su uso
A4.3	Se cuenta con plan y capacitación del uso racional de electricidad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> No se realizaron capacitaciones de este tema en el proyecto
B	CONSTRUCCIÓN			
B1	CONCRETO REFORZADO Y PREMEZCLADO			
B1.1	Se realiza la modulación de varillas de acero con las longitudes disponibles en el mercado para las estructuras de concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> La empresa afirma que se modularon
B1.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de las varillas de acero y dosificación de concreto en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto
B1.3	Se establece la zona de lavado para la maquinaria transportadora del concreto premezclado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
B1.4	Se cuantifica la dosificación necesaria de concreto premezclado en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto

Fuente: Elaboración propia en Excel

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1						
PROYECTO		FITOSANITARIO REGIÓN HUETAR CARIBE				
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES		
	SÍ	NO	N/A			
B2	MAMPOSTERÍA					
B2.1	Se realiza la modulación de bloques de mampostería de acuerdo con las dimensiones y tipos disponibles al igual que las varillas de acero en el mercado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La empresa afirma que se modularon	
B2.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de bloques de mampostería, varillas de acero y mortero en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B3	FORMALETA					
B3.1	Se realiza la modulación de sistemas de formaleta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hay gran uso de formaleta de madera en proyecto que no fue modulada	
B3.2	Se realiza la modulación de formaleta de madera y se cuantifica la cantidad necesaria en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B4	ACABADOS					
B4.1	Se buscan alternativas de materiales amigables con el ambiente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pinturas a base de Agua	
B4.2	Se realiza la modulación de materiales para: cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
	Pisos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ventanería	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Cerámica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Cielos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Paredes liviana	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
B4.3	Se cuantifican los materiales de acabados en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
C	RESIDUOS					
C1	Se planifica cronograma de capacitaciones sobre adecuado manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los trabajadores no reciben capacitación en el tema	
C2	Se verifica si fabricante recibe envases de productos/sobrantes/etc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hay convenio con empresa Sur para recolectar sus	
C3	Se realizó el diseño de sitio con la distribución de centro de acopio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No hubo diseño de sitio previo al proyecto	
C4	Se verifican gestores autorizados de residuos cercanos al proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utilizan gestores autorizados en recolección de	
D.	CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD					
D1	CONTROL DE POLVO					
D1.1	Se establecen las medidas para el control de polvo que equipo de trabajo debe seguir	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en el tema	
D2.A	CONTROL DE EMISIÓN DE GASES					
D2.A.1	Se mitigan emisiones al aire de acuerdo con los requerimientos de maquinaria y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utiliza maquinaria en buen estado	
D2.B	CONTROL DE EMISIÓN DE RUIDO					
D2.B.1	Se establecen las medidas establecidas para el control de ruido en el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en el tema pero se implementan buenas prácticas	

Figura 104. Continuación Lista de Verificación de la Etapa 1 de la propuesta con respecto al proyecto Fitosanitario.

Fuente: Elaboración propia en Excel

En la siguiente Figura se muestra un ejemplo de la Lista de Verificación de la Etapa 2 empleada en la primera visita al proyecto Fitosanitario y las correspondientes a las demás visitas se muestran como parte del Apéndice 3.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES					
PROYECTO FITOSANITARIO REGIÓN HUETAR CARIBE		FECHA: jueves, 20 de febrero de 2020			
ACTIVIDADES		CUMPLE			OBSERVACIONES
		SÍ	NO	N/A	
ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO EN LA OBRA					
A	USO DE RECURSOS				
A1	Manejo de Maquinaria, Equipo y Combustibles				
1	Se realiza control de compras de combustibles	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Correcto almacenamiento de combustible y sustancias peligrosas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Establecer centro de acopio para sustancias inflamables/peligrosas
3	Se registra el consumo de agua y electricidad	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El bodeguero se encarga de registrar el consumo cada 25 de mes
A2 y A3	Consumo de agua y electricidad				
1	Se verifica consumo de recursos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Registrar consumo de recursos
2	Consumo es elevado al consumo presupuestado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No se han registrado datos estimados
A2	Uso de agua				
1	Las fuentes de agua se encuentran contaminadas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Hay aportes de sólidos o líquidos a los sistemas de tratamiento de agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	Hay fugas de agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C	RESIDUOS				
Centros de acopio					
1	Se implementa centros de acopio para cada tipo de residuo de acuerdo con:				
2	Área correctamente identificada	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rotular centros de acopios para facilitar la disposición de residuos
3	Área protegida de la lluvia	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Habilitar techo a centros de acopio a aquellos que lo requieren
4	Área con fácil acceso para el servicio de recolección/transporte	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5	Separación entre material reutilizable y material nuevo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6	Se realizan capacitaciones sobre el adecuado manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en este tema
7	El centro de acopio de residuos se encuentra en condiciones correctas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
8	Se utilizan gestores autorizados para la disposición de residuos	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
9	Se cuantifica el volumen de residuos utilizando las boletas de salida de	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuantifican todos los residuos exportados del proyecto
10	Se registra el volumen de residuos en la Hoja de Volumen de Residuos cuantificar	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se registran residuos de plástico, cartón, papel, basura convencional, madera, escombros
11	Se incrementa el volumen de residuos estimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No se cuenta con datos iniciales
12	Se aplican medidas correctivas para corregir incremento en volumen de	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No se posible determinar si hay incremento inoperado de residuos
D	CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD				
D1	Control de polvo				
1	Se humedece la superficie de tierra previo a movimiento de tierras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No hubo actividad de movimiento de tierra
2	Se utiliza velocidad máxima de 30 km/h en maquinaria y equipo que circula en	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquinaria emplea velocidad adecuada
3	Se cubren las vagonetas que transportan material	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No habían vagonetas transportando material
4	Se utilizan barreras de viento	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
D2	Control emisiones al aire				
1	Maquinaria y equipo se encuentra en buen estado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	Maquinaria y equipo se encuentra alejada de oficinas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
3	Se establecen horarios permitidos para el uso de maquinaria/equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Figura 105. Lista de Verificación de la Etapa 2 de la propuesta con respecto al proyecto Fitosanitario.

Fuente: Elaboración propia en Excel

Por otro lado, la Lista de Verificación de la Etapa 1 y 2 correspondiente al proyecto Bodegas-Parque La Libertad se detallan en las siguientes figuras. Al igual que las listas de verificación de la Etapa 2 del

proyecto Fitosanitario, para este proyecto se incorporan el resto de las listas de verificación de la Etapa 2 como parte del apéndice 3.

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1				
PROYECTO		BODEGAS MISITERIO DE CULTURA - PARQUE LA LIBERTAD		
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES
	SÍ	NO	N/A	
ETAPA 1: ACTIVIDADES PREPARATIVAS Y DE IMPLEMENTACIÓN				
A	USO DE RECURSOS			
A1	MAQUINARIA Y EQUIPO			
A1.1	Se cuenta con la lista de maquinaria y equipo que se requiere	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A1.2	Maquinaria y equipo cumple con los permisos de circulación y mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A1.3	Se cuenta con mano de obra calificada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2	COMBUSTIBLES			
A2.1	Se capacita sobre uso racional del recurso, correcto almacenamiento y protocolo en caso de derrame de combustible combustibles, protocolo en caso de derrame de combustible	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2	Se establecen en diseño de sitio del proyecto sitio para:			
A2.2.1	Zona de estacionamiento de maquinaria/equipo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2.2	Zona de lavado de maquinaria y equipo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2.3	Centro de almacenamiento para combustibles	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3	AGUA			
A3.1	Se realiza el correcto tratamiento de las aguas residuales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.2	Se utiliza agua de lluvia en actividades del proceso constructivo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.3	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de sólidos en redes de tratamiento de aguas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.4	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de líquidos en redes de tratamiento de aguas tales como trampas de grasa u otros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.5	Se capacita al personal sobre el uso racional del agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A4	ELECTRICIDAD			
A4.1	En condiciones que lo permitan se promueve el uso de fuentes de energía renovable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A4.2	Se evita el uso de plantas térmicas que funcionan con carbón, bñjer o diesel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A4.3	Se cuenta con plan y capacitación del uso racional de electricidad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	CONSTRUCCIÓN			
B1	CONCRETO REFORZADO Y PREMEZCLADO			
B1.1	Se realiza la modulación de varillas de acero con las longitudes disponibles en el mercado para las estructuras de concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B1.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de las varillas de acero y dosificación de concreto en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B1.3	Se establece la zona de lavado para la maquinaria transportadora del concreto premezclado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figura 106. Lista de Verificación Etapa 1 de la propuesta con respecto al proyecto Bodegas-Parque La Libertad.
Fuente: Elaboración propia en Excel

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1						
PROYECTO BODEGAS MISISTERIO DE CULTURA - PARQUE LA LIBERTAD						
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES		
	SÍ	NO	N/A			
B1.4	Se cuantifica la dosificación necesaria de concreto premezclado en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B2 MAMPOSTERÍA						
B2.1	Se realiza la modulación de bloques de mampostería de acuerdo con las dimensiones y tipos disponibles al igual que las varillas de acero en el mercado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
B2.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de bloques de mampostería, varillas de acero y mortero en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B3 FORMALETA						
B3.1	Se realiza la modulación de sistemas de formaleta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
B3.2	Se realiza la modulación de formaleta de madera y se cuantifica la cantidad necesaria en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B4 ACABADOS						
B4.1	Se buscan alternativas de materiales amigables con el ambiente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
B4.2	Se realiza la modulación de materiales para: cuantificar					
	Pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Ventanería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Cerámica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Cielos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
	Paredes liviana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
B4.3	Se cuantifican los materiales de acabados en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
C RESIDUOS						
C1	Se planifica cronograma de capacitaciones sobre adecuado manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en este tema	
C2	Se verifica si fabricante recibe envases de productos/sobrantes/etc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La empresa cuenta co convenios con SUR para recolectar recipientes	
C3	Se realizó el diseño de sitio con la distribución de centro de acopio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se realiza diseño de sitio previo	
C4	Se verifican gestores autorizados de residuos cercanos al proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utiliza botadero ubicado en el Parque La Libertad y demás gestores de basura y chatarra	
D. CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD						
D1 CONTROL DE POLVO						
D1.1	Se establecen las medidas para el control de polvo que equipo de trabajo debe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en este tema	
D2.A CONTROL DE EMISIÓN DE GASES						
D2.A.1	Se mitigan emisiones al aire de acuerdo con los requerimientos de maquinaria y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utiliza maquinaria en buen estado	
D2.B CONTROL DE EMISIÓN DE RUIDO						
D2.B.1	Se establecen las medidas establecidas para el control de ruido en el proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en el tema pero se implementan buenas prácticas	

Figura 107. Continuación Lista de Verificación de la Etapa 1 de la propuesta con respecto al proyecto Bodegas-Parque La Libertad
Fuente: Elaboración propia en Excel

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES				
PROYECTO	BODEGAS-PARQUE LA LIBERTAD			
	FECHA:	jueves, 23 de abril de 2020		
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES
	SÍ	NO	N/A	
ETAPA 2: IMPLEMENTACIÓN Y SEGUIMIENTO EN LA OBRA				
A	USO DE RECURSOS			
A1	Manejo de Maquinaria, Equipo y Combustibles			
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Trabajadores no realizan compra de combustible
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con centro de acopio para sustancias peligrosas/inflamables
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No corresponde a fecha de control
A2 y A3	Consumo de agua y electricidad			
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con consumo estimado
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No se cuenta con costos estimados de consumo
A2	Uso de agua			
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C	RESIDUOS			
	Centros de acopio			
1	Se implementa centros de acopio para cada tipo de residuo de acuerdo con:			
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Área correctamente identificada
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se encuentran expuestos a la lluvia
4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La vía de acceso es amplia y cómoda para la recolección
5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Separación entre material reutilizable y material nuevo
6	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en este tema
7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El centro de acopio de residuos se encuentra en condiciones correctas
8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO se exportan residuos
9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Se cuantifica el volumen de residuos utilizando las boletas de salida de
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Se registra el volumen de residuos en la Hoja de Volumen de Residuos cuantificar
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Se incrementa el volumen de residuos estimado
12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Se aplican medidas correctivas para corregir incremento en volumen de
D	CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD			
D1	Control de polvo			
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se aprovechó agua de lluvia
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquinaria circula a velocidades adecuadas
3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vagoneta dirigida a botadero del Parque salió sin cubrir el material
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utilizan barreras de viento
D2	Control emisiones al aire			
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquinaria y equipo se encuentra en buen estado
2	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maquinaria y equipo se encuentra alejada de oficinas
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se establecen horarios permitidos para el uso de maquinaria/equipo

Figura 108. Lista de Verificación de la Etapa 2 de la propuesta con respecto al proyecto Fitosanitario.

Fuente: Elaboración propia en Excel

Control de Volumen de Residuos

El control del volumen de residuos se realiza contra la cantidad y el costo estimado para cada actividad presupuestada. Los datos del

presupuesto del proyecto Fitosanitario se muestran en el siguiente cuadro.

CUADRO 6. COSTO ESTIMADO Y PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE LAS ACTIVIDADES GENERADORAS DE RESIDUOS DE ACUERDO CON EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO FITOSANITARIO

ACTIVIDAD GENERADORA	VOLUMEN TOTAL (M3)	CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE MATERIAL (TON)	TIPO RESIDUO GENERADO	COSTO UNITARIO/TON DESECHADA	% DESECHO ESTIMADO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO (TON)	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS (DESPERDICIO)
MOVIMIENTO DE TIERRA							
Capa vegetal	160.00	91.20	material vegetal	₺ 12 500.00	100%	91.20	₺ 1 140 000.00
Corta de árboles	7.43	8.92	madera reusable	₺ 12 500.00	100%	8.92	₺ 111 472.20
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)	60.00	34.20	material vegetal	₺ 12 500.00	100%	34.20	₺ 427 500.00
OBRAS GENERALES Y CAMPAMENTO							
COMEDOR							
Plástico ordinario	0.30	0.21	plástico	₺ 26 000.00	100%	0.21	₺ 5 460.00
Papel	0.20	0.16	papel	₺ 26 000.00	100%	0.16	₺ 4 160.00
Cartón	0.10	0.08	cartón	₺ 26 000.00	100%	0.08	₺ 2 080.00
Residuos de comida	1.94	2.40	orgánico	₺ 26 000.00	100%	2.40	₺ 62 416.64
Basura convencional	0.15	0.14	no valorizable	₺ 26 000.00	100%	0.14	₺ 3 510.00
OBRA GRIS, ACABADOS Y TECHOS							
Acero	1.56	14.70	acero	₺ 12 500.00	10%	1.47	₺ 18 375.00
Concreto premezclado	96.00	211.20	cementicios	₺ 12 500.00	10%	21.12	₺ 264 000.00
Arena	82.00	147.60	áridos	₺ 12 500.00	10%	14.76	₺ 184 500.00
Piedra	74.00	133.20	áridos	₺ 12 500.00	10%	13.32	₺ 166 500.00
Sacos de cemento	2.28	1.82	papel contaminado	₺ 12 500.00	100%	1.82	₺ 22 750.00
Aditivo	0.13	0.16	aditivos	₺ 12 500.00	15%	0.02	₺ 292.50
Formaleta madera	3.50	4.20	madera	₺ 12 500.00	100%	4.20	₺ 52 500.00
Tuberías	0.66	0.46	plástico pvc	₺ 12 500.00	20%	0.09	₺ 1 155.00
Cartón	0.55	0.44	cartón	₺ 12 500.00	100%	0.44	₺ 5 500.00
Papel ordinario	0.05	0.04	papel	₺ 12 500.00	100%	0.04	₺ 500.00
Bloques de mampostería	110.00	198.00	cementicios	₺ 12 500.00	10%	19.80	₺ 247 500.00
Estructura metálica	1.05	8.20	acero	₺ 12 500.00	10%	0.82	₺ 10 250.00
Pinturas y solventes	0.08	0.10	recipientes metálicos	₺ 12 500.00	100%	0.10	₺ 1 250.00
Cableado eléctrico	0.26	1.54	cobre	₺ 12 500.00	10%	0.15	₺ 1 925.00
Ventanería	0.50	1.50	vidrio	₺ 12 500.00	10%	0.15	₺ 1 875.00
	0.33	1.98	aluminio	₺ 12 500.00	10%	0.20	₺ 2 475.00
Enchapes de pisos y paredes	11.80	25.96	cementicios	₺ 12 500.00	10%	2.60	₺ 32 450.00
Asfalto	35.00	84.00	cementicios	₺ 12 500.00	10%	8.40	₺ 105 000.00
Paredes livianas, cielos, cerramientos	18.00	23.40	residuos no valorizables	₺ 12 500.00	10%	2.34	₺ 29 250.00
	4.50	33.30	acero	₺ 12 500.00	10%	3.33	₺ 41 625.00
TOTAL						232.48	₺ 2 946 271.34

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos propiciados por la empresa.

Del cuadro anterior, se pueden observar cuáles son las actividades contempladas en el presupuesto del proyecto Fitosanitario que generan desperdicios, así como el porcentaje de desperdicio asociado a cada una. De esta manera, las actividades que generan mayor cantidad de desperdicio corresponden a las actividades involucradas en el movimiento de tierra, en el campamento del proyecto y en el uso de sacos de cemento, formaleta y recipientes de pintura.

Sin embargo, en campo la cuantificación de estos residuos no se realiza estrictamente por las actividades definidas en el presupuesto, sino que se agrupan todos los residuos pertenecientes a una categoría. Por lo que, para lograr la comparación entre los datos de campo y los datos

estimados, se reacomodaron las actividades definidas en el Cuadro 6. En las siguientes figuras, se muestra la distribución de porcentaje de desperdicio asociada a cada actividad en el presupuesto y en la nueva agrupación de los residuos requerida para su posterior análisis de acuerdo con el presupuesto.

Primeramente, para las actividades de movimientos de tierras, se muestra el porcentaje de desperdicio asignado en el presupuesto en la Figura 109. Y, en la Figura 110, se muestra que las actividades de corta de árboles y cobertura forestal se asignan como una actividad única para poder comparar con la cuantificación realizada en campo.

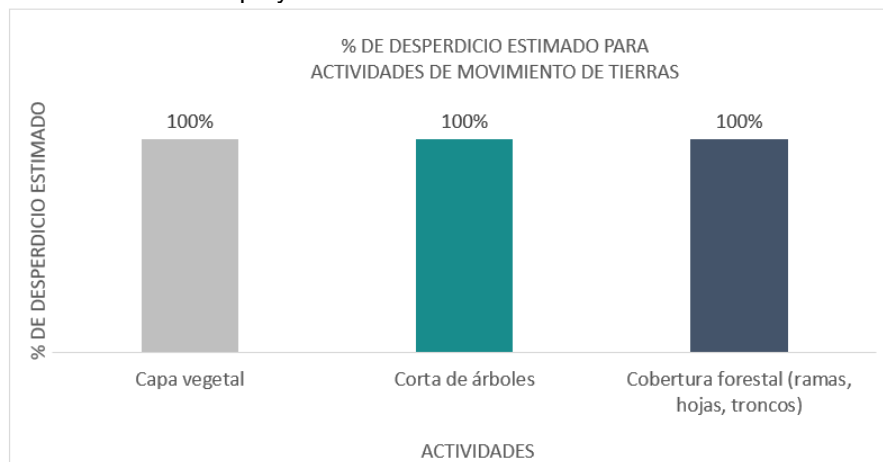


Figura 109. Porcentaje de desperdicio estimado para las actividades de movimiento de tierras.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos propiciados por la empresa.

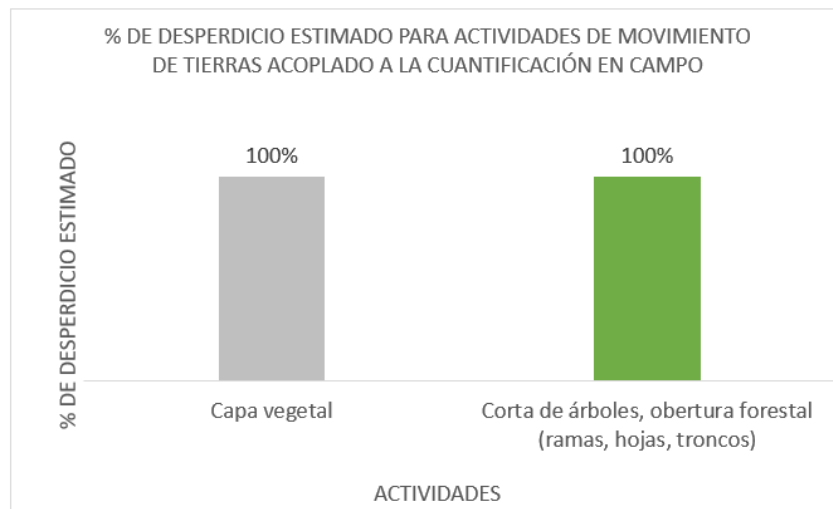


Figura 110. Porcentaje de desperdicio estimado acoplado a la cuantificación en campo para las actividades de movimiento de tierras.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos propiciados por la empresa.

La distribución del porcentaje de desperdicio para las actividades de campamento se muestra en la Figura 111, y en la figura siguiente, la distribución

del porcentaje de desperdicio correspondiente a las actividades de obra gris y acabados de acuerdo con el presupuesto del proyecto.

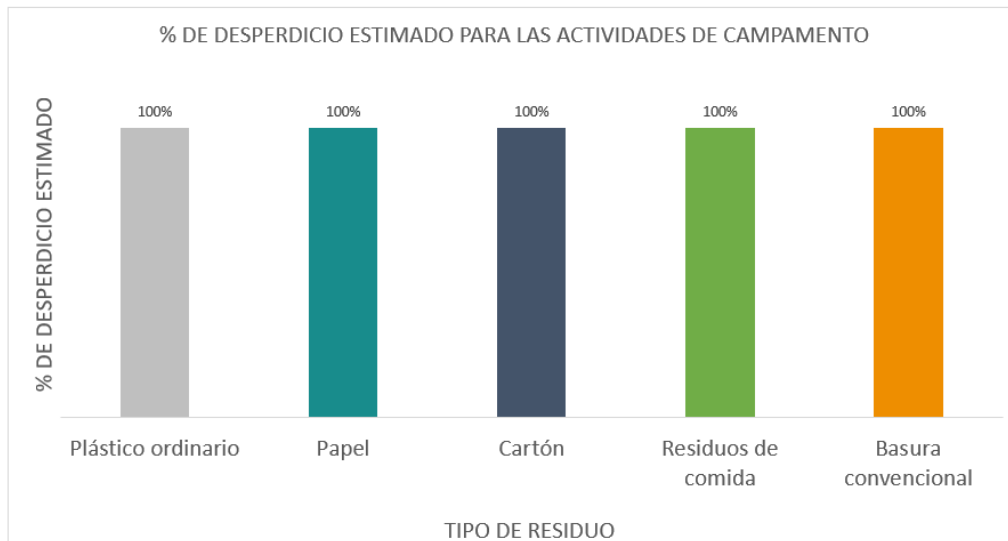


Figura 111. Porcentaje de desperdicio estimado para las actividades de campamento.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos propiciados por la empresa.

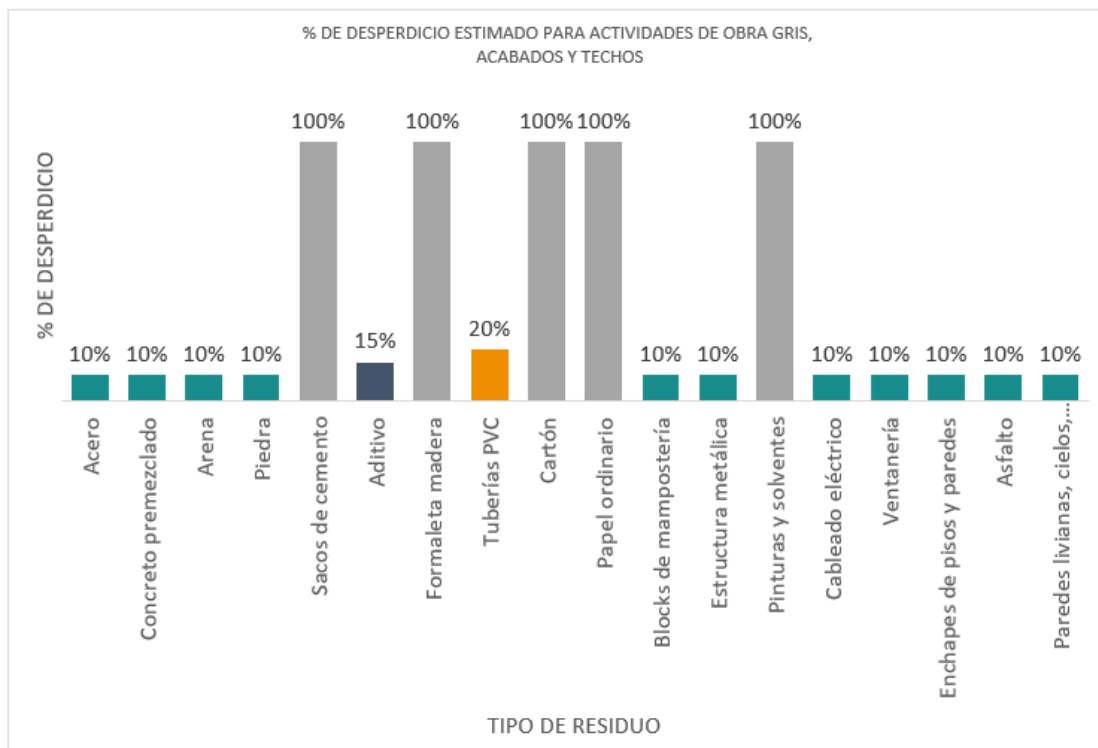


Figura 112. Porcentaje de desperdicio estimado para las actividades de obra gris y acabados.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos propiciados por la empresa.

Con respecto a las actividades anteriores, la reorganización se debió a que, como se observa en el Cuadro 6, se presentan algunos tipos de residuos tanto en actividades de campamento como en obra gris. Tal es el caso de los residuos de cartón y papel. Además, la misma situación se repite en las actividades de obra gris y acabados, es decir, la categoría de acero, cementicios y

áridos se presenta en varias actividades; así que estos tipos de residuos son agrupados para lograr comparar la cantidad estimada y la cantidad cuantificada en campo. En la Figura 113, se muestra la agrupación de los tipos de residuos establecidos:

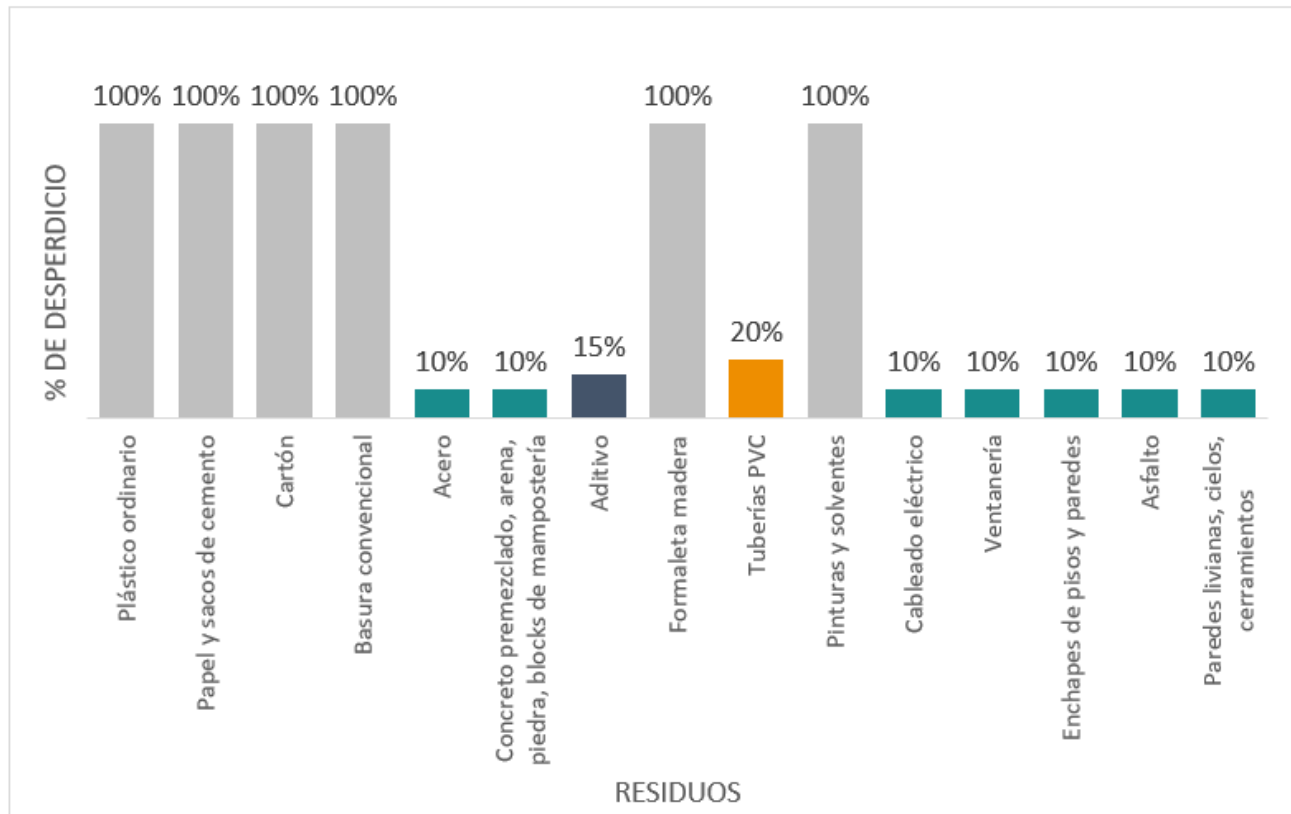


Figura 113. Porcentaje de desperdicio estimado para las actividades de campamento, obra gris y acabados acoplado a la cuantificación en campo.

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos propiciados por la empresa.

Una vez agrupados los residuos por tipo, se procedió a utilizar la herramienta de control de volumen de residuos para determinar si las cantidades estimadas en el presupuesto efectivamente se cumplían o si, por el contrario, había un incremento imprevisto y, de esta manera, tomar las medidas necesarias para reducir los residuos innecesarios en el proyecto. En el Cuadro 7, se muestra el uso de la herramienta digital con la cual se logra registrar el volumen de salida de residuos del proyecto en las fechas deseadas y, de esta manera, se indica automáticamente con un

símbolo de *check* verde si el volumen de salida se encuentra por debajo de la cantidad estimada. En caso de exceder dicha cantidad, aparece un símbolo de equis roja como indicador. Al final de la tabla, se muestra la cantidad total de residuos desechados en toneladas y aquellos que no significaron un incremento con respecto al presupuesto, aparecen en verde; mientras que aquellos en rojo reflejan un incremento de acuerdo con el presupuesto del proyecto.

CUADRO 7. COSTO ESTIMADO Y PORCENTAJE DE DESPERDICIO DE LAS ACTIVIDADES GENERADORAS DE RESIDUOS DE ACUERDO CON EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO FITOSANITARIO.

MATERIAL GENERADOR	TIPO RESIDUO GENERADO	CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE MATERIAL (TON)	% DESECHO ESTIMADO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO (TON)	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS (DESPERDICIO)	MEDICIONES EN SITIO RESIDUOS EXPORTADOS								DESECHO TOTAL REAL (TON)			
						FECHA		FECHA		FECHA		FECHA					
						20 de febrero de 2020	24%	26 de marzo de 2020	33%	24 de abril de 2020	49%	26 de mayo de 2020	65%				
cantidad (ton)		cantidad (ton)		cantidad (ton)		cantidad (ton)											
Capa vegetal	material vegetal	91.20	100%	91.20	€ 1 140 000.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Corta de árboles	madera reusable	8.92	100%	43.12	€ 538 972.20	19.21	✓	0	✓	0	✓	0	✓	19.21			
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)	material vegetal	34.20															
Plástico ordinario	plástico	0.21	100%	0.21	€ 5 460.00	0.015	✓	0.04682	✓	0	✓	0.004	✓	0.07			
Papel	papel y sacos de cemento	1.98	100%	1.98	€ 26 910.00	0.008	✓	0.02571	✓	0	✓	0.003	✓	0.04			
Cartón	cartón	0.52	100%	0.52	€ 7 580.00	0.025	✓	0.04509	✓	0	✓	0.01	✓	0.08			
Basura convencional	no valorizable	0.14	100%	0.14	€ 3 510.00	0.092	✓	0.7428	✗	0	✗	0.11	✗	0.94			
Acero	acero	56.20	10%	5.62	€ 70 250.00	0.000	✓	0	✓	1.36	✓		✓	1.36			
Concreto premezclado	cementicios	211.20	10%	69.00	€ 862 500.00									15.00			
Arena	áridos	147.60															
Piedra	áridos	133.20							10	✓	5	✓			✓	0	✓
Bloques de mampostería	cementicios	198.00															
Aditivo	aditivos	0.16	15%	0.02	€ 292.50	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Formaleta madera	madera	4.20	100%	4.20	€ 52 500.00	0	✓	2.159	✓	2.14032	✗	1.512	✗	5.81			
Tuberías	plástico pvc	0.46	20%	0.09	€ 1 155.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Pinturas y solventes	recipientes metálicos	0.10	100%	0.10	€ 1 250.00	0	✓	0	✓	0	✓		✓	0.00			
Cableado eléctrico	cobre	1.54	10%	0.15	€ 1 925.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Ventanería	vidrio	1.50	10%	0.15	€ 1 875.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Ventanería	aluminio	1.98	10%	0.20	€ 2 475.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Enchapes de pisos y paredes	cementicios	25.96	10%	2.60	€ 32 450.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Asfalto	cementicios	84.00	10%	8.40	€ 105 000.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			
Paredes livianas, cielos, cerramientos	residuos no valorizables	23.40	10%	2.34	€ 29 250.00	0	✓	0	✓	0	✓	0	✓	0.00			

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos de mediciones en campo.

De acuerdo con los datos obtenidos del Cuadro 7, se puede observar la diferencia entre el volumen estimado en el presupuesto y el volumen obtenido en la última fecha de medición. Estos resultados

se muestran en las siguientes figuras de manera gráfica:

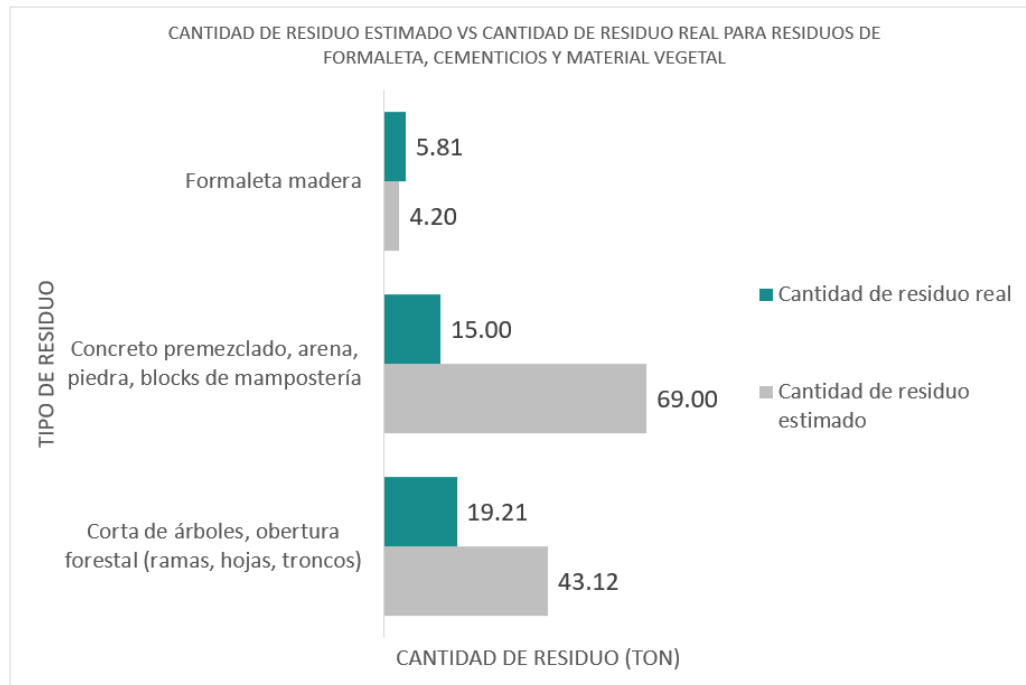


Figura 114. Cantidad de residuo estimado vs cantidad de residuo real para los residuos de formaleta, cementicios y materia vegetal. Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos del Cuadro 7.

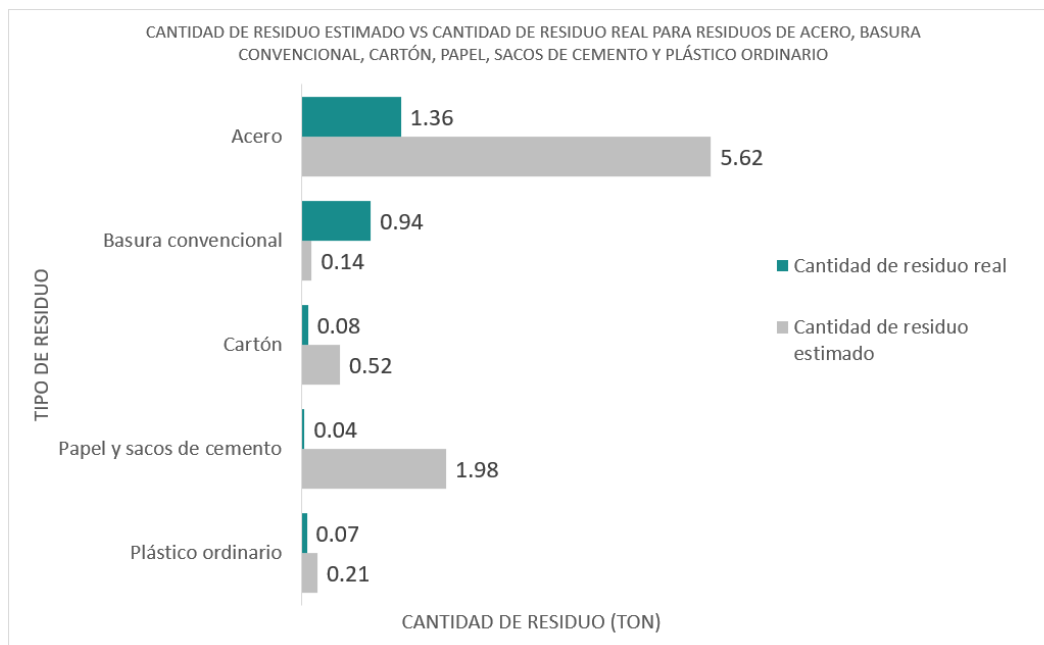


Figura 115. Cantidad de residuo estimado vs cantidad de residuo real para residuos de acero, basura convencional, cartón, papel, sacos de cemento y plástico ordinario. Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos del Cuadro 7.

Considerando los costos estimados en el presupuesto del proyecto y los resultados obtenidos, la comparación entre los costos

estimados por la disposición de los residuos y el costo real obtenido se muestra en el siguiente cuadro:

CUADRO 8. COSTO ESTIMADO Y COSTO FINAL REAL DE LA DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS

ACTIVIDAD GENERADORA	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO (TON)	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS (DESPERDICIO)	% DESECHO ESTIMADO	DESECHO TOTAL REAL (TON)	COSTO UNITARIO REAL	COSTO FINAL REAL	% DE DESECHO DE ACUERDO CON ÚLTIMA FECHA DE CONTROL	% DE AUMENTO DE DESECHO CON RESPECTO A CANTIDAD DE RESIDUO ESTIMADA
Capa vegetal	material vegetal	91.20	₺ 1 140 000.00	100%	0.00	₺ -	₺ -	0%	-
Corta de árboles	madera reusable					₺ -	₺ -		
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)	material vegetal	43.12	₺ 538 972.20	100%	19.21	₺ -	₺ -	45%	-
Plástico ordinario	plástico	0.21	₺ 5 460.00	100%	0.07	₺26 000.00	₺ 1 711.32	31%	-
Papel	papel y sacos de cemento	1.98	₺ 26 910.00	100%	0.04	₺26 000.00	₺ 954.46	2%	-
Cartón	cartón	0.52	₺ 7 580.00	100%	0.08	₺26 000.00	₺ 2 082.34	15%	-
Basura convencional	no valorizable	0.14	₺ 3 510.00	100%	0.94	₺26 000.00	₺24 564.80	-	600%
Acero	acero	5.62	₺ 70 250.00	10%	1.36	₺ -	₺ -	2.4%	-
Concreto premezclado	cementicios					₺ -	₺ -		
Arena	áridos	69	₺ 862 500.00	10%	15		₺ -	3%	-
Piedra	áridos						₺ -		
Bloques de mampostería	cementicios						₺ -		
Formaleta madera	madera	4.20	₺ 52 500.00	100%	5.81	₺ -	₺ -	-	38%
Total		215.98	₺ 2 707 682.20	-	42.51	-	₺29 312.92	-	-

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos

Tal y como se muestra en el Cuadro 8, los residuos que presentaron incremento con respecto al presupuesto corresponden a la formaleta y la basura convencional producida del campamento del proyecto. Además, es posible determinar el porcentaje de residuos generados a la fecha de

control de acuerdo con el porcentaje estimado; por lo que se observa que las actividades se encuentran por debajo del porcentaje de residuo esperado. En la Figura 116, se muestra de manera gráfica el porcentaje de aumento de las actividades de formaleta y basura convencional.

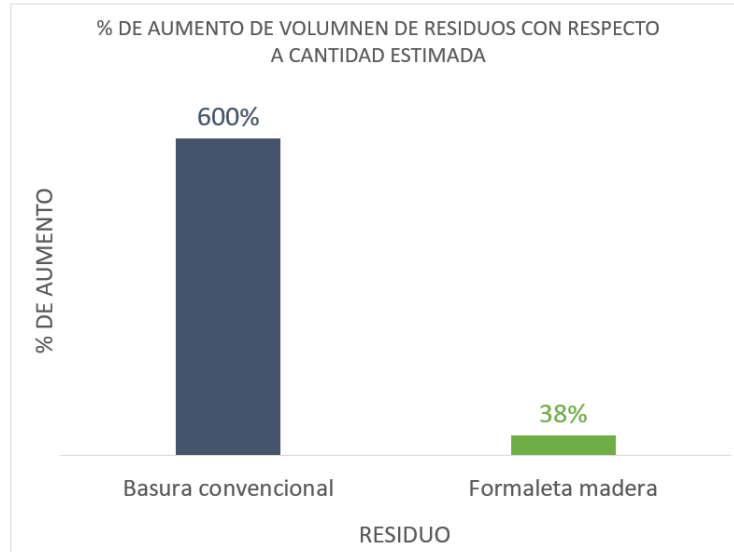


Figura 116. Porcentaje de aumento de cantidad de residuos con respecto a cantidad estimada.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos en Cuadro 8.

La diferencia entre el porcentaje estimado de desecho y el porcentaje de desecho real se observa de manera gráfica a continuación:

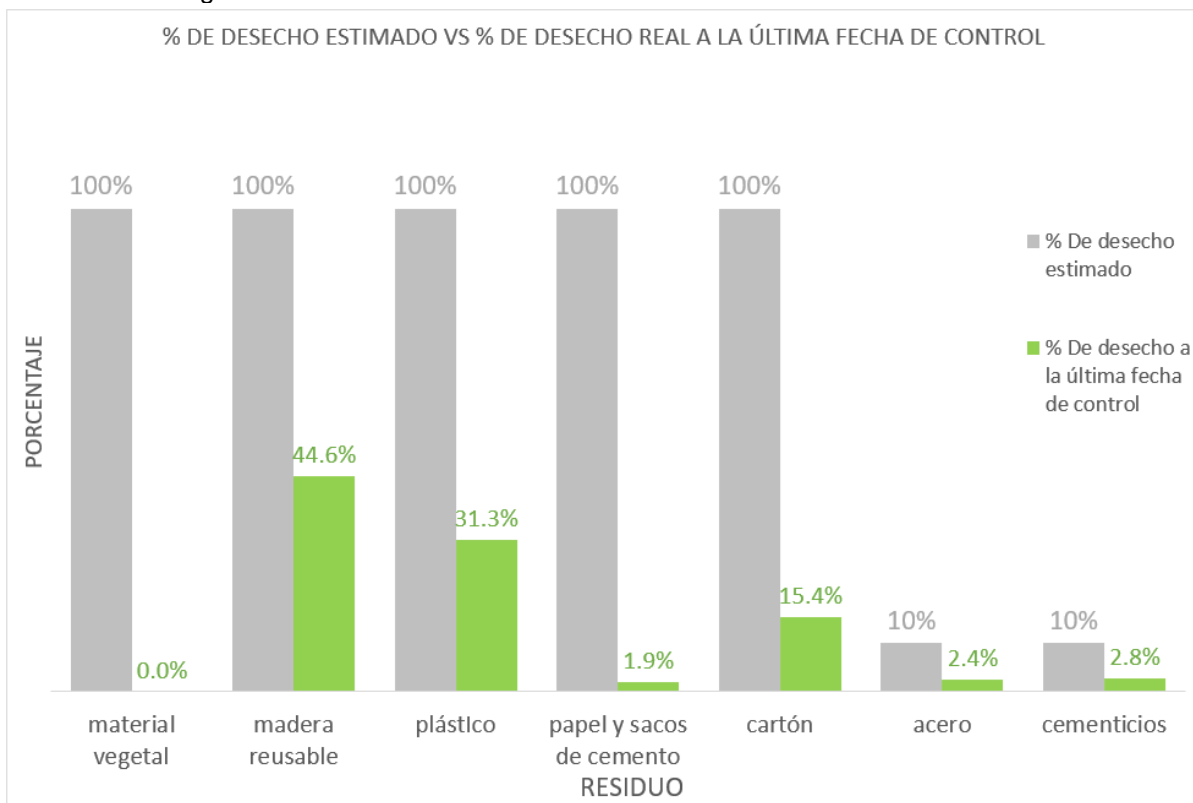


Figura 117. Porcentaje de desecho estimado y porcentaje de desecho real.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos en Cuadro 8.

A pesar de que en el Cuadro 7 se muestra que la última fecha de control corresponde al día 26 de mayo del 2020, la fecha en la que se realizó la última visita al proyecto Fitosanitario corresponde al martes 2 de junio del 2020. Sin embargo, no se muestra en el cuadro, ya que en esta fecha no se contaba con ningún registro de volumen de salida de residuos del proyecto. A continuación, se muestra el centro de acopio de madera en la última fecha de control, este se encuentra con menor volumen por lo que se debe evaluar el hecho de que cierto volumen haya salido del proyecto sin su debido control.



Figura 118. Centro de acopio de madera en última fecha de control.
Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

Además, los residuos de tubería de PVC siguen sin salir del proyecto tal y como se muestra en la Figura 119, la cantidad en el centro de acopio no varía significativamente con respecto al registro de visitas anteriores.

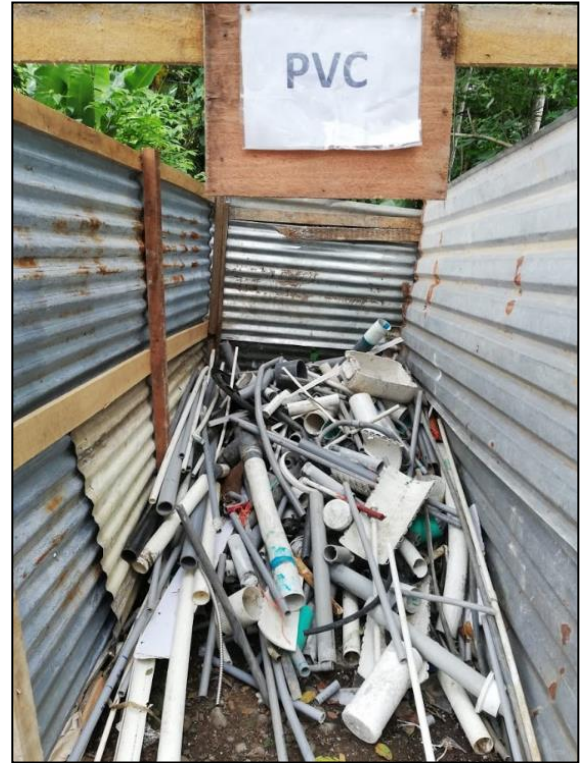


Figura 119. Centro de acopio de tuberías PVC en la última fecha de control.

Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

De igual manera, los residuos de durock cerámica y porcelanato no han salido del proyecto, ya que estos serán donados al personal que lo solicite. A la última fecha de control, los residuos mencionados anteriormente se observan en las siguientes figuras:



Figura 120. Centro de acopio de residuos de cerámica y porcelanato en la última fecha de control.
Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres



Figura 121. Centro de acopio de residuos de durock en la última fecha de control.
Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

En cuanto a los residuos de recipientes y diluyentes de pintura, la empresa cuenta con un convenio con la empresa SUR y estos se encargan de la recolección de dichos recipientes. Sin embargo, aún se encuentra a la espera para que estos sean recolectados por SUR. A continuación, se muestran los recipientes que serán recolectados:



Figura 122. Recipientes con pintura tratados por la SUR.
Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres



Figura 123. Recipientes con pintura tratados por la SUR.
Elaboración propia en visita a proyecto en Siquirres

Adicionalmente, uno de los residuos que no se contempló en presupuesto corresponde al estereofón. En la Figura 124, se muestra el almacenamiento de este.



Figura 124. Residuo de estereofón en proyecto.

En otra consideración, para el proyecto “Bodegas-Parque La Libertad”, la herramienta de control de volumen de residuos no se logró implementar de la misma manera, ya que no se cuenta con los datos estimados en el presupuesto. Por lo que el registro obtenido no permite determinar si hay

exceso en gastos con respecto al presupuesto. Sin embargo, el control se realiza para darle seguimiento a la disposición de los residuos. En el Cuadro 9, se muestra que, a la fecha de control del proyecto, únicamente se han transportado residuos de basura ordinaria y acero.

CUADRO 9. CONTROL DE VOLUMEN DE SALIDA DE RESIDUOS EN EL PROYECTO BODEGAS-PARQUE LA LIBERTAD.

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	FECHA	RECIBE
R1-4	basura ordinaria	110	kg	19/5/2020	EBI
R4-1	acero	800	kg	20/4/2020	Chatarrera Jesús Castro

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de datos obtenidos

En el Cuadro 10, se muestra un resumen de los criterios de disposición final empleados en el proyecto para los residuos generados. Además, se muestran las oportunidades de mejora para cada

uno de esos residuos con respecto a las condiciones de almacenamiento en sitio y la debida disposición final.

CUADRO 10. RESUMEN DE LOS TIPOS DE RESIDUOS CONTROLADOS EN LOS PROYECTOS PILOTO CON SU RESPECTIVO MODO DE DISPOSICIÓN Y LAS PROPUESTAS DE MEJORA RESPECTIVAS		
Tipo de residuo	Disposición implementada en obra	Mejoras propuestas para su almacenamiento y disposición
Madera para formaleta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilización en obra. ▪ Donación a personas de la zona para uso en cocina de leña. ▪ Cuantificación de ciertos volúmenes de salida de residuos del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Retirar de la madera clavos, alambres y demás elementos para su almacenamiento. ▪ Proteger de la lluvia. ▪ Utilizar las boletas oficiales para el control de volumen de salida del proyecto. ▪ Asegurarse de cuantificar cada vez que los residuos salen del proyecto aun cuando corresponda a donaciones para lograr un control interno de la empresa.

		<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuando no sea posible donar el material, verificar gestores autorizados para su tratamiento.
<p>Acero: -varillas de acero - perfiles estructurales -zinc -aluminio</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilización en obra ▪ Venta a chatarrera y uso de fondos para uso de trabajadores. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proteger de agua. ▪ Evitar el almacenamiento directamente con el suelo. ▪ Optimizar corte de varillas para reducir desperdicios.
Bloques de mampostería	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Envío a gestor autorizado para su demolición ▪ Reutilización en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modular bloques de mampostería para evitar desperdicios. ▪ Utilizar herramientas adecuadas para el corte como cortadoras de disco y no martillos para reducir el desperdicio.
Cerámica y porcelanato	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso en rellenos de contrapiso. ▪ Donación a trabajadores. ▪ Se realizó la modulación. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mantener en lugar limpio. ▪ Cuando no sea posible donar disponer de acuerdo con gestores autorizados.
Durock	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Donación a trabajadores 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modular para evitar desperdicios. ▪ Proteger de agua y suciedad. ▪ Reutilizar en obra. ▪ Verificar gestor autorizado para su disposición final en caso de no donarse.
Plástico PVC	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilización en obra. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar la exposición directamente al sol de los materiales en centro de acopio. ▪ Prohibida su incineración. ▪ Utilizar gestores autorizados para su tratamiento. ▪ Donar a trabajadores.
<p>Basura ordinaria Plástico Papel Cartón</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección municipal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Capacitación al personal sobre adecuada separación de residuos en obra. ▪ Utilizar gestores autorizados para su recolección y cuantificar el volumen de residuo generado. ▪ Proteger los residuos de agua y suciedad para que estos puedan ser reciclados por el gestor autorizado.

Capa vegetal	<ul style="list-style-type: none"> ▪ No se cuenta con registro sobre disposición de este residuo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Evitar contaminar esa capa de suelo con otros materiales. ▪ Cubrir con material impermeable. ▪ Reutilizar en obra para labores de revegetación de zonas verdes, mejoras en el paisaje, estabilización y revegetación de taludes u otros.
Sacos de cemento	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilización en obra en las previstas de sistemas eléctricos, curado de concreto y relleno de celdas de bloques de mampostería. ▪ Recolección municipal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reutilización en la limpieza de herramientas ▪ Almacenar de manera que se mantenga seco y limpio. ▪ Verificar recolección con gestores como INTACO o SUR.
Estereofón	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Recolección municipal 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Solicitar a fabricante no enviar empaques con estereofón cuando sea posible. ▪ Mantener en buen estado. ▪ Verificar gestores autorizados para su disposición final.

Fuente: Elaboración propia a partir de información recopilada en campo y referencias bibliográficas

Consumo de recursos

No fue posible determinar el consumo real de agua y electricidad de los proyectos debido a la falta de registro en las lecturas de los medidores, así como

del registro de pagos realizados por la empresa. El consumo de agua obtenido para el proyecto Fitosanitario se muestra a continuación:

CUADRO 11. CONSUMO DE AGUA EN PROYECTO FITOSANITARIO

REGISTRO CONSUMO DE AGUA				
PROYECTO FITOSANITARIO REGIÓN HUETAR CARIBE				
MES	AÑO	LECTURA INICIAL (m3)	LECTURA FINAL (m3)	CONSUMO (m3)
Marzo y Abril	2020	336.38	481.92	145.54
Mayo	2020	481.92	545.82	63.9
Junio	2020	545.82	557.86	12.04

Fuente: Elaboración propia en Excel

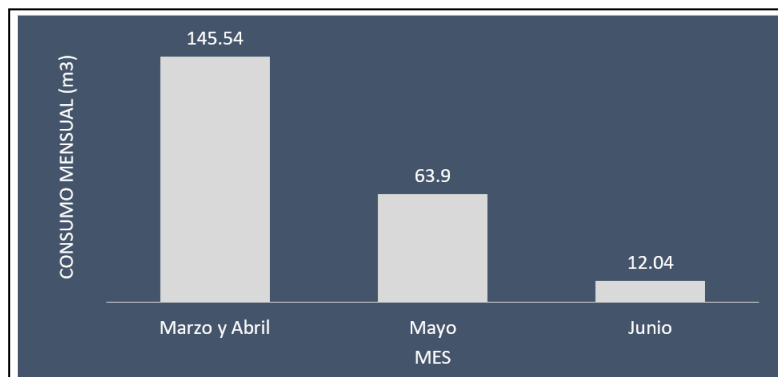


Figura 125. Consumo obtenido de agua en proyecto Fitosanitario.

Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de los datos del Cuadro 11.

Mientras que el consumo de agua para el proyecto Bodegas-Parque La Libertad se detalla en el siguiente Cuadro:

CUADRO 12. CONSUMO DE AGUA EN PROYECTO BODEGAS-PARQUE LA LIBERTAD

REGISTRO CONSUMO DE AGUA				
Proyecto Bodegas Ministerio de Cultura y Juventud - Parque La Libertad				
MES	AÑO	LECTURA INICIAL (m3)	LECTURA FINAL (m3)	CONSUMO (m3)
Mayo	2020	270	356	86

Fuente: Elaboración propia en Excel

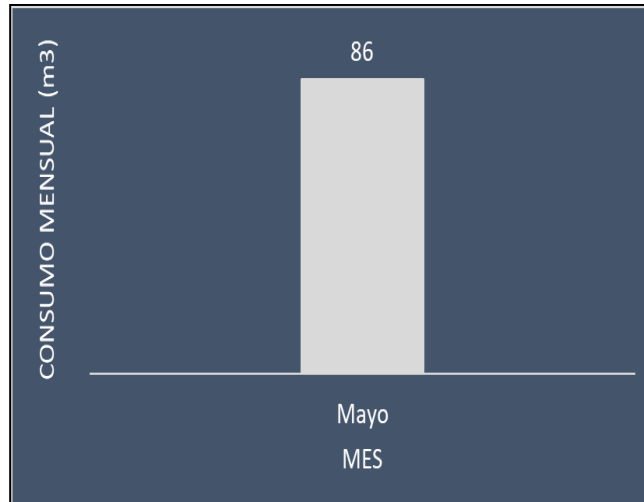


Figura 126. Consumo obtenido de agua en proyecto Bodegas-Parque La Libertad.
Fuente: Elaboración propia en Excel a partir de los datos el Cuadro 12.

En cuanto a la toma de datos del consumo de electricidad, esta se vio afectada en el proyecto Fitosanitario ya que el proyecto cambió de medidor, lo que provocó pérdida de datos representativos y, por ende, resultados que no representan el gasto real en la obra. Y, en el caso

del consumo eléctrico en Bodegas-Parque La Libertad, este no se logró determinar debido a que el proyecto utilizaba uno de los medidores del Parque y no se contaba con el consumo reportado por el Parque.

Análisis de los resultados

PROPUESTA

La revisión de los Planes de Gestión Ambiental previamente utilizados por la empresa reflejan la implementación de buenas prácticas de sostenibilidad específicas para cada proyecto. Es decir, no representa una propuesta de buenas prácticas de sostenibilidad propia de la empresa, sino que comprenden a los requerimientos específicos de cada proyecto y no a los objetivos de la empresa. Razón por la cual era primordial que la propuesta funcionara para cualquier tipo de proyecto de construcción. El Cuadro 1 muestra las actividades recopiladas de los Planes de Gestión Ambiental. Con el propósito de encontrar las oportunidades de mejora para cada una de las actividades previamente consideradas, se procedió a revisar la normativa vigente, tal y como se muestra en el Cuadro 2. Y, como complemento a los criterios encontrados en la normativa revisada, se procedió a recopilar información en guías internacionales de buenas prácticas ambientales, cuyo análisis se detalla en el Cuadro 3. Una vez recopilada la información necesaria para definir los criterios de sostenibilidad requeridos para la propuesta, se debían seleccionar las actividades por implementar en dicha propuesta. Lo cual se realizó de acuerdo con los requerimientos de la empresa y el juicio de experto del ingeniero representante. En cuanto a los requerimientos de la empresa, esta debía gestionar que el proceso de las actividades fuera sencillo de comprender para los demás trabajadores, debían incluirse actividades para el control del presupuesto de los proyectos y las actividades debían tener el enfoque en la etapa constructiva. Además, gracias al juicio de experto del ingeniero representante de la empresa, fue posible determinar las actividades en las que se tenía conocimiento que presentaban mayor dificultad en su implementación o, en su defecto,

que no habían sido implementadas anteriormente en sus proyectos. De esta manera, se determinó que el control de consumo de recursos y la generación de residuos no se había realizado en conjunto con el presupuesto de cada proyecto, por lo que, este tipo de control debía implementarse en la propuesta.

Una vez seleccionadas las actividades por implementar, se procedió a complementar cada una con la normativa vigente, las guías de buenas prácticas consultadas y los requerimientos específicos de la empresa. Tal y como se muestra en el Cuadro 4. En donde se observan las medidas complementarias para cada actividad seleccionada. Además, las actividades descartadas de acuerdo con los requerimientos expresados por la empresa corresponden al análisis de las rutas de movilización de la maquinaria y el análisis de los factores del medio a ser susceptibles. Sin embargo, aun cuando el criterio para la actividad de análisis de los factores del medio a ser susceptibles no se plantea de la misma manera, igualmente, se busca establecer actividades para el correcto tratamiento de aguas, control de polvo, preservación de suelo y consumo racional de recursos. Otra de las actividades que debieron ser modificadas en cuanto a los planes previamente utilizados corresponde al control de ruido y calidad del agua. En cuanto al control de ruido, no forma parte como requerimiento de la empresa establecer el monitoreo mensual y realizar mediciones de ruido. Pero esto no quiere decir que no es una actividad por controlar en los procesos constructivos. Al contrario, se establecen medidas prácticas para evitar problemas de ruido en los proyectos. Con respecto a la calidad del agua, no forma parte como requerimiento elaborar pruebas o solicitar informes de calidad de agua a las municipalidades respectivas, pero, de igual manera, se establecen medidas que garanticen un buen uso de este recurso y su preservación.

De esta forma, las actividades que sí forman parte de la propuesta son aquellas que involucran maquinaria y equipo, el control de consumo de recursos, el control de residuos y control de emisiones al aire.

Luego de seleccionar las actividades y establecer las oportunidades de mejora para cada una, fue posible determinar los recursos requeridos para lograr su implementación. En el Cuadro 5, se muestra la comparación entre los recursos utilizados en los planes de gestión ambiental previos y los recursos nuevos planteados para cada actividad. Se puede observar, que, en todas las actividades, los recursos aumentan para la nueva propuesta. Y que, a pesar de no contar con los recursos que miden los niveles de ruido y los parámetros de calidad del agua, se establecen recursos que controlen el cumplimiento de las buenas prácticas y sea posible medir no solo el gasto del recurso hídrico en el proyecto, sino también la electricidad.

Tal y como se muestra en la Figura 6, la propuesta desarrollada para la implementación de procesos constructivos bajo conceptos de sostenibilidad comprende tres etapas basadas en la normativa vigente mostrada en el Cuadro 2, guías de buenas prácticas en construcción sostenible nacionales e internacionales de acuerdo con el Cuadro 3, juicio de experto del ingeniero representante de la empresa, así como los requerimientos establecidos por parte de la compañía. Para lograr que el proceso de implementación respondiera a un proceso sencillo de interpretar, se decidió elaborar la propuesta en forma esquemática. De esta manera, se logra mostrar los pasos requeridos para cada actividad. A continuación, se detallará el contenido en cada etapa establecida.

Etapa 1

Esta etapa se enfoca en las actividades preparativas y de implementación. Es decir, tiene que ver con organizar actividades previas al proyecto y definir los parámetros a implementar en el proceso constructivo. A continuación, se detallan las actividades seleccionadas comprendidas en esta etapa.

Uso de Recursos

La primera actividad corresponde a organizar el uso de maquinaria y equipo, combustibles, agua y la electricidad por emplear en el proyecto. Considerar la maquinaria y el equipo en la propuesta resulta imprescindible, ya que, en la mayoría de los proyectos de construcción, se hace uso de maquinaria pesada y equipo mecánico. Y no se puede olvidar que estos tienen un impacto ambiental asociado a su uso, tal como lo son la generación de ruido, generación de polvo, emisiones al aire, generación de residuos y contaminación del suelo a causa de derrames de combustibles (Astorga, 2007). Por lo que, es necesario establecer las medidas que permitan mitigar y prevenir dichos impactos. De esta manera, como primer punto, se debe identificar la cantidad y el tipo de maquinaria y equipo requerida a lo largo del proceso constructivo; y, en caso de contar con ella, se debe verificar que se cuente con los permisos de circulación y los requisitos de vida útil y mantenimiento. Esto es importante, ya que se garantiza que la maquinaria y el equipo a utilizar no represente una fuente de contaminación de emisiones al aire por falta de mantenimiento o contaminación al suelo a causa de fugas de sustancias como aceites, lubricantes o combustibles. Lo anterior va de la mano en controlar que el personal encargado de su operación y uso se encuentre calificado para garantizar su manejo correcto.

Debido a que cierta maquinaria y equipo requieren consumo de combustible para su funcionamiento, se establece una serie de parámetros a seguir en relación con el uso de este recurso. Para lo cual, es importante planificar capacitaciones sobre el manejo racional de este recurso, el correcto almacenamiento y tener un protocolo en caso de derrame de esta sustancia o cualquier sustancia peligrosa o inflamable en el proyecto. Esto debido a que el combustible puede resultar un gran contaminante para el suelo o agua. De acuerdo con Serrano *et al* (como se mencionó en Velásquez, s.f.), este derivado de hidrocarburo, al derramarse en el suelo, puede ser transportado hasta aguas subterráneas o por escorrentía y su contacto con el suelo provoca deterioro de la estructura del suelo, pérdida de materia orgánica y pérdida de sus nutrientes minerales. Con lo cual, se genera pérdida de la fertilidad del suelo y posibles consecuencias para el hombre y el ambiente. En el caso de los efectos al agua, cuando se presenta un derrame, de

acuerdo con Jiménez (como se mencionó en Velásquez, s.f.), afecta las condiciones fisicoquímicas del agua al provocar una disminución del oxígeno, bloquea la penetración de luz y el intercambio de gases, y afecta tanto la fauna y la flora presente en el cuerpo de agua. A pesar de que cada situación de derrame de derivados de hidrocarburos tiene sus propias características e implicaciones, es importante asegurar que, en caso de derrame de combustible u otra sustancia peligrosa o inflamable en el proyecto, los trabajadores logren acatar medidas básicas que permitan mitigar sus consecuencias. Por esta razón, se establece que, de acuerdo con el protocolo ante esta situación, se debe delimitar la superficie derramada para evitar su esparcimiento, recolectar la superficie contaminada y depositarla en un recipiente adecuado y debidamente rotulado, y debe ser almacenado en la bodega de peligrosos e inflamables hasta su correcta disposición con los gestores autorizados de recibir este tipo de residuo.

Otro de los requerimientos es establecer en el proyecto una zona destinada al estacionamiento de maquinaria y equipo, una zona de lavado que garantice que el suelo no será contaminado, por lo que es preferible que esta sea pavimentada, ya que se debe evitar el contacto directo con el suelo a la hora del lavado de maquinaria. Sin olvidar el centro de acopio para combustibles que debe seguir los lineamientos de almacenamiento de sustancias peligrosas e inflamables, el cuál será detallado más adelante en el apartado de residuos.

El siguiente recurso corresponde al agua. Controlar el uso y tratamiento del agua en los procesos constructivos es importante ya que, según una investigación de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo de Perú, el sector de la construcción es responsable del 16% del consumo mundial del agua. El consumo del agua en la construcción no solo está relacionado a los procesos constructivos, sino también al gasto que supone la producción de los materiales que en ellas se utiliza. Razón por la cual, de acuerdo con Alavedra, la industria de la construcción sostenible debe consumir la menor cantidad de agua y energía posible (como se menciona en Esquivel, R., 2018).

De esta manera, la Etapa 1 busca garantizar el adecuado tratamiento del agua requerida en las construcciones. Para lo cual se establecen las

medidas del Código de Buenas Prácticas de SETENA, el cual, establece sistemas aceptados para en tratamiento de las aguas residuales tales como el uso de alcantarillado sanitario, plantas de tratamiento y tanques sépticos. En este apartado también se incluye la incorporación del uso de agua de lluvia para actividades como lavado de herramientas, riego de superficie u otras. Esto para disminuir el consumo de agua en el proyecto. Como complemento al adecuado tratamiento de agua, se debe garantizar que las redes de tratamiento no se vean expuestas a contaminantes sólidos o líquidos a causa de materiales granulares de excavación, relleno, la construcción como tal, lubricantes, aceites o lodos. Además, de acuerdo con el Código de Buenas Prácticas, para evitar la erosión a causa de las aguas pluviales, estas deberían ser colectadas y llevadas hasta un cuerpo de agua receptor.

El último recurso por considerar corresponde a la electricidad, para el cual se siguen los lineamientos del Código de Buenas Prácticas. En él, se busca promover la incorporación del uso de fuentes de energía renovable y evitar el uso de fuentes de energía como baterías ácidas y plantas térmicas que funcionen con carbón o dieses. Finalmente, tanto para el recurso del agua como para la electricidad, es importante capacitar al personal de trabajo sobre prácticas que promuevan el uso racional de estos recursos.

El diagrama correspondiente al apartado de uso de recursos se muestra en la Figura 7.

Construcción

La segunda actividad de la Etapa 1 corresponde a la planificación de las actividades propiamente relacionadas con la construcción de la obra. Primeramente, se toma en consideración la actividad de concreto tanto reforzado como premezclado. En cuanto al concreto reforzado se debe realizar la modulación de las varillas de acero requeridas, con el propósito no solamente de optimizar el presupuesto, pero también para disminuir los posibles residuos generados. Por otro lado, en cuando al concreto premezclado, se debe establecer una zona de lavado de maquinaria que cuente con las características previamente establecidas en el apartado de maquinaria y equipo. Ambas actividades deben cuantificar la cantidad necesaria de dosificación de

concreto ya sea reforzado o premezclado, así como las varillas de acero requeridas (para el caso del concreto reforzado) en la hoja de registro de volumen de residuos. Esta corresponde a la herramienta digital desarrollada en el programa Microsoft Excel con el objetivo de realizar el seguimiento de los residuos generados en el proyecto y el control de estos de acuerdo con las cantidades estimadas en el presupuesto. Lo cual permite determinar aumentos en el presupuesto en relación con los residuos generados.

Para las estructuras de mampostería, debe realizarse la modulación de los bloques de acuerdo con los tamaños y tipos disponibles, así como de las varillas de acero. De igual manera, estos deben cuantificarse en la hoja de registro de volumen de residuos. En cuanto a la formaleta requerida, debe analizarse la posibilidad de utilizar sistemas alternativos a la madera convencional y, de no ser posible, debe modularse la madera y optimizar su uso. La formaleta requerida debe cuantificarse en la hoja de registro de volumen de residuos. Finalmente, para la actividad de acabados, en primera instancia, debe analizarse la posibilidad de utilizar materiales amigables con el ambiente, que sean biodegradables, que no tengan sustancias tóxicas para el ser humano y, cuando sea posible, que sus proveedores se encuentren cerca del proyecto para reducir emisiones de efecto invernadero a causa de los transportes de material. Es importante analizar los materiales a utilizar, ya que, tal y como menciona Sequeira, R. (s.f.), como parte de la construcción sostenible, se busca que este sector no sea un generador de materiales contaminantes por lo que se debe evaluar la huella ecológica de los materiales. El análisis de los materiales a utilizar es importante, ya que una elección de materiales que perduren durante la vida útil de la obra provoca que no se genere mayor consumo de recursos. A diferencia de elegir materiales que deban reponerse con mayor frecuencia (Campos, I., s.f.).

Luego de analizar la posibilidad de emplear materiales con características sostenibles, se deben modular los materiales de acuerdo con las características del mercado y cuantificarse en la hoja de registro de volumen de residuos

La modulación se refiere a la práctica de considerar las dimensiones de los elementos constructivos de manera que se adapten de la mejor forma a los espacios, sin generar desperdicios. De acuerdo con Rivera, A. (s.f.), para

contribuir con el ambiente desde los procesos constructivos, se debe comenzar por las compras responsables por lo que hacer un presupuesto y un cálculo de obra detallado, sin exagerar los márgenes de desperdicio e inspeccionar la calidad de los procesos constructivos para asegurar su eficiencia, contribuye a la sostenibilidad del proyecto. Por lo que considerar la modulación en el proceso constructivo no solo optimiza el presupuesto, sino que reduce los desperdicios. Cabe destacar que la actividad de modulación de los materiales mencionados anteriormente no se había implementado en los planes de gestión revisados.

En el proyecto piloto ubicado en Siquirres, se utilizaron sistemas de formaleta en las estructuras que lo permitía para disminuir el uso de formaleta de madera. Sin embargo, más adelante se explicará el aumento en la generación de formaleta de madera que presentó el proyecto. Además, se realizó la modulación de acuerdo con las piezas de porcelanato para piso y el enchape de cerámica de las paredes. Sin embargo, esta no fue realizada previo al inicio del proyecto, sino que se realizó con un porcentaje de avance de la obra de aproximadamente un 40 %. La razón de realizar la modulación se debió a una solicitud del cliente, ya que este buscaba un acabado estético que, al mismo tiempo, lograra optimizar su uso y disminuir cortes innecesarios en las piezas. Sin embargo, debido a que el diseño del proyecto no se realizó de acuerdo con las dimensiones reales de los acabados a utilizar, no era posible evitar el corte de piezas al 100 %; sin embargo, el dibujante de la empresa se encargó de optimizar la colocación de las piezas al buscar la menor cantidad de cortes posible.

Residuos

Esta actividad se enfoca en establecer el plan de reutilización de materiales en el proyecto. Primeramente, se establece planificar cronogramas de capacitación para el equipo de trabajo sobre el adecuado manejo de residuos. Para esto, se establece una clasificación de los tipos de residuos generados a lo largo del proyecto. Esto con el propósito de establecer un centro de acopio destinado a cada residuo y, de esta manera, mantener el orden y simplificar a los trabajadores, ubicar el material que necesitan en los procesos constructivos. Como parte de la

clasificación de residuos, es imprescindible establecer un centro de acopio para aquellos residuos peligrosos e inflamables a utilizar en el proyecto, por lo que, de acuerdo con la Ley Residuos Peligrosos Decreto Ejecutivo 37788, se establece que este espacio debe contar con un encargado autorizado para gestionar estos materiales, se debe acondicionar el centro de acopio separado de los demás, se debe tener una superficie impermeabilizante en caso de derrame, la zona debe contar con ventilación, se debe verificar si el fabricante recibe dichos residuos para su tratamiento y, en el caso contrario, determinar gestores autorizados para recibirlos. Además, se debe controlar su uso y compra en el proyecto.

La implementación del plan de reutilización de materiales en el proyecto establece que todo residuo debe separarse en valorizable y no valorizable para lograr que los residuos valorizables logren incorporarse de nuevo en los procesos constructivos posibles y, de esta manera, reducir los desperdicios al no utilizar material nuevo a menos que el material disponible no cuente con los requisitos necesarios para su reutilización, tales como tamaño, condición o cantidad. De esta manera, los residuos valorizables son depositados en el centro de acopio correspondiente para que los demás trabajadores puedan hacer uso de estos. Y, por otro lado, los residuos no valorizables, serán dispuestos en el centro de acopio correspondiente para ser desechados con los gestores autorizados de acuerdo con la Ley de Gestión Integral de Residuos 88339.

El diagrama correspondiente al apartado de Construcción y Residuos corresponde al mostrado en la Figura 9.

Con respecto al manejo de residuos en los proyectos, en las visitas realizadas al proyecto ubicado en Siquirres, Limón, fue posible conocer la manera en la que se implementa el Plan de Reutilización de materiales en el proyecto. En este, los trabajadores no recibieron capacitaciones en el tema de residuos ni cuentan con supervisión en campo sobre este aspecto, sino que implementan prácticas aprendidas en proyectos previos. Es decir, se encargan de separar el residuo en el que puede ser reutilizado y en el que debe desecharse. Además, están conscientes que, antes de utilizar material nuevo de la bodega, deben recurrir a los centros de acopio y verificar si hay material disponible para la actividad que

requieren. Sin embargo, a pesar de que el maestro de obras afirmara que con los conocimientos de proyectos anteriores era suficiente para que los trabajadores realizaran una correcta clasificación de los residuos, los centros de acopio no siempre se encontraban en las mejores condiciones y, en varias ocasiones, se debía solicitar el orden nuevamente. A pesar de que el centro de acopio fue modificado para mejorar el almacenamiento y el método de clasificación de los residuos, el maestro de obras asignó un encargado del proyecto para que realizara las labores de separación de residuos en caso de que se repitiera la incorrecta clasificación. Además, afirmó que no es práctico utilizar espacios destinados a la basura convencional de tipo papel, cartón y plástico, ya que es difícil que los trabajadores depositen los residuos donde corresponde y prefiere que el encargado asignado previamente los separe.

En el proyecto de “Bodegas-Parque La Libertad”, los trabajadores tampoco recibieron capacitaciones en el tema, por lo que, en ocasiones, se presentaron los mismos problemas en la incorrecta manera de separar los residuos generados. Tal es el caso de combinar los residuos de tubería PVC y los residuos de plástico ordinario.

Esta situación evidencia que, al no recibir capacitaciones sobre el manejo de residuos, no es factible que se implemente en obra. Y que, de esta manera, sea necesario designar a un trabajador a que se encargue constantemente de asegurarse de separar los residuos de manera correcta.

Además, en ninguno de los proyectos, se contaba con un centro de acopio para las sustancias peligrosas e inflamables, sino que estos se almacenaban en la bodega con los demás materiales. Por lo que, no solo representa un peligro para los trabajadores, sino que se incrementa el riesgo de derrame y contaminación del suelo y del agua.

Control de saneamiento y salubridad

Esta sección corresponde a la última de la Etapa 1 y consiste en planificar el control del polvo y las emisiones al aire en cuanto a gases y ruido. De acuerdo con el Cuadro 1, se puede observar que previamente la empresa había implementado la

medición de los niveles de ruido y calidad del aire de acuerdo con los límites establecidos en el Decreto 3221-S del artículo 5 y el Decreto 28718-S. Sin embargo, en el Cuadro 4, se muestra que esta actividad no se encontraba entre los requerimientos de la empresa al no contar con el equipo y el presupuesto para realizar este tipo de mediciones en todos los proyectos. Por lo que esta acción no se contempla. Sin embargo, no se puede descartar la importancia de controlar las emisiones al aire y los niveles de ruido que provocan los procesos constructivos. De esta manera, se establecen medidas a utilizar en estos procesos de manera práctica.

El control del polvo se refiere a establecer protocolos para humedecer la superficie previo al movimiento de tierras, establecer una velocidad máxima de 30km/h a vehículos que circulen por el área, cubrir las vagonetas que transportan material y utilizar barreras de viento en el proyecto. Para controlar las emisiones de ruido, se debe ubicar la maquinaria y el equipo lejos de oficinas, se deben separar de elementos que puedan transmitir vibraciones y establecer horarios permitidos para el uso de la maquinaria y equipo.

El diagrama correspondiente al apartado de Control de saneamiento y salubridad se muestra en la Figura 11.

Etapa 2

Corresponde a la implementación y el seguimiento en obra en las actividades establecidas en la Etapa 1. Es decir, muestra el procedimiento a seguir en el proyecto para comprobar que los procesos constructivos se realicen bajo los parámetros establecidos en la propuesta. Para esto, se desarrolló la lista de verificación-Etapa 2, la cual representa la herramienta que permite verificar, en campo, de manera eficiente el manejo de maquinaria, el equipo y combustibles, controlar el consumo y uso del agua y electricidad, controlar los centros de acopio, el volumen de residuos generados, los niveles de polvo y las emisiones al aire. Además, en el diagrama de esta etapa, se indican las medidas correctivas para cada actividad a tomar en caso de incumplimiento de las actividades establecidas en la Etapa 1.

Como primer punto, en cuanto al manejo de la maquinaria, equipo y combustibles, ninguno de los proyectos registra consumos de combustible, ya que el combustible de la maquinaria utilizada se

encontraba a cargo del encargado del alquiler de maquinaria, por lo que tampoco se contaba con combustible en el sitio. No se registraron derrames de combustible o sustancias como aceites o lubricantes en las visitas realizadas. Sin embargo, la capacitación en cuanto al protocolo de derrame no se debe dejar a un lado, ya que si no se verifica que los trabajadores estén conscientes de las acciones que se deben realizar en ese tipo de situación, no se puede garantizar que no generaría contaminación en el suelo o en fuentes de agua. Por lo que es importante brindar la capacitación al equipo de trabajo.

En el caso del proyecto Fitosanitario, el registro de consumo de recursos estaba a cargo del bodeguero del proyecto, el cual registraba por fotografía las lecturas de los medidores una vez al mes. Sin embargo, no se contaba con el costo estimado en el presupuesto para el consumo de agua y electricidad hasta finales de mayo. Por lo que, a pesar de registrar el consumo, no se podía determinar los incrementos con respecto al presupuesto en tiempo real, sino que se logró controlar hasta la última fecha de visita. Sin embargo, no fue posible determinar con certeza el gasto de electricidad debido a la falta de registro de consumo. Para el proyecto "Bodegas-Parque La Libertad", a la última fecha de control, no se tenía el estimado el consumo de agua y electricidad. Con lo cual se obtenía un historial de consumo, pero no era posible determinar el cumplimiento con el presupuesto.

En cuanto al manejo de residuos, a pesar de que el proyecto Fitosanitario contara con boletas oficiales de la empresa para la salida de materiales, se presentaron algunos problemas en la cuantificación de residuos. El residuo con mayor problema corresponde a la madera, ya que este era donado a los mismos trabajadores o a personas de la zona. Por lo que no se realizaba una cuantificación oficial del residuo que salía del proyecto en todas las ocasiones que este material fue donado. Además, en una de las ocasiones, se debió estimar el volumen de salida de formaleta por diferencia del volumen del centro de acopio, por lo que dicha medición tiene asociado un porcentaje de error y resulta ser una cantidad estimada y no real. Por lo que, incluso con los pocos registros de salida de madera y el error asociado a una de las mediciones, este residuo podría significar un volumen mayor que el obtenido en campo.

Por otro lado, para el proyecto de “Bodegas-Parque La Libertad”, se realizó una boleta oficial para controlar la cantidad de residuo que sale del proyecto; la que permite obtener resultados verídicos y precisos sobre el volumen de salida. Además, en este proyecto, se contaba con una pesa romana para cuantificar los residuos generados. Sin embargo, esta pesa no resultaba útil para volúmenes grandes, por lo que se debió solicitar a los gestores que brindaran los valores de residuos que recibían.

En ambos proyectos, se presentaron problemas en los centros de acopio, ya que los trabajadores no recibían las capacitaciones pertinentes y, en varias ocasiones, se debía modificar la manera de clasificación. Por lo que se determina que la capacitación en este tema es imprescindible para lograr el orden y limpieza en el proyecto.

El control del polvo determinó que en el proyecto Fitosanitario en las actividades de compactación y relleno se humedecía la superficie. Además, la maquinaria transitaba a la velocidad adecuada. En ambos proyectos, se hizo uso de agua de lluvia para evitar la generación de polvo en actividades de movimiento de tierra y demolición. Sin embargo, en “Bodegas-Parque La Libertad”, se presentaron problemas en el traslado de material en vagonetas, ya que, en uno de los viajes no se procedió a cubrir la vagoneta. Por lo que se realizaron las observaciones pertinentes para evitar este problema de nuevo. Cabe destacar que el control de polvo fue una actividad exigida por parte del Ministerio de Cultura y Juventud, ya que justo a un costado del proyecto se localiza una comunidad, por lo que no deseaban tener conflictos con esta a causa de ese factor.

Herramienta de control del volumen de residuos

La Herramienta de Control de Volumen de Residuos permite registrar el volumen de salida de residuos del proyecto y comparar dichas cantidades con las cantidades estimadas en el presupuesto del proyecto. De esta manera, logra identificar el aumento de costo y cantidad para establecer las medidas correctivas ante dicho incremento. De acuerdo con los residuos estimados en el presupuesto detallado en el

Cuadro 6, se agruparon aquellas actividades que generaban el mismo tipo de residuo para realizar una comparación representativa, ya que, por ejemplo, en campo, los residuos de acero no se diferencian entre la cantidad de varillas de acero o la cantidad de perfiles estructurales; sino que dicho volumen de residuo se cuantificó en conjunto; por lo que se requería realizar el mismo ajuste para aquellos residuos con la misma situación. Tal es el caso del papel, cartón y plástico ordinario, ya que estos residuos se presentan por las actividades de campamento y por las del proceso constructivo, pero que, al igual que el acero, estos residuos, cuando son almacenados para su salida, no se diferencia entre aquellos provenientes del campamento y los provenientes de procesos constructivos. En esta agrupación realizada, cabe resaltar que los residuos de bolsas de cemento se tomaron en cuenta dentro de la clasificación de papel, ya que de esa manera lo tomaban en cuenta en campo. La misma agrupación se realizó con los residuos de cobertura forestal y los de corta de árboles por un tema de la cuantificación realizada previa a la implementación de la propuesta.

El uso de la herramienta de control de volumen de residuos mostrada en el Cuadro 7 permite observar que, en cuanto al material vegetal, no se cuenta con ninguna medición de control y esto se debe a que esta actividad fue realizada previo a la implementación de la propuesta y no se realizó el debido control de material de salida; por lo que no se cuenta con la información real de cantidad y disposición final de este residuo. La única información con la que se cuenta sobre la disposición es que este fue entregado al MAG; sin embargo, al tratarse de suelo orgánico, deben acatarse las medidas establecidas por SETENA por lo que, en cuanto a las condiciones de almacenamiento, se debe evitar su contaminación con otros tipos de materiales y los montículos de apilamiento se deben cubrir con material impermeable. Además, se debe buscar su reutilización en obra, ya sea para revegetación o mejoras paisajísticas y, cuando no sea posible su reutilización, el sitio para su disposición debe estar autorizado por la municipalidad respectiva.

Los residuos de plástico ordinario, papel y cartón corresponden a residuos provenientes del campamento, de actividades administrativas de la oficina temporal del proyecto y a causa del empaque de los materiales de construcción. Como

se observa en la herramienta, en ninguna de las fechas de control se excedió la cantidad presupuestada. Es importante mencionar que las bolsas de cemento en el presupuesto tienen asociado un porcentaje de desperdicio del 100 % pero que, en realidad, este residuo es reutilizado en los procesos constructivos en labores de curado de concreto y protección de previstas de sistemas eléctricos, por lo que el volumen de salida del proyecto es menor. El motivo por el cual este residuo no se cuantifica por separado en la herramienta de control se debe a que este era recolectado por el camión municipal con los residuos de papel. Razón por la cual se establecen las recomendaciones del Cuadro 11 sobre establecer convenios con INTACO o SUR para su tratamiento.

Al analizar los registros de basura convencional, se nota que, a partir del segundo mes realizadas las visitas al proyecto, la cantidad estimada incrementó. La mayoría de este tipo de residuo proviene de actividades de comedor y campamento por lo que se debe garantizar una correcta disposición de estos para evitar cualquier aporte en las redes de alcantarillado y la disposición directamente en el suelo.

Uno de los residuos que no fueron tomados en consideración en la herramienta y que parece inusual considerar en un proyecto de construcción, corresponde a los residuos orgánicos. A pesar de que estos no se generan estrictamente por procesos constructivos, pueden representar un gran papel en proyectos donde se cuenta con campamento en sitio para los trabajadores, como el caso del proyecto Fitosanitario. El motivo por el cual no fueron considerados en la herramienta se debe a que no presentaron problemas en su disposición, algunos de ellos se regalaban como alimento para los animales de mascota de los trabajadores de la zona y para los animales localizados en la casa de propiedad del MAG ubicada dentro del sitio de trabajo del proyecto, en la cual se alimentaban pollos.

En cuanto al acero, se muestra que este residuo fue transportado fuera del proyecto hasta el tercer mes de realizar las visitas y que, aun así, no representaba un incremento de acuerdo con la cantidad estimada. Como se observa, tiene asociada una cantidad estimada de desecho de 5.62 ton y, a la última fecha de control, se tenía una cantidad real acumulada de 1.36 ton. La razón por la que este residuo se transporta fuera del proyecto hasta esa fecha se debe a que es un

material que puede ser fácilmente reutilizado en obra, por lo que se mantuvo hasta que representara un volumen que no podía ser incorporado de nuevo a los procesos constructivos. Sin embargo, se debe tomar en cuenta la susceptibilidad del acero a la corrosión por lo que tampoco se debe almacenar por mucho tiempo y, además, no se debe almacenar directamente en el suelo y se debe proteger del agua y de la humedad. Cabe destacar que, al ser otro de los residuos que fueron agrupados, contempla acero generado para las actividades de acabados y, a la fecha de salida de residuos, no se habían realizado todas las actividades generadoras de acero. Por esa razón, no significa que no se hayan generado residuos luego de su transporte. Otro inconveniente al agrupar este residuo es que no cuenta con un seguimiento de cuál actividad generó más residuos, si correspondía a varillas de acero, perfiles estructurales u otros.

Los residuos generados por el uso de concreto premezclado, la arena, piedra y bloques de mampostería, tampoco representan un incremento en las fechas de control. Incluso, únicamente cuenta con dos fechas de registro de salida por una suma de 15 ton mientras que el presupuesto indicaba un total de 69 ton. Estos residuos fueron utilizados en su mayor parte en las actividades de relleno del proyecto. Además, en lo que respecta a los bloques de mampostería y los residuos de concreto, fueron enviados a un tajo cercano al proyecto para el proceso de demolición y gran parte de estos regresaron al proyecto para ser utilizados en actividades de relleno. Además, de acuerdo con el cronograma, a la última fecha de control, las estructuras de mampostería del edificio principal se encontraban al 100 %, únicamente la actividad que requería de bloques de mampostería corresponde a la construcción de una caseta de guarda, por lo que no implica una generación de residuos de mampostería mayor que la que se obtuvo de la obra gris principal del proyecto. Por lo que se puede afirmar que, a partir de este punto, se espera que este residuo sea menor.

En cuanto a la formaleta de madera, se observa que en la primera fecha de control no tiene asignada una cantidad y esto se debe a que este material era altamente reutilizado en obra, por lo que no era requerido transportarlo fuera del proyecto, sino que continuaba siendo útil. Sin embargo, en la tercera fecha de control, se incrementó la cantidad estimada. Entre las

razones del aumento, se puede mencionar que, a causa del diseño arquitectónico del edificio, se debió hacer uso de formaleta de madera para lograr la geometría arquitectónica deseada, tal y como se mostró en la Figura 55. Además, debido a que la construcción era principalmente con bloques de mampostería, los sistemas de formaleta prefabricados no podían utilizarse en todas las estructuras. Sumado a esto, gran parte de la madera fue utilizada como sistemas de apuntalamiento para las vigas. Algunas de estas zonas se debían a que no se podía utilizar puntales de metal, pero, en otras zonas, fue posteriormente reemplazada por sistemas de puntales de metal. Sin embargo, si estos últimos se hubieran utilizado desde el inicio, el uso de formaleta pudo disminuir; aun cuando se detectó el incremento en el volumen de residuos. Es importante considerar que, al ser un material que fue en su totalidad donado a las personas de la zona, no se cuenta con la totalidad de los registros de cantidad de volumen de salida, por lo que, en realidad, el volumen fue mayor al obtenido.

Por último, los residuos que no contienen una cantidad de medición asignada en las fechas, tal como el plástico PVC y el cableado eléctrico, se debe a que se mantienen en obra para su debida reutilización, por lo que no se ha requerido transportarlos para su disposición. Con respecto a la ventanería, se debe a que la colocación estuvo a cargo de un subcontrato y el manejo de estos residuos es por parte de dicha empresa. Sin embargo, como control interno, se solicitó al subcontratista un documento que avalara la cantidad de residuos generados en el proyecto, así como la disposición de estos. Para los recipientes de pintura y solventes, se cuenta con un convenio con la empresa SUR, la cual será encargada de recoger y disponer dichos residuos; por lo que estos se encuentran almacenados en el proyecto a la espera de su recolección. Los residuos de porcelanato y de cerámica a causa del enchapado de piso y paredes se encuentran vacíos, ya que, a pesar de haber completado esas tareas a la última fecha de control, serían donados a los trabajadores del proyecto. Además, cierta cantidad fue utilizada en labores de relleno del piso de la bodega ubicada en el parqueo del proyecto. Al igual que sucede con los de cielos y paredes livianas, los cuales se planea regalar a los trabajadores que así lo soliciten. Por otra parte, en cuanto al asfalto, la falta de registro se debe a que

esta actividad no se llevó a cabo en ninguna de las fechas de visita al proyecto.

Luego de utilizar la herramienta de control, se determinó que al día 2 de junio de 2020, luego de tres meses de visitas al proyecto, únicamente la madera para formaleta representó un incremento de acuerdo con la cantidad estimada en el presupuesto, al igual que los residuos de basura convencional. Mientras que los residuos cementicios, de material vegetal, de acero, cartón, plástico y cartón se encuentran por debajo de la cantidad estimada.

En cuanto a la comparación de los costos estimados de la disposición de los residuos en el presupuesto y los costos reales obtenidos, se determina que algunas actividades no representaron el costo estimado previamente. Tal y como se observa en el Cuadro 8, los residuos de capa vegetal, cobertura forestal y corta de árboles no representaron ningún costo para la empresa, ya que la disposición final estuvo a cargo del MAG. Por otra parte, los residuos ordinarios de plástico, papel y cartón a la fecha de corte de control de presupuesto no representaron cargos extras, ya que, incluso, no se alcanzaba la cantidad estimada. Tal y como se observa en el mismo cuadro, el porcentaje en la última fecha de control está por debajo del 50 % para cada una. Es decir, del 100 % de plástico ordinario estimado como residuo, a la fecha, únicamente había sido transportado un 31 %. En cuanto al papel, del 100 % estimado, apenas un 2 % había sido completamente desechado, y el cartón representa un 15 % de cantidad de salida del proyecto de un esperado del 100 % a desechar. Lo anterior se debe a que este tipo de residuos son aprovechados en el proyecto en diferentes tareas. El plástico tiene asociado el mayor porcentaje de salida, debido a que principalmente corresponde a las botellas plásticas de uso cotidiano, por lo que estas no son utilizadas en campo; pero, por ejemplo, el cartón es utilizado para almacenar materiales, para cubrir superficies de porcelanato del piso del proyecto, entre otros. Y, en cuanto al papel, este no es un residuo que se genere a gran escala en el proyecto.

La cantidad estimada de desecho de estos residuos es con base en una estimación sobre el volumen que puede generar una persona a la semana, la cantidad generada por las labores del campamento del proyecto, las labores de la oficina temporal y la cantidad de este tipo de residuos presente en los pedidos de materiales de

construcción. Lo cual puede generar que la estimación no sea exacta y, más bien, sea elevada en comparación con las cantidades reales; sin embargo, aun cuando no haya exactitud en la estimación, se considera el plan para disponer estos residuos.

Como se mencionó anteriormente, la basura convencional sí incrementó la cantidad estimada en un 600 % de acuerdo con el valor estimado, tal y como se muestra en el Cuadro 8. Por lo que, de acuerdo con el costo unitario establecido en el presupuesto, el costo por la disposición de este residuo aumentó de ₡3 510 a ₡24 565. Sin embargo, este aumento es compensado por los bajos costos de disposición del plástico y papel. Por otra parte, en el caso del acero, este representa únicamente un 2.4 % de salida a la última fecha de control del total del 10 % estimado. Sin embargo, no se refleja su costo debido a que, al ser un residuo que se vende al gestor, brinda un tipo de ingreso al proyecto; el cual, como práctica de la empresa, es utilizado como fondo para alguna actividad recreativa de los trabajadores del proyecto. A pesar de ser un residuo que resulta comprado, no se puede olvidar el gasto que supone el traslado de este. Sin embargo, este costo no se ve reflejado en los datos iniciales del presupuesto y tampoco se cuenta con el costo asociado que representó para la empresa los dos viajes de transporte de acero. De igual manera, sucede con los residuos cementicios y áridos, el costo de estos no se muestra en el Cuadro 8 porque estos fueron transportados a un tajo y este, posteriormente, propició material de molido de vuelta al proyecto. Sin embargo, en este caso, tampoco se registró el costo asociado por el transporte de este residuo. Por lo que se determina la importancia de reflejar los costos de traslado de material tanto en el presupuesto como en el control en campo, y utilizarlo como un recurso para el seguimiento de los gastos del proyecto.

El nulo costo de la disposición de la madera de formaleta se debe a que este residuo fue donado a las personas de las zonas que podrían utilizarlo en labores de cocina a la leña; por lo que, para este residuo, no se realizó ningún transporte, sino que las personas interesadas asistían personalmente al proyecto a recogerlo. Sin embargo, como se mencionó, el incremento en cuanto al presupuesto para este residuo corresponde al material extra que tuvo que incorporarse al proyecto.

Los costos reflejados en el Cuadro 8 muestran costos a una cierta fecha de avance del proyecto, por lo que no representan costos finales de la disposición de estos residuos. De esta manera, se puede determinar que, a la última fecha de control, el proyecto no presenta gasto extra por la disposición de residuos.

Con respecto al proyecto “Bodegas-Parque La Libertad”, no es posible realizar el mismo seguimiento, ya que no se cuenta con el presupuesto del proyecto. Por lo que únicamente está el registro de salida de residuos mostrado en el Cuadro 9. En el cual, se observa que los únicos residuos que se han salido del proyecto corresponden a basura ordinaria por un total de 110 kg y acero por un peso de 900 kg. A pesar de que en el proyecto se contaba con una pesa romana para la cuantificación de residuos, para el registro de ambos no se logró utilizar porque el mecanismo de medición no resultaba aplicable a la cantidad y tipo de residuo por transportar; por lo que se debió solicitar al gestor el dato exacto del volumen transportado. Asimismo, no se cuenta con los registros de volumen de los residuos enviados al botadero localizado en el Parque La Libertad, por lo que no se logra determinar la totalidad de residuos destinados al relleno de este botadero autorizado.

Una de las limitantes en la Etapa 2 con respecto al control de residuos en el proyecto Fitosanitario corresponde a que no se contaba con las cantidades estimadas de residuo del presupuesto hasta un porcentaje de avance de la obra de aproximadamente 60 %. Por lo que en las primeras fechas de control no era posible determinar incrementos en volumen de residuos con respecto al presupuesto. Por lo que, en las primeras fechas de control, las mediciones funcionaron como registro, pero para lograr el objetivo planteado por la empresa en determinar incrementos de costo a tiempo, se requiere de las estimaciones del presupuesto al comenzar el control en campo.

Etapa 3

La última etapa de la propuesta se enfoca en la evaluación de los resultados obtenidos a lo largo del proyecto. Se enfoca en identificar los problemas generados para cada una de las actividades establecidas desde la Etapa 1 y, de

esta manera, evitar dichos problemas en los siguientes proyectos de la empresa.

De esta manera, se determina que los problemas asociados a la Etapa 1 de la propuesta corresponden a la falta de capacitación al personal en los temas de protocolo ante derrame de sustancias peligrosas o inflamables, en el manejo de residuos, en medidas para controlar el polvo y no modular materiales para optimizar el presupuesto y reducir los residuos.

En cuanto a la Etapa 2, se debe decir que los problemas asociados se deben a la incorrecta clasificación de los residuos en los centros de acopio de la obra, la falta de cuantificación de los residuos transportados del proyecto, la incorrecta disposición de las aguas del comedor, el incorrecto control de polvo al transportar material sin cubrir la vagoneta, la falta de registros de consumo de recursos de agua y electricidad y el no contar con las estimaciones del presupuesto en cuanto a cantidad de residuos y consumo de agua y electricidad estimados.

De acuerdo con Zolfagharian (2012, como se menciona en Enshassi, A. *et al*, 2014), se debe reforzar el nivel de conocimiento y la conciencia de los participantes en el proyecto, especialmente de los administradores de proyectos, con respecto a los impactos ambientales negativos causados por los procesos de construcción. Lo cual refuerza el hecho de la importancia de dar a conocer la propuesta a los demás participantes de la empresa, ya que, luego de la implementación de la propuesta, se puede concluir que, para evitar las situaciones mencionadas y que la propuesta funcione como un procedimiento estándar para todos los proyectos de construcción de la

empresa, es importante que esta pueda ser transmitida desde los profesionales hacia el personal trabajador de la empresa.

Además, no se debe dejar a un lado el papel importante en realizar capacitaciones tanto a los profesionales en cuanto a la implementación de la propuesta, como al personal trabajador para que se logren cumplir los criterios de sostenibilidad establecidos en los diferentes procesos constructivos. Debido a que los problemas presentados en los proyectos visitados se, principalmente, al desconocimiento de los parámetros que se debían seguir en la etapa constructiva.

A pesar de que la propuesta se desarrolló con un enfoque en los procesos constructivos, no se puede olvidar que cada proyecto es diferente y cada uno posee requerimientos específicos, por lo que no se puede olvidar el análisis de impacto ambiental que cada uno requiere previo a la etapa constructiva. Por lo tanto, esta propuesta resulta ser un instrumento complementario a la planificación ambiental que requieren los proyectos de construcción desde la etapa de diseño.

Conclusiones

Luego de la elaboración de este proyecto de graduación se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La actualización de los criterios de construcción sostenible se realizó de acuerdo con la normativa vigente del país y con manuales internacionales de buenas prácticas ambientales. Esto con el objetivo de implementar medidas sostenibles vigentes en la propuesta.
- La selección de las actividades en las que fue implementada la propuesta responde a los requerimientos específicos de la empresa Ecosistemas de Construcción S. A.; las cuales corresponden a maquinaria y equipo, uso de recursos, manejo de residuos, control de polvo, ruido y emisiones al aire.
- Se asignaron los recursos de apoyo necesarios para cada actividad a implementar en la propuesta; que corresponden a listas de verificación, diagramas de flujo, boletas oficiales de control de salida de residuos y la herramienta digital de control de volumen de residuos.
- Se desarrolló la herramienta digital de control de volumen de residuos como recurso principal para el seguimiento de las cantidades de residuos generadas y, de esta manera, compararlas con las cantidades estimadas en el presupuesto del proyecto. Con la cual se determinó que los residuos que presentaron incremento con respecto a la cantidad estimada corresponden a la formaleta de madera y a la basura convencional en el proyecto Fitosanitario. En el caso de la formaleta, se estimó 4.20 ton de desperdicio y, a la última fecha de control, se registró un total de 5.21 ton. La basura convencional se estimó que generaría un total de 0.14 ton y, a la última fecha de control, se registraron 0.94 ton.
- Con el uso de la herramienta de control, se determinó que el plástico representó un 31 % de residuos generados del 100 % estimado. Lo cual equivale a 0.07 ton de las 0.21 ton estimadas en el presupuesto. El papel representó un 2 % de residuos generados con respecto al 100 % esperado, lo que representa 0.04 ton generadas de un estimado de 1.98 ton. El cartón obtuvo un 15.4 % de residuos generados del 100 % esperado, lo cual representa un 0.08 ton generadas de un total estimado de 0.52 ton. Los residuos de concreto, arena, piedra y bloques de mampostería representaron un 3 % de residuos generados de un total del 10 % estimado; lo cual representa 15 ton de residuos generadas de un estimado de 69 ton. Los residuos de material vegetal y cobertura forestal presentaron un 45 % de residuos generados de un estimado de 100 %; lo cual representa 19.21 ton registradas de residuo generado de un total de 43.12 ton.
- No se cuenta con el registro de residuos de capa vegetal debido a que estos fueron entregados al MAG para su disposición.
- Los residuos de capa vegetal, cobertura forestal y corta de árboles no representaron costo por la disposición de estos residuos, ya que fueron entregados al cliente del proyecto.
- Los residuos de formaleta de madera del proyecto no fueron cuantificados en su totalidad debido a que era donada a las personas de la zona, por lo que el volumen de generación de este residuo es mayor al obtenido.
- No se cuantificaron los residuos de cerámica, porcelanato y durock ya que serán donados a los trabajadores.
- La herramienta de control de volumen de residuos no logró ser implementada en el proyecto “Bodegas-Parque La Libertad”, debido a que no se contaba con los datos de volumen de residuos estimados en el presupuesto del proyecto. Sin embargo, se tiene un control de transporte de basura

ordinaria de 110 kg y de 900 kg de acero. Aunque la cuantificación de los residuos de movimiento de tierra enviados al botadero del proyecto no se realizó.

- De acuerdo con la Figura 64, el ajuste de las piezas de los materiales de acabado de piso permitió la disminución de residuos de porcelanato en el proyecto Fitosanitario.
- Los costos de disposición final de residuos y consumo de recursos pueden representar gastos extra si no se realiza una estimación adecuada en el presupuesto del proyecto.
- Se implementaron boletas oficiales para el control de volumen de salida de residuos en el proyecto Bodegas-Parque La Libertad y se capacitó al encargado de estas para la correcta cuantificación de residuos.
- Se considera que la capacitación en el manejo y clasificación de residuos es de gran importancia ya que se presentaron problemas en la separación de residuos en los centros de acopios tanto del proyecto Fitosanitario como del proyecto “Bodegas-Parque La Libertad”.
- El control periódico del consumo de agua y electricidad, de la mano con el gasto estimado, permite determinar si se presentan gastos excesivos con respecto al presupuesto. Sin embargo, no se contó con el costo presupuestado de agua y electricidad tanto para el proyecto Fitosanitario como para Bodegas-Parque La Libertad. Por este motivo, no fue posible determinar si el consumo de agua y electricidad para ambos proyectos excedió el presupuesto estimado.
- Se realizó el control de consumo de agua y electricidad en el proyecto Bodegas-Parque La Libertad, pero no se determinó si representaba gastos excedentes ya que no se contaba con el costo presupuestado.
- Tal y como se muestra en las listas de verificación de la etapa 2, no se presentaron problemas de derrame de sustancias peligrosas o inflamables en ninguno de los proyectos piloto. Sin embargo, los trabajadores no recibieron ninguna capacitación sobre el protocolo ante la presencia de derrames, por lo que, es importante su implementación al comenzar los proyectos.
- Los proyectos piloto no contaron con un centro de acopio especial para las sustancias peligrosas o inflamables.

- En ambos proyectos, se aprovechó el agua de lluvia para humedecer superficies previo a las actividades de movimiento de tierra y compactación.
- Se deba dar a conocer la propuesta por todo el equipo de trabajo de la empresa, incluyendo al personal nuevo, debido a que la propuesta abarca actividades de escritorio relacionadas a la escogencia de materiales, la modulación, el presupuesto de materiales, gasto de agua y electricidad; hasta las actividades de supervisión e implementación en campo. Por lo que se debe garantizar que todos los profesionales involucrados en el desarrollo del proyecto apliquen los parámetros establecidos y estos instruyan a los trabajadores en su adecuado cumplimiento.

Recomendaciones

La elaboración del proyecto permitió determinar las siguientes recomendaciones:

- Capacitar a los trabajadores en las actividades a implementar en la propuesta:
 - Zonas de lavado de maquinaria adecuadas
 - Control de derrame de sustancias peligrosas o inflamables
 - Uso racional de agua, electricidad y combustible
 - Manejo y clasificación de los residuos
 - Uso de boletas para cuantificar volumen de residuos
 - Medidas para el control de polvo, ruido y emisiones al aire
- Utilizar la herramienta de control de volumen de residuos desde el inicio del proyecto y de la mano con el presupuesto respectivo para determinar aumentos en el presupuesto de cada proyecto.
- Implementar el uso de las boletas de control de salida de residuos desde el comienzo del proyecto.
- Implementar la propuesta desde la fase de planificación de los proyectos para reducir el incumplimiento de las actividades comprendidas en la propuesta al momento de la fase constructiva.
- Realizar el control de consumo de agua y electricidad periódicamente para determinar incrementos con el presupuesto.

Apéndices

Se elaboraron tres apéndices:

Apéndice 1: Boletas de: control de salida de residuos, control de consumo de agua, electricidad y combustible.

Apéndice 2: recurso para el control de consumo de agua y electricidad de acuerdo con el presupuesto del proyecto.

Apéndice 3: informe de implementación de la propuesta de propuesta elaborado para la empresa.

Apéndice 1



ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.
BOLETA DE CONTROL DE EXPORTACIÓN
DE RESIDUOS

FECHA

N° BOLETA

PROYECTO _____

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	MODO DE ENVÍO	CANTIDAD	RECIBE
R1-1	plástico ordinario		kg			
R1-2	papel		kg			
R1-3	cartón		kg			
R1-4	basura ordinaria		kg			
R1-5	no valorizable		kg			
R2	cementicios		m3			
R3	áridos		m3			
R4-1	acero		kg			
R4-2	cobre		kg			
R4-3	aluminio		kg			
R5	plástico PVC		kg			
R6	madera		m3			
R7	vidrio		kg			
R8-1	papel contaminado		kg			
R8-2	gypsum y durock		kg			
R9	envases metálicos		kg			

ENCARGADO DE DESPACHO

RECIBE

NOMBRE COMPLETO _____

NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____

FIRMA _____



ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.

BOLETA CONTROL DE CONSUMO DE AGUA

FECHA

N° BOLETA

PROYECTO _____

MES	NÚMERO DE MEDIDOR	LECTURA (m3)

ENCARGADO

NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____

RECIBE

NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____



ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.

BOLETA CONTROL DE CONSUMO DE ELECTRICIDAD

FECHA

N° BOLETA

PROYECTO _____

MES	NÚMERO DE MEDIDOR	LECTURA (kW/h)

ENCARGADO


NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____

RECIBE

NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____



ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.
CONSTRUCTORA AL SERVICIO DE LA ECOLOGIA

ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.

**BOLETA CONTROL DE COMPRAS
DE COMBUSTIBLES**

FECHA

N° BOLETA

PROYECTO _____

EQUIPO A SUPLIR	PLACA	TIPO DE COMBUSTIBLE	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO
				litros	
				litros	
				litros	
				litros	

ENCARGADO

NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____

RECIBE

NOMBRE COMPLETO _____

FIRMA _____

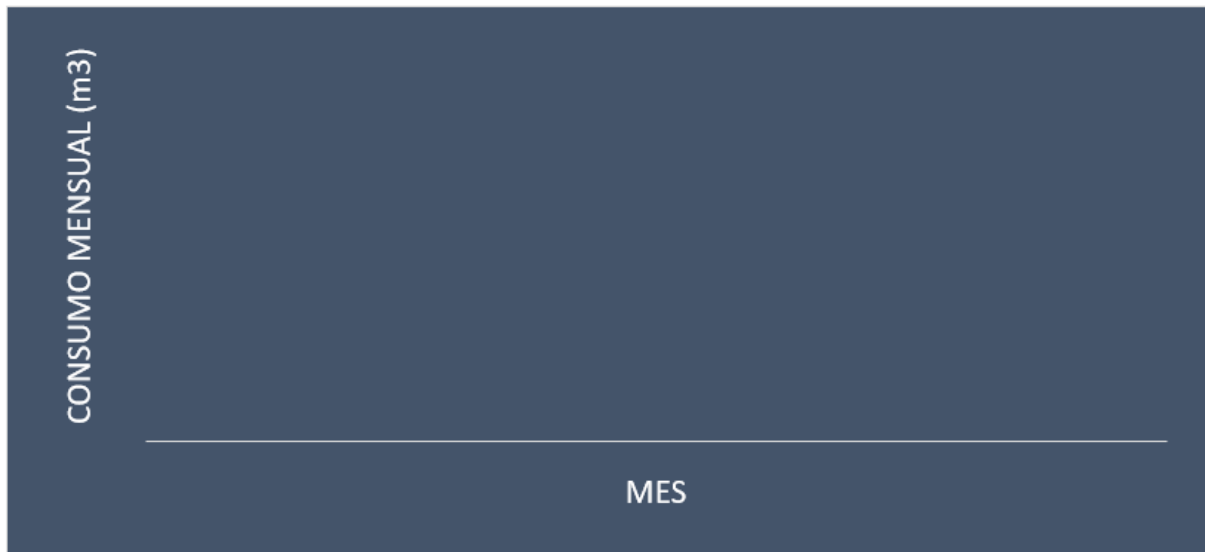
Apéndice 2

REGISTRO CONSUMO DE AGUA					
PROYECTO					
COSTO ESTIMADO GASTO AGUA					
MES	AÑO	LECTURA INICIAL (m3)	LECTURA FINAL (m3)	CONSUMO (m3)	COSTO
					₡ -
					₡ -
					₡ -
TOTAL					₡ -
% DE AUMENTO					-
AHORRO					-

CONSUMO MENSUAL (m3)

MES

REGISTRO CONSUMO DE ELECTRICIDAD					
PROYECTO					
COSTO ESTIMADO GASTO ELECTRICIDAD					
MES	AÑO	LECTURA INICIAL (KW/h)	LECTURA FINAL (KW/h)	CONSUMO (KW/h)	COSTO
					₡ -
					₡ -
					₡ -
			TOTAL		₡ -
				% DE AUMENTO	-
				AHORRO	-



Apéndice 3

ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.

METODOLOGÍA PARA IMPLEMENTAR
PROCESOS CONSTRUCTIVOS BAJO
CONCEPTOS DE SOSTENIBILIDAD

VIVIANA GARITA RODRÍGUEZ

JUNIO 2020



INTRODUCCIÓN

El siguiente documento presenta la metodología elaborada para implementar procesos constructivos bajo conceptos de sostenibilidad para la empresa Ecosistemas de Construcción S.A. La cual se basa en la experiencia de la empresa, en la aplicación de nuevas guías y manuales tanto nacionales como internacionales y así como en la utilización de nuevos recursos para la implementación, seguimiento y control de la metodología en campo. Para lograrlo, primeramente, se realizó una revisión bibliográfica de los Planes de Gestión Ambiental previamente utilizados por la empresa en sus proyectos de construcción. Lo anterior con el propósito de conocer los criterios de sostenibilidad empleados y las actividades en las que se implementaban dichos planes de Gestión Ambiental. Posteriormente, se seleccionaron las actividades a tomar en cuenta en la metodología de acuerdo con los requerimientos de la empresa, y una vez seleccionadas, se procedió a actualizar los criterios considerados en cada una de ellas con la normativa vigente del país y guías internacionales de buenas prácticas ambientales en la construcción. Seguidamente, se comenzó el desarrollo de la metodología bajo conceptos de sostenibilidad enfocada en los procesos constructivos, la cual involucró la creación de Listas de Verificación para cada una de las etapas a implementar, Diagramas de Flujo del procedimiento a seguir para cada actividad de la metodología y la creación de una

herramienta digital para el control del volumen de residuos generados en sitio. Con la cual se pretendía realizar un seguimiento y control de volumen de residuos de acuerdo con las cantidades de desperdicio estimadas en el presupuesto del proyecto. Y de esta manera, determinar el aumento en el volumen de residuos de la mano con el aumento en términos de costo que representaba dicho volumen de residuos.

La implementación de la metodología propuesta se realizó en dos proyectos piloto. El primero corresponde al Edificio servicio fitosanitario del estado región Huetar-Caribe ubicado en Siquirres, Limón. El cual es de aproximadamente 900 m² y su cliente corresponde al Ministerio de Agricultura y Ganadería. Cabe mencionar que este proyecto se encontraba con un porcentaje de avance de obra de 24% al inicio de la implementación de dicha metodología. El otro proyecto se trató de Bodegas-Parque La Libertad con un área de 1300 m² ubicado en Río Azul, San José el cual se formuló desde el Ministerio de Cultura y Juventud.

INFORME PROYECTO EDIFICIO SEDE REGIONAL SERVICIO FITOSANITARIO DEL ESTADO REGIÓN HUETAR-CARIBE



Proyecto: Edificio sede regional servicio fitosanitario del Estado Región Huetar-Caribe

Ubicación Siquirres, Limón

Periodo de análisis Del 20 de febrero del 2020 al 2 de junio del 2020

El siguiente informe presenta la evaluación del proyecto Fitosanitario luego de implementar la propuesta de metodología para realizar los procesos constructivos bajo conceptos de sostenibilidad. A continuación, se detallan los hallazgos encontrados tras las visitas realizadas al proyecto en donde se muestran las debilidades y oportunidades de mejora con respecto a la propuesta de metodología elaborada. Además, se muestran los resultados obtenidos del uso de la Herramienta Digital de Control de Volumen de Residuos.

Para la evaluación de la Etapa 1 de la metodología se utilizó el primer día de visita al proyecto la Lista de Verificación correspondiente a esta etapa, la cual se muestra en la siguiente Figura:

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1					
PROYECTO FITOSANITARIO REGIÓN HUETAR CARIBE					
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES	
	SÍ	NO	N/A		
ETAPA 1: ACTIVIDADES PREPARATIVAS Y DE IMPLEMENTACIÓN					
A	USO DE RECURSOS				
A1	MAQUINARIA Y EQUIPO				
A1.1	Se cuenta con la lista de maquinaria y equipo que se requiere	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A1.2	Maquinaria y equipo cumple con los permisos de circulación y mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A1.3	Se cuenta con mano de obra calificada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A2	COMBUSTIBLES				
A2.1	Se capacita sobre uso racional del recurso, correcto almacenamiento y protocolo en caso de derrame de combustible combustibles, protocolo en caso de derrame de combustible	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no recibieron capacitaciones
A2.2	Se establecen en diseño de sitio del proyecto sitio para:				
A2.2.1	Zona de estacionamiento de maquinaria/equipo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A2.2.2	Zona de lavado de maquinaria y equipo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No se establece sitio
A2.2.3	Centro de almacenamiento para combustibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	El combustible de la maquinaria no se almacena en sitio
A3	AGUA				
A3.1	Se realiza el correcto tratamiento de las aguas residuales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3.2	Se utiliza agua de lluvia en actividades del proceso constructivo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Maestro de obras recolectaba agua de lluvia para su uso en obra
A3.3	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de sólidos en redes de tratamiento de aguas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
A3.4	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de líquidos en redes de tratamiento de aguas tales como trampas de grasa u otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
A3.5	Se capacita al personal sobre el uso racional del agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se realizaron capacitaciones de este tema en el proyecto
A4	ELECTRICIDAD				
A4.1	En condiciones que lo permitan se promueve el uso de fuentes de energía renovable	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El proyecto se puede conectar a la red eléctrica de las demás oficinas
A4.2	Se evita el uso de plantas térmicas que funcionan con carbón, búnjer o diesel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se evaluó su uso
A4.3	Se cuenta con plan y capacitación del uso racional de electricidad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se realizaron capacitaciones de este tema en el proyecto
B	CONSTRUCCIÓN				
B1	CONCRETO REFORZADO Y PREMEZCLADO				
B1.1	Se realiza la modulación de varillas de acero con las longitudes disponibles en el mercado para las estructuras de concreto reforzado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La empresa afirma que se modularon
B1.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de las varillas de acero y dosificación de concreto en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto
B1.3	Se estableció la zona de lavado para la maquinaria transportadora del concreto premezclado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
B1.4	Se cuantifica la dosificación necesaria de concreto premezclado en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto

Figura 1. Lista de Verificación de la Etapa 1 de la metodología correspondiente al proyecto Fitosanitario

Fuente: Elaboración propia en Excel

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1					
PROYECTO		FITOSANITARIO REGIÓN HUETAR CARIBE			
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES	
	SÍ	NO	N/A		
B2	MAMPOSTERÍA				
B2.1	Se realiza la modulación de bloques de mampostería de acuerdo con las dimensiones y tipos disponibles al igual que las varillas de acero en el mercado	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La empresa afirma que se modularon
B2.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de bloques de mampostería, varillas de acero y mortero en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto
B3	FORMALETA				
B3.1	Se realiza la modulación de sistemas de formaleta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hay gran uso de formaleta de madera en proyecto que no fue modulada
B3.2	Se realiza la modulación de formaleta de madera y se cuantifica la cantidad necesaria en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto
B4	ACABADOS				
B4.1	Se buscan alternativas de materiales amigables con el ambiente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pinturas a base de Agua
B4.2	Se realiza la modulación de materiales para: cuantificar				
	Pisos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Ventanería	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Cerámica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Cielos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Paredes liviana	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Otros	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
B4.3	Se cuantifican los materiales de acabados en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto
C	RESIDUOS				
C1	Se planifica cronograma de capacitaciones sobre adecuado manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Los trabajadores no reciben capacitación en el tema
C2	Se verifica si fabricante recibe envases de productos/sobrantes/etc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Hay convenio con empresa Sur para recolectar sus
C3	Se realizó el diseño de sitio con la distribución de centro de acopio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No hubo diseño de sitio previo al proyecto
C4	Se verifican gestores autorizados de residuos cercanos al proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utilizan gestores autorizados en recolección de
D.	CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD				
D1	CONTROL DE POLVO				
D1.1	Se establecen las medidas para el control de polvo que equipo de trabajo debe seguir	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en el tema
D2.A	CONTROL DE EMISIÓN DE GASES				
D2.A.1	Se mitigan emisiones al aire de acuerdo con los requerimientos de maquinaria y	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utiliza maquinaria en buen estado
D2.B	CONTROL DE EMISIÓN DE RUIDO				
D2.B.1	Se establecen las medidas establecidas para el control de ruido en el proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en el tema pero se implementan buenas prácticas

Figura 2. Continuación de la Lista de Verificación de la Etapa 1 de la metodología correspondiente al proyecto Fitosanitario.

Fuente: Elaboración propia en Excel

Las siguientes fotografías muestran un resumen de los hallazgos encontrados en cuanto al seguimiento de la metodología en campo a lo largo del periodo de visitas realizadas al proyecto.

MANEJO DE RESIDUOS



Figura 3. Centro de acopio previo

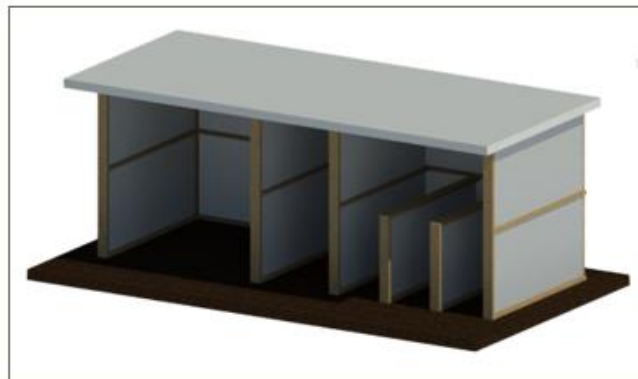


Figura 4. Recomendación para centro de acopio



Figura 5. Centro de acopio en proceso de mejora



Figura 6. Problemas en separación de residuos



Figura 7. Mejora en la separación de residuos



Figura 8. Incorrecto almacenamiento de chatarra



Figura 9. Mejora en separación de chatarra



Figura 10. Centro de acopio mejorado



Figura 11. Centro de acopio mejorado

TIPOS DE RESIDUOS GENERADOS



Figura 12. Residuo de cobertura forestal



Figura 13. Residuo de corta de árboles



Figura 14. Residuo blocks de mampostería



Figura 17. Residuo de cartón



Figura 15. Residuo de madera



Figura 16. Residuo de cerámica y porcelanato



Figura 18. Residuo de solventes y diluyentes



Figura 19. Residuo plástico PVC



Figura 21. Residuo de estereofón



Figura 20. Residuo plástico ordinario



USO DE FORMALETA



Figura 22. Uso de formaleta



Figura 23. Uso de formaleta



Figura 24. Uso de formaleta

CAUSA RESIDUOS DE BLOCKS DE MAMPOSTERÍA



Figura 25. Tipo de columnetas que incrementan residuos



Figura 26. Colocación de blocks que genera residuos



Figura 27. Reutilización sacos de cemento

PROTECCIÓN SUELO



Figura 28. Protección suelo



Figura 29. Protección suelo

MODULACIÓN Y REUTILIZACIÓN



Figura 30. Resultado de modulación paredes



Figura 31. Resultado modulación de piso

CONTROL DE POLVO



Figura 32. Control de polvo en relleno



Figura 33. Control de polvo en compactación

PROBLEMA EN TRATAMIENTO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO



Figura 34. Mal tratamiento de aguas de la cocina del campamento del proyecto



Figura 35. Mala disposición de aguas de la cocina del campamento



Figura 36. Mala disposición de aguas de la cocina del campamento

HERRAMIENTA DE CONTROL DE VOLUMEN DE RESIDUOS

MATERIAL GENERADOR	TIPO RESIDUO GENERADO	CANTIDAD ESTIMADA TOTAL DE MATERIAL (TON)	% DESECHO ESTIMADO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO (TON)	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS (DESPERDICIO)	MEDICIONES EN SITIO RESIDUOS EXPORTADOS				DESECHO TOTAL REAL (TON)				
						FECHA		FECHA			FECHA		FECHA	
						20 de febrero de 2020	24%	26 de marzo de 2020	33%		24 de abril de 2020	49%	25 de mayo de 2020	65%
cantidad (ton)		cantidad (ton)		cantidad (ton)		cantidad (ton)								
Capa vegetal	material vegetal	91.20	100%	91.20	€ 1 140 000.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Corta de árboles	madera reusable	8.92	100%	43.12	€ 538 972.20	19.21	✓	0	✓	0	✓	19.21		
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)	material vegetal	34.20												
Plástico ordinario	plástico	0.21	100%	0.21	€ 5 460.00	0.015	✓	0.0482	✓	0	✓	0.07		
Papel	papel y sacos de cemento	1.98	100%	1.98	€ 26 910.00	0.008	✓	0.02571	✓	0	✓	0.04		
Cartón	cartón	0.52	100%	0.52	€ 7 580.00	0.025	✓	0.04509	✓	0	✓	0.08		
Basura convencional	no valorizable	0.14	100%	0.14	€ 3 510.00	0.092	✓	0.7428	X	0	X	0.94		
Acero	acero	5.62	10%	5.62	€ 70 250.00	0.000	✓	0	✓	1.36	✓	1.36		
Concreto premezclado	cementicios	211.20	10%	69.00	€ 862 500.00	30	✓	5	✓	0	✓	15.00		
Arena	áridos	147.80												
Piedra	áridos	133.20												
Bloques de mampostería	cementicios	198.00	15%	0.02	€ 292.50	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Aditivo	aditivos	0.18												
Formaleta madera	madera	4.20	100%	4.20	€ 52 500.00	0	✓	2.159	✓	2.18032	X	5.81		
Tuberías	plástico pvc	0.46	20%	0.09	€ 1 155.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Pinturas y solventes	recipientes metálicos	0.10	100%	0.10	€ 1 250.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Cableado eléctrico	cobre	1.54	10%	0.15	€ 1 925.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Ventanería	vidrio	1.50	10%	0.15	€ 1 875.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Ventanería	aluminio	1.98	10%	0.20	€ 2 475.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Enchapes de pisos y paredes	cementicios	25.96	10%	2.60	€ 32 450.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Asfalto	cementicios	84.00	10%	8.40	€ 105 000.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		
Paredes livianas, cielos, cerramientos	residuos no valorizables	23.40	10%	2.34	€ 29 250.00	0	✓	0	✓	0	✓	0.00		

ACTIVIDAD GENERADORA	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD ESTIMADA DE DESECHO (TON)	COSTO ESTIMADO TOTAL DE DISPONER LOS RESIDUOS (DESPERDICIO)	% DESECHO ESTIMADO	DESECHO TOTAL REAL (TON)	COSTO UNITARIO REAL	COSTO FINAL REAL	% DE DESECHO DE ACUERDO CON ÚLTIMA FECHA DE CONTROL	% DE AUMENTO DE DESECHO CON RESPECTO A CANTIDAD DE RESIDUO ESTIMADA
Capa vegetal	material vegetal	91.20	€ 1 140 000.00	100%	0.00	€ -	€ -	0%	-
Corta de árboles	madera reusable	43.12	€ 538 972.20	100%	19.21	€ -	€ -	45%	-
Cobertura forestal (ramas, hojas, troncos)	material vegetal								
Plástico ordinario	plástico	0.21	€ 5 460.00	100%	0.07	€26 000.00	€ 1 711.32	31%	-
Papel	papel y sacos de cemento	1.98	€ 26 910.00	100%	0.04	€26 000.00	€ 954.46	2%	-
Cartón	cartón	0.52	€ 7 580.00	100%	0.08	€26 000.00	€ 2 082.34	15%	-
Basura convencional	no valorizable	0.14	€ 3 510.00	100%	0.94	€26 000.00	€ 24 564.80	-	600%
Acero	acero	5.62	€ 70 250.00	10%	1.36	€ -	€ -	2.4%	-
Concreto premezclado	cementicios	69	€ 862 500.00	10%	15	€ -	€ -	3%	-
Arena	áridos								
Piedra	áridos								
Bloques de mampostería	cementicios	4.20	€ 52 500.00	100%	5.81	€ -	€ -	-	38%
Formaleta madera	madera								
Total		215.98	€ 2 707 682.20	-	42.51	-	€29 312.92	-	-



ANÁLISIS DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los principales hallazgos obtenidos junto con sus respectivas recomendaciones en las diferentes actividades comprendidas en la propuesta de metodología desarrollada.

Cuadro 1. Resumen de seguimiento y recomendaciones para las actividades de la Etapa 1

ETAPA 1		
Actividad	Seguimiento	Recomendaciones
Verificar condiciones adecuadas de maquinaria y equipo	Se emplea maquinaria y equipo en buen estado	-
Capacitación sobre: - uso racional de combustible - correcto almacenamiento - protocolo en caso de derrame	No se realizan capacitaciones establecidas	Capacitar a los trabajadores para evitar gastos inesperados de combustible Capacitar a los trabajadores para lograr reducir el impacto en el suelo o agua ante un derrame de combustible
Establecer: - Zona de estacionamiento - Zona de lavado	No se capacita a los trabajadores sobre las condiciones para estacionamiento y lavado de maquinaria y equipo	Capacitar a los trabajadores sobre los requerimientos de correcto lavado de maquinaria y equipo en obra
Modular materiales de construcción para evitar residuos	Se modeló el piso y paredes del edificio fitosanitario para reducir residuos	Implementar la modulación en el proceso de presupuesto del proyecto para optimizarlo y reducir la generación de residuos en obra
Realizar capacitaciones sobre manejo de residuos y establecer centros de acopio en el proyecto para cada tipo de residuo	No se capacitaba a los trabajadores sobre el manejo de residuos por lo que los centros de acopio presentaban problemas de clasificación de residuos. Algunos residuos no se encontraban protegidos de agua, humedad ni suciedad. Tales como el acero, cartón, madera y acabados	Capacitar a los trabajadores en el manejo de residuos Establecer los centros de acopio en buenas condiciones para proteger los residuos valorizables que pueden ser reutilizados
Capacitar a los trabajadores sobre medidas para el control de polvo, ruido y emisiones al aire	No se realizan capacitaciones a los trabajadores en este tema	Capacitar a los trabajadores sobre las medidas necesarias para control los niveles de polvo, nivel de ruido y disminuir y controlar las emisiones al aire.

Cuadro 2 Resumen de seguimiento y recomendaciones para las actividades de la Etapa 2

ETAPA 2		
Actividad	Seguimiento	Recomendaciones
Controlar consumo de combustible	No se tiene registro de las compras de combustible.	Realizar un control de las compras de combustible.
Controlar consumo de agua y electricidad y comparar con costo estimado en presupuesto	El bodeguero realiza el registro de agua y electricidad. Sin embargo, se presentaron algunas lecturas faltantes. No se contaba con el costo estimado en el presupuesto por lo que no se podía determinar si había gastos extras.	Realizar el control en las fechas establecidas y comparar con lo estimado en el presupuesto para detectar incrementos.
- Controlar uso y tratamiento de agua	Las aguas provenientes de la cocina del comedor estaban siendo depositadas directamente en el suelo orgánico	Inspeccionar las redes de tratamiento de aguas para evitar contaminación <u>e</u> el agua
Cuantificar el volumen de residuo que es exportado del proyecto y comparar con el costo estimado en el presupuesto	No siempre se cuantificaba el volumen exportado del proyecto por lo que no se logró obtener todo el volumen de residuos generado en el periodo de análisis. No se contaba con el costo estimado de la disposición de residuos por lo que no se logró determinar a tiempo real el incremento en el volumen de residuos. Se utilizaron gestores autorizados y se donó material	Capacitar a los trabajadores sobre la cuantificación de volumen de residuos Comparar el volumen de residuos generados con el presupuesto para determinar incrementos inesperados y tomar las medidas necesarias
Control niveles de polvo	El terreno se humedeció en labores de relleno y compactación	Capacitar a los trabajadores sobre las medidas requeridas para controlar el polvo en los procesos constructivos

INFORME PROYECTO BODEGAS-MINISTERIO DE CULTURA Y JUVENTUD PARQUE LA LIBERTAD



Proyecto: Bodegas-Ministerio de Cultura y Juventud Parque La Libertad

Ubicación Río Azul, San José

Periodo de análisis Del 23 de abril del 2020 al 5 de junio del 2020

El siguiente informe presenta la evaluación del proyecto Bodegas-Parque La Libertad luego de implementar la propuesta de metodología para realizar los procesos constructivos bajo conceptos de sostenibilidad. A continuación, se detallan los hallazgos encontrados tras las visitas realizadas al proyecto en donde se muestran las debilidades y oportunidades de mejora con respecto a la propuesta de metodología elaborada. Además, se muestran los resultados obtenidos del uso de la Herramienta Digital de Control de Volumen de Residuos.

Para la evaluación de la Etapa 1 de la metodología se utilizó el primer día de visita al proyecto la Lista de Verificación correspondiente a esta etapa, la cual se muestra en la siguiente Figura:

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1				
PROYECTO		BODEGAS MISITERIO DE CULTURA - PARQUE LA LIBERTAD		
ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES
	SÍ	NO	N/A	
ETAPA 1: ACTIVIDADES PREPARATIVAS Y DE IMPLEMENTACIÓN				
A	USO DE RECURSOS			
A1	MAQUINARIA Y EQUIPO			
A1.1	Se cuenta con la lista de maquinaria y equipo que se requiere	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A1.2	Maquinaria y equipo cumple con los permisos de circulación y mantenimiento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A1.3	Se cuenta con mano de obra calificada	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2	COMBUSTIBLES			
A2.1	Se capacita sobre uso racional del recurso, correcto almacenamiento y protocolo en caso de derrame de combustible combustibles, protocolo en caso de derrame de combustible	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2	Se establecen en diseño de sitio del proyecto sitio para:			
A2.2.1	Zona de estacionamiento de maquinaria/equipo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2.2	Zona de lavado de maquinaria y equipo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2.2.3	Centro de almacenamiento para combustibles	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3	AGUA			
A3.1	Se realiza el correcto tratamiento de las aguas residuales	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.2	Se utiliza agua de lluvia en actividades del proceso constructivo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.3	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de sólidos en redes de tratamiento de aguas	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.4	Se utilizan los mecanismos necesarios para evitar aporte de líquidos en redes de tratamiento de aguas tales como trampas de grasa u otros	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3.5	Se capacita al personal sobre el uso racional del agua	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A4	ELECTRICIDAD			
A4.1	En condiciones que lo permitan se promueve el uso de fuentes de energía renovable	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A4.2	Se evita el uso de plantas térmicas que funcionan con carbón, bunjer o diesel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
A4.3	Se cuenta con plan y capacitación del uso racional de electricidad	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B	CONSTRUCCIÓN			
B1	CONCRETO REFORZADO Y PREMEZCLADO			
B1.1	Se realiza la modulación de varillas de acero con las longitudes disponibles en el mercado para las estructuras de concreto reforzado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B1.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de las varillas de acero y dosificación de concreto en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B1.3	Se establece la zona de lavado para la maquinaria transportadora del concreto premezclado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Se cuantifica la dosificación necesaria de concreto premezclado en la Hoja de Registro de			

Figura 37. Lista de Verificación de la Etapa 1 de la metodología correspondiente al proyecto Bodegas Parque La Libertad

Fuente: Elaboración propia en Excel

LISTA DE VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES -ETAPA 1						
PROYECTO		BODEGAS MISITERIO DE CULTURA - PARQUE LA LIBERTAD				
	ACTIVIDADES	CUMPLE			OBSERVACIONES	
		SÍ	NO	N/A		
B1.4	Se cuantifica la dosificación necesaria de concreto premezclado en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B2 MAMPOSTERÍA						
B2.1	Se realiza la modulación de bloques de mampostería de acuerdo con las dimensiones y tipos disponibles al igual que las varillas de acero en el mercado	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
B2.2	Se cuantifica la cantidad necesaria de bloques de mampostería, varillas de acero y mortero en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B3 FORMALETA						
B3.1	Se realiza la modulación de sistemas de formaleta	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
B3.2	Se realiza la modulación de formaleta de madera y se cuantifica la cantidad necesaria en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
B4 ACABADOS						
B4.1	Se buscan alternativas de materiales amigables con el ambiente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
B4.2	Se realiza la modulación de materiales para: cuantificar					
	Pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	El presupuesto del proyecto no contempló modulación	
	Ventanería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Cerámica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Cielos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Paredes liviana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Otros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
B4.3	Se cuantifican los materiales de acabados en la Hoja de Registro de Volumen de Residuos cuantificar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se cuenta con los datos estimados en el presupuesto del proyecto	
C RESIDUOS						
C1	Se planifica cronograma de capacitaciones sobre adecuado manejo de residuos	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en este tema	
C2	Se verifica si fabricante recibe envases de productos/sobrantes/etc	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	La empresa cuenta co convenios con SUR para recolectar recipientes	
C3	Se realizó el diseño de sitio con la distribución de centro de acopio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No se realiza diseño de sitio previo	
C4	Se verifican gestores autorizados de residuos cercanos al proyecto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utiliza botadero ubicado en el Parque La Libertad y demás gestores de basura y chatarra	
D. CONTROL DE SANEAMIENTO Y SALUBRIDAD						
D1 CONTROL DE POLVO						
D1.1	Se establecen las medidas para el control de polvo que equipo de trabajo debe	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en este tema	
D2.A CONTROL DE EMISIÓN DE GASES						
D2.A.1	Se mitigan emisiones al aire de acuerdo con los requerimientos de maquinaria y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Se utiliza maquinaria en buen estado	
D2.B CONTROL DE EMISIÓN DE RUIDO						
D2.B.1	Se establecen las medidas establecidas para el control de ruido en el proyecto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabajadores no reciben capacitación en el tema pero se implementan buenas prácticas	

Figura 38. Continuación Lista de Verificación de la Etapa 1 correspondiente al proyecto Bodegas Parque La Libertad

Las siguientes fotografías muestran los hallazgos encontrados en campo de acuerdo con el seguimiento de la metodología propuesta.

HALLAZGOS



Figura 39. Establecimiento centro de acopio



Figura 40. Problemas de separación de residuos



Figura 41. Cambio del lugar de centro de acopio



Figura 42. Inadecuado centro de acopio



Figura 43. Proceso de corrección de centro de acopio



Figura 46. Pesa disponible en sitio para cuantificar residuos



Figura 44. Gestor de recolección haciendo uso de las boletas oficiales para cuantificar residuos



Figura 47. Inadecuado control de polvo




Figura 45. Reutilización de sacos de cemento en obra



Figura 48. Conformación botadero localizado en Parque La Libertad

BOLETAS OFICIALES DE CONTROL DE RESIDUOS



ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.
BOLETA DE CONTROL DE EXPORTACIÓN DE RESIDUOS
CONSTRUCTORA AL SERVICIO DE LA ECOLOGÍA

FECHA 19-05-2020

N° BOLETA 02

PROYECTO Bodega Ministerio de Cultura y Juventud


MEDIO DE TRANSPORTE Pick up

PLACA CL 31614

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	MODO DE ENVÍO	CANTIDAD	RECIBE
R1-1	plástico ordinario		kg			
R1-2	papel		kg			
R1-3	cartón		kg			
R1-4	basura ordinaria	170	kg	Pick up	1	Ebi
R1-5	no valorizable		kg			
R2	cementicios		m3			
R3	áridos		m3			
R4-1	acero		kg			
R4-2	cobre		kg			
R4-3	aluminio		kg			
R5	plástico PVC		kg			
R6	madera		m3			
R7	vidrio		kg			
R8-1	papel contaminado		kg			
R8-2	gypsum y durock		kg			
R9	envases metálicos		kg			

ENCARGADO DE DESPACHO

NOMBRE COMPLETO Liseth Palaco Gonzalez

FIRMA 

RECIBE

NOMBRE COMPLETO Carlos Garbano Jimenez

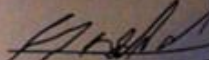
FIRMA 

Figura 49. Uso de boletas oficiales para la cuantificación de residuos exportados del proyecto

ETAPA 1

Actividad	Seguimiento	Recomendaciones
Verificar condiciones adecuadas de maquinaria y equipo	Se emplea maquinaria y equipo en buen estado	-
Capacitación sobre: - uso racional de combustible - correcto almacenamiento - protocolo en caso de derrame	No se realizan capacitaciones establecidas	Capacitar a los trabajadores para evitar gastos inesperados de combustible Capacitar a los trabajadores para lograr reducir el impacto en el suelo o agua ante un derrame de combustible
Establecer: - Zona de estacionamiento - Zona de lavado	No se capacita a los trabajadores sobre las condiciones para estacionamiento y lavado de maquinaria y equipo	Capacitar a los trabajadores sobre los requerimientos de correcto lavado de maquinaria y equipo en obra
Modular materiales de construcción para evitar residuos	El presupuesto no toma en cuenta la modulación	Implementar la modulación en el proceso de presupuesto del proyecto para optimizarlo y reducir la generación de residuos en obra
Realizar capacitaciones sobre manejo de residuos y establecer centros de acopio en el proyecto para cada tipo de residuo	No se capacitaba a los trabajadores sobre el manejo de residuos por lo que los centros de acopio presentaban problemas de clasificación de residuos. Algunos residuos no se encontraban protegidos de agua, humedad ni suciedad. Tales como el acero, cartón, madera	Capacitar a los trabajadores en el manejo de residuos Establecer los centros de acopio en buenas condiciones para proteger los residuos valorizables que pueden ser reutilizados
Capacitar a los trabajadores sobre medidas para el control de polvo, ruido y emisiones al aire	No se realizan capacitaciones a los trabajadores en este tema	Capacitar a los trabajadores sobre las medidas necesarias para controlar los niveles de polvo, nivel de ruido y disminuir y controlar las emisiones al aire.

ETAPA 2

Actividad	Seguimiento	Recomendaciones
Controlar consumo de combustible	No se tiene registro de las compras de combustible.	Realizar un control de las compras de combustible en el caso de requerirlo
Controlar consumo de agua y electricidad y comparar con costo estimado en presupuesto	No se contaba con el costo estimado en el presupuesto por lo que no se podía determinar si había gastos extras.	<p>Establecer fechas de control de consumo y un encargado para su seguimiento</p> <p>Realizar el control en las fechas establecidas y comparar con lo estimado en el presupuesto para detectar incrementos.</p>
- Controlar uso y tratamiento de agua	Se canalizaron las aguas pluviales	Inspeccionar las redes de tratamiento de aguas para evitar contaminación en el agua
Cuantificar el volumen de residuo que es exportado del proyecto y comparar con el costo estimado en el presupuesto	<p>No se cuantificó el volumen enviado al botadero ubicado en el parque</p> <p>No se logra utilizar la herramienta de control de volumen de residuos porque no se cuenta con los datos presupuestados</p> <p>Se utilizaron gestores autorizados para la disposición de chatarra y basura ordinaria</p>	<p>Capacitar a los trabajadores sobre la cuantificación de volumen de residuos</p> <p>Comparar el volumen de residuos generados con el presupuesto para determinar incrementos inesperados y tomar las medidas necesarias</p>
Control niveles de polvo	<p>El terreno se humedeció en labores de relleno y compactación con el uso de un camión cisterna y se aprovechó el agua de lluvia para esto</p> <p>No se cubrió la vagoneta transportadora de material</p>	Capacitar a los trabajadores sobre las medidas requeridas para controlar el polvo en los procesos constructivos

CONTROL DE VAGONETAS

PROYECTO: Edificio Filamentario Siquies
 Fecha: 07-07-2020
 Propietario: _____
 Placa Vagoneta: C1571776
 Medición: _____

Inicia Carga	Termina Carga	Tiempo de carga	Maquina que carga	Site Proyecto	Llega Proyecto	Distancia del Recorrido	Tiempo del recor
Control de Bateria	Bateria Colombia	Publica	Cargas	Parcel	un total de		
Semana 1 dia 7	22 Hilo	15 Hilo	25 Hilo	EL Hilo	140 Hilo		
Semana 2 dia 14	30 Hilo	20 Hilo	25 Hilo	Parcel	En todo en		
Semana 3 dia 21	25 Hilo				General		
Semana 4 dia 28	15 Hilo						
	20 Hilo						

Milton Gonzalez
 CHEQUEADOR

Esteban Miguel Torres
 OPERADOR

ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCION, S.A.
SALIDA DE MATERIALES

Nº 00109

DIA	MES	AÑO
23	03	2020

Se Recibió de: *Ecossistema para el Tojo de Siquires*
 Proyecto: *Edificio fitosanitario Siquires* Orden de Compra Nº *n/p*
 Factura Nº *n/p* Los siguientes artículos:

Código	Cantidad	Unidad	Artículo	Valor
	5		<i>Tenclado de exombro se fue para el Tojo de Nucleo y le puse exombro cementado 7 - Vagonete.</i>	

ENCARGADO DE BODEGA: *Millan Manuel Solis A.* REVISADO POR: PROCESADO POR: *1822228, Esteban Maya Leiva*

ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCION, S.A.
SALIDA DE MATERIALES

Nº 00102

DIA	MES	AÑO
10	01	2020

Se Recibió de: *Ecossistema para el Mop*
 Proyecto: *Edificio fitosanitario Siquires* Orden de Compra Nº *n/p*
 Factura Nº *n/p* Los siguientes artículos:

Código	Cantidad	Unidad	Artículo	Valor
	5		<i>Capa vegetal Virjes de Chapulin se molieron y se le dieron al Mop Triturado son 3 toneladas por virje un total de 15 toneladas</i>	

ENCARGADO DE BODEGA: *Millan Manuel Solis A.* REVISADO POR: PROCESADO POR: *Esteban Maya Leiva*



ECOSISTEMAS DE CONSTRUCCIÓN S.A.
BOLETA DE CONTROL DE EXPORTACIÓN DE RESIDUOS

FECHA 20/01/20

N° BOLETA 01

PROYECTO Construcción Bodegas Ministerio Cultura y Juventud
MEDIO DE TRANSPORTE Piche-up
PLACA Ch-31614

CÓDIGO	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD	UNIDAD	MODO DE ENVÍO	CANTIDAD	RECIBE
R1-1	plástico ordinario		kg			
R1-2	papel		kg			
R1-3	cartón		kg			
R1-4	basura ordinaria		kg			
R1-5	no valorizable		kg			
R2	cementicios		m3			
R3	áridos		m3			
R4-1	acero	800	kg	vehículo	01	Procesador Chattero José Coste
R4-2	cobre		kg			
R4-3	aluminio		kg			
R5	plástico PVC		kg			
R6	madera		m3			
R7	vidrio		kg			
RB-1	papel contaminado		kg			
RB-2	gypsum y durock		kg			
R9	envases metálicos		kg			

ENCARGADO DE DESPACHO

RECIBE

NOMBRE COMPLETO Lizeth Ivon Palacios Gonzalez NOMBRE COMPLETO Carlo Corbaceo Jiménez

FIRMA

FIRMA



**Transportes
Jesús Castro**

Tels.: 6105-6123 / 6313-5202
castroalvarezjsg@gmail.com

**COMPROBANTE DE
COMPRA**

Contado Crédito

Nº . 0003

DIA	MES	AÑO
20	11	20

Vendido por: M Eco sistemas
 Céd. #: Proyecto Bodegas Ministerio
 Dirección: Rio Azuá cultura
Porque lo libscutod.

CANT.	MATERIAL DE DESECHO	P. UNIT.	TOTAL
	ENVASES DE ALUMINIO		
	COBRE		
	BRONCE		
	VIRUTA DE BRONCE		
	RADIADOR		
	PLASTICO		
	PAPEL		
	BATERIAS		
	PLOMO		
	CHATARRA # 1		
800	CHATARRA DE SEGUNDA	45	36.000
	ACERO INOXIDABLE		

FIRMA: [Signature] TOTAL \$ 36.000

Impresos FRO 8351-7438 Original: Cliente - Copia Contabilidad

Referencias

- Abarca-Guerrero, L., Leandro-Hernández, G., (2016). *Guía De Manejo Eficiente De Materiales De Construcción*. Recuperado de: https://archivo.construccion.co.cr/descargas/GUIA_MANEJO_MATERIALES_CONSTRUCCION.pdf
- Anónimo. (2020. 18 de marzo). Análisis del nuevo Plan de Acción para la economía Circular de la Comisión Europea. *RETEMA: Revista Técnica de Medio Ambiente*. Recuperado de: <https://www.retema.es>
- Anónimo. (20 de setiembre de 2020). Incentivos para la construcción sostenible en Colombia. *El Tiempo*. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com>
- Astorga, A. (2007). *Guía ambiental centroamericana para el sector de desarrollo de infraestructura urbana*. San José, Costa Rica. UICN. Recuperado de: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2006-098.pdf>
- Bandera Azul Ecológica. (2019). Manual de procedimientos. *Categoría XV Construcción Sostenible*. Recuperado de: <https://banderaazulecologica.org/landing-de-categorias/construccion-sostenible>
- Bolsa Nacional de Valores. (s.f.). *Definición de Bonos Verdes*. Recuperado de: <https://www.bolsacr.com/bolsa-valores-cr/definicion-de-bonos-verdes>
- Calderón Quesada, M. (2016). *Plan De Manejo Ambiental para la construcción del Edificio de Residencias y Obras Deportivas Campus Nicoya de la Universidad Nacional De Costa Rica*.
- Calderón Quesada, M., Mora Vargas, O. (2016). *Plan de Manejo Ambiental para la Construcción del Edificio de Movimiento Humano y Terapias Complementarias UNA*.
- Cámara Chilena de la Construcción. (2010). *Guía de Buenas Prácticas Ambientales para la Construcción*. Recuperado de: <http://biblioteca.cchc.cl/datafiles/22562-2.pdf>
- Cámara Costarricense de la Construcción. (s.f.). *Construcción Sostenible. Reglamento de procedimiento al premio construcción sostenible*. Recuperado de <https://www.construccion.co.cr/Multimedia/Archivo/7142>
- Castro, M. (s.f). *Desarrollo sustentable: origen, concepto, características, pilares, objetivos*. Recuperado de: https://www.lifeder.com/desarrollo-sustentable/#Lo_economico
- Chaverri Molina, I. (2018). Proyecto Residencias Estudiantiles Universidad Nacional Sede Sarapiquí. *Plan de Manejo Ambiental*.
- Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. (2016). *Construcción Sostenible. Revista CFIA*. Recuperado de: <https://revista.cfia.or.cr/wp-content/uploads/2018/03/264-1.pdf>
- Comisión Interempresarial Municipal de Protección Ambiental. (s.f.). *Buenas Prácticas Ambientales en la construcción*. Recuperado de <https://www.rosario.gob.ar/web/sites/default/files/manual-bpa-en-la-construccion-cimpar.pdf>
- Comunicarse. (2020). *Comunicarse*. Recuperado de <https://www.comunicarseweb.com/noticia/la-construccion-de-viviendas-ecologicas-creara-una-oportunidad-de-inversion-estimada-de-us>
- Cifre, A. (11 de enero 2016). Certificaciones sostenibles: ¿Cuál es la más adecuada

- para tu proyecto? [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://blog.zeroconsulting.com/comparativa-certificaciones-sostenibilidad>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). *Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción*. doi: 10.4067/S0718-50732014000300002
- Esquivel, R. (2018, 11 de setiembre). La construcción es la industria que más desperdicia agua potable. *Ferrepat*. Recuperado de: <https://www.revista.ferrepat.com/construccion/la-construccion-es-la-industria-que-mas-desperdicia-agua-potable/>
- García de Quevedo, J. (18 de febrero de 2020). Diario Responsable. *ICO: Finanzas e inversiones Sostenibles*. Recuperado de <https://diarioresponsable.com/opinion/28836-ico-finanzas-e-inversiones-sostenibles>
- Garzón, M. (16 de octubre de 2019). BBVA. *México, Colombia y Brasil lideran la promoción de las finanzas sostenibles en América Latina*. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/mexico-colombia-y-brasil-lideran-la-promocion-de-las-finanzas-sostenibles-en-america-latina/>
- Gutiérrez, C. (2013). EL DESARROLLO SOSTENIBLE: CONCEPTOS BÁSICOS, ALCANCE Y CRITERIOS PARA SU EVALUACIÓN. Alcalá: Editorial Universidad de Alcalá.
- Hernández, B. (Diciembre de 2004). Grandes obras de ingeniería y su impacto ambiental. *Técnica Industrial*. Recuperado de: <http://www.tecnicaindustrial.es/TIFrontal/a-1488-grandes-obras-ingenieria-impacto-ambiental.aspx>
- López, A. (2019, 28 de agosto). Construcción sostenible puede ser un negocio muy rentable. *Inverisón Mobiliaria*. Recuperado de: <https://www.inversioninmobiliariacr.com/>
- Martinelli, F. (Diciembre de 2019). *La construcción sostenible y los diversos sistemas de certificación*. Conferencia llevada a cabo en Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, Perú.
- Meyer, L. (2019, 22 de abril). Edificios sostenibles: Los edificios más circulares del mundo. *Circle*. Recuperado de: <https://www.revistacircle.com/>
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2016). N°32079. *Manual de Instrumentos Técnicos para el Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental-Parte I*. Recuperado de:
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2019). Directriz 050. *Construcción sostenible en el sector público*. Recuperado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=89305&nValor3=117186&strTipM=TC
- Ministerio de Ambiente y Energía. (2018). *Política Nacional de Producción y Consumo Sostenibles 2018-2030*. Recuperado de: http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/documentos/politica_nacional_produccion_consumo_sostenibles.pdf
- Naciones Unidas. (2015). *La agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/24/S1801141_es.pdf
- Paz, F. (5 de marzo de 2018). Edificios ecológicos: un impacto duradero en la sostenibilidad. *América Economía*. Recuperado de <http://americaeconomia.com/2018/03/05/edificios-ecologicos-impacto-duradero-la-sostenibilidad/>
- Piñar, A. (2017, 9 de febrero). Primer proyecto residencial LEED silver de Costa Rica. *Inverisón Mobiliaria*. Recuperado de: <https://www.inversioninmobiliariacr.com/>

.Velásquez, J. (s.f.). *Contaminación de suelos y aguas por hidrocarburos en Colombia*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Casanare, Colombia. Recuperado de: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1846/2065>

Yáñez, D., Rodríguez, J. (2013, 17 de noviembre). The Crystal en Londres, el edificio más sostenible del mundo. *Conciencia Eco*. Recuperado de: <https://www.concienciaeco.com/>

Zárate, S. (2016). Introducción a la construcción sostenible. DIGECA. Recuperado de: http://www.digeca.go.cr/sites/default/files/charla_introduccion_a_la_construccion_sostenible_silvia_campos_.pdf